

ISSN 2221-5182

Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 10(160) 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
- Машины, агрегаты и технологические процессы
- Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

- Математическое моделирование и численные методы
- Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделий

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:

- Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства
- 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

- Букаев А.Р., Хисматуллин А.С.** Анализ программного обеспечения для раскроя плитных материалов..... 8
- Джегюеде Адейеми Марк Ауреле Эммануэль, Салпагаров С.И.** Новые статистический и энтропийный подходы к выбору признаков при классификации сетевого трафика 13
- Драгомиров Д.С.** Использование статистических методов для генерации аннотаций текстов..... 22
- Заболотный Д.А., Закурдаев В.В., Новикова В.Д., Давыдова Е.В.** Моделирование блока установки регенерации растворителей с целью повышения безопасности производства 27
- Заболотный Д.А., Новикова В.Д., Закурдаев В.В., Давыдова Е.В.** Модернизация блока компримирования углекислого газа с целью повышения безопасности производства 32

Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделий

- Крашенинникова О.В., Сидоров В.Г.** Твёрдотельное моделирование каркаса хвостовой части ракеты в cad-системе компас-3D 37
- Проценко М.С., Кутин А.А.** Интерпретатора технологического кода. Архитектурные и алгоритмические сложности..... 42

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Машины, агрегаты и технологические процессы

- Погребная И.А., Михайлова С.В.** Оптимизация производственных процессов с применением сильных магнитных полей 51

Роботы, мехатроника и робототехнические системы

- Польский В.А. Иванов Е.В.** Композиционное управление плоскопараллельным тросовым манипулятором с учетом упругости звеньев 55
- Тимофеев А.Н., Дохов Д.О.** Трехпалое захватное устройство для манипулирования объектами в ограниченных пространствах малого объема 62

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

- Курмазова Н.А., Щербатюк А.П.** Комплексное снижение техногенной нагрузки на воздушную среду населенного пункта в зоне воздействия угольного разреза, в условиях Забайкалья 69

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

- Блинова А.Л., Молоткова Т.В.** Анализ процесса формирования профессионально важных качеств метрологов в высших учебных заведениях 73
- Блинова А.Л., Чернова А.В., Молоткова Т.В.** Вопросы создания интегрированных систем менеджмента для рыбной отрасли на основе менеджмента качества, безопасности пищевой продукции и экологического менеджмента 77
- Горелик А.В., Истомин А.В., Кузьмина Е.В.** Теоретико-игровая модель для оптимизации повторного расписания технического обслуживания железнодорожной инфраструктуры ... 81
- Тимчук Е.Г., Глебова Е.В., Лаптева Е.П., Блинова А.Л.** Методический подход к интеграции систем менеджмента на предприятиях рыбной отрасли 89
- Ходикова А.В., Семакин Ф.Н., Спиридонова А.А., Семакина М.В., Копылова Е.В.** Квалификация оборудования в современных лабораториях: роль ламинарных боксов и боксов микробиологической безопасности в контроле качества продукции 94

Региональная и отраслевая экономика

- Дубровская Т.В., Стародубцева А.А.** Оценка инвестиционной привлекательности промышленных предприятий 101
- Куликова Е.С., Рущицкая О.А., Кружкова Т.И., Рущицкий Л.** Аспекты производства продукции животноводства в России: анализ и ключевые факторы роста..... 105
- Романов С.А., Прокопьева А.В., Романов И.А., Жильцов П.А., Пожарнов И.А.** Роль фармацевтических кластеров в развитии региональной экономики РФ..... 109
- Jigeer Shawuya, Koroleva E.V.** Phygitalization of the Financial Sector: Case Study of China..116

Финансы

- Кравченко Е.Н., Кравченко Е.А., Радионова Е.А.** Инструменты финансовой поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства в рамках действующей экосистемы МСП 125
- Хлынов А.С., Леонтьев Д.Н.** Региональные практики поддержки некоммерческого сектора в России: обзор и перспективы совершенствования 130

Менеджмент

- Донгак Б.А., Монгуш О.Н., Доржу Л.-С.М., Сарыг-Хаа Э.Э.** Государственные цифровые платформы: проектирование и использование в системе государственных услуг..... 134
- Перевозникова Е.В., Рытова Н.А., Хасанова Е.В.** Роль информации в компенсации энтропийных эффектов в социально-экономической системе 138
- Прокопьева А.В.** Система инструментария маркетингового продвижения для маркетплейсов..... 143

Contents

INFORMATION TECHNOLOGY

Mathematical Modeling and Numerical Methods

- Bukaev A.R., Khismatullin A.S.** Analysis of Software for Cutting Slab Materials 8
- Djeguede Adeyemi Marc Aurele Emmanuel, Salpagarov S.I.** New Statistical and Entropy Approaches to Feature Selection for Network Traffic Classification 13
- Dragomirov D.S.** Using Statistical Methods to Generate Text Annotations 22
- Zabolotny D.A., Zakurdaev V.V., Novikova V.D., Davydova E.V.** Modeling of the Solvent Regeneration Unit to Enhance Production Safety..... 27
- Zabolotny D.A., Novikova V.D., Zakurdaev V.V., Davydova E.V.** Modernization of the Carbon Dioxide Compression Unit to Improve Production Safety 32

Engineering geometry and computer graphics. Digital life support product cycle

- Krashenninnikova O.V., Sidorov V.G.** Solid-State Modeling of the Rocket Tail Section Frame in the Compass-3d CAD System..... 37
- Protsenko M.S., Kutin A.A.** Development of the Basic Functions of the Technological Code Interpreter Program. Architectural and Algorithmic Complexities..... 42

MECHANICAL ENGINEERING

Machines, Units and Processes

- Pogrebnaya I.A., Mikhaylova S.V.** Optimization of Production Processes Using Strong Magnetic Fields 51

Robots, Mechatronics and Robotic Systems

- Polsky V.A., Ivanov E.V.** The Kinematics of a Three-Stage Cable-Driven Parallel Manipulator, Regarding the Elasticity and Weight of the Links 55
- Timofeev A.N., Dokhov D.O.** A Three-fingered Gripper for Manipulating Objects in Small Volume Spaces 62

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

- Kurmazova N.A., Shcherbatyuk A.P.** Comprehensive Reduction of Man-Made Load on the Air Environment of a Settlement in the Impact Zone of a Coal Mining Open-Cut in the Conditions of Transbaikalia..... 69

ECONOMIC SCIENCES

Product Quality Management. Standardization. Organization of Production

Blinova A.L., Molotkova T.V. Analysis of the Process of Formation of Professionally Important Qualities in Higher Educational Institutions	73
Blinova A.L., Chernova A.V., Molotkova T.V. Issues of Creating Integrated Management Systems for the Fishing Industry Based on Quality Management, Food Safety and Environmental Management	77
Gorelik A.V., Istomin A.V., Kuzmina E.V. Game Theoretic Approach for Railway Infrastructure Maintenance Schedule Reoptimization	81
Timchuk E.G., Glebova E.V., Lapteva E.P., Blinova A.L. Methodological Approach to Management System Integration at the Enterprises of the Fishing Industry	89
Khodikova A.V., Semakin F.N., Spiridonova A.A., Semakina M.V., Kopylova E.V. Equipment Qualification in Modern Laboratories: The Role of Laminar Flow and Microbiological Safety Boxes in Product Quality Control	94

Regional and Sectoral Economics

Dubrovskaya T.V., Starodubtseva A.A. Assessment of Investment Attractiveness of Industrial Enterprises	101
Kulikova E.S., Rushitskaya O.A., Kruzhkova T.I., Rushchitsky L. Aspects of Livestock Production in Russia: Analysis and Key Growth Factors	105
Romanov S.A., Prokopyeva A.V., Romanov I.A., Zhiltsov P.A., Pozharnov I.A. The Role of Pharmaceutical Clusters in the Development of the Regional Economy of the Russian Federation	109
Jigeer Shawuya, Koroleva E.V. Phygitalization of the Financial Sector: Case Study of China..	116

Finance

Kravchenko E.N., Kravchenko E.A., Radionova E.A. Instruments of Financial Support for Small and Medium-Sized Enterprises within the Framework of the Existing SME Ecosystem	125
Khlynov A.S., Leontiev D.N. Regional Practices for Supporting the Non-Profit Sector in Russia: An Overview and Prospects for Improvement	130

Management

Dongak B.A., Mongush O.N., Dorzhu L.-S.M., Saryg-Haa E.E. Government Digital Platforms: Design and Use in the Public Service System	134
Perevoznikova E.V., Rytova N.A., Hasanova E.V. The Role of Information in Compensation of Entropy Effects in the Socio-Economic System	138
Prokopieva A.V. A System of Marketing Promotion Tools for Marketplaces	143

УДК 33

А.Р. БУКАЕВ, А.С. ХИСМАТУЛЛИН

Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Салават

АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСКРОЯ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ключевые слова: мебельная промышленность; программное обеспечение; производственные процессы; цифровизация.

Аннотация. Программное обеспечение играет ключевую роль в раскрое плитных материалов в мебельной промышленности, обеспечивая автоматизацию, интеграцию и повышение качества продукции. Современные системы проектирования, такие как *BestCut*, *Cutting*, *Базис-Раскрой* и *T-FLEX*, дают возможность дизайнерам создавать точные 3D-модели, что ускоряет разработку новых изделий и улучшает их качество. Цель данного исследования – анализ программного обеспечения для раскроя плитных материалов в мебельной отрасли и оценка его влияния на производственный цикл. Гипотеза исследования заключается в том, что внедрение цифровых технологий значительно улучшает процессы раскроя и повышает производительность в мебельной промышленности. Методы исследования включают сравнительный анализ программного обеспечения, оценку эффективности внедрения цифровых двойников и сбор данных о производственных показателях предприятий. Результаты исследования подчеркивают важность интеграции современных технологий в производственные процессы для повышения их качества и эффективности. Работа также рассматривает преимущества и трудности внедрения цифровых технологий и предлагает рекомендации по их эффективному использованию с целью повышения конкурентоспособности на современном рынке. Таким образом, выбор программного обеспечения определяется спецификой бизнеса, уровнем опыта пользователя и функциональными требованиями, а также готовностью внедрять современные технологии, такие как нейронные сети,

которые повышают эффективность, улучшают прогнозирование и оптимизируют процессы раскроя.

Современная мебельная промышленность сталкивается с рядом сложных задач, связанных с высокими ожиданиями потребителей, быстрым развитием технологий и жесткой конкурентной средой. В таких условиях предприятия вынуждены искать инновационные подходы для повышения эффективности производственных процессов и улучшения качества конечной продукции. Одним из ключевых факторов, способствующих достижению этих целей, является внедрение программного обеспечения [2].

Использование специализированного программного обеспечения позволяет значительно увеличить скорость операционных процессов за счет автоматизации отдельных задач. Внедрение современных систем проектирования и моделирования, таких как *Best Cost*, *Cutting*, *Basic Cutting*, *T-FLEX*, помогает технологам создавать оптимальные технологические карты раскроя и трехмерные модели. Это не только ускоряет разработку новых продуктов, но и помогает повысить их качество.

Цель настоящего исследования заключается в анализе программного обеспечения, предназначенного для раскроя плитных материалов в мебельной отрасли, а также в оценке его воздействия на различные этапы производственного цикла. Кроме того, работа рассматривает как преимущества, так и сложности, возникающие при внедрении цифровых технологий, и предлагает рекомендации по их эффективному применению для повышения конкурентоспособности предприятий в условиях современного

Таблица 1. Преимущества и недостатки программных обеспечений

Программное обеспечение	Преимущества	Недостатки
<i>BestCut</i>	Оптимизация раскроя. Поддержка виртуального склада. Удобный интерфейс для мебельной отрасли	Ограниченность по отраслям (в основном мебель)
<i>Cutting</i>	Удобство для универсального применения. Высокоскоростные алгоритмы раскроя	Меньше специализированных функций для мебели
Базис-Раскрой	Наглядный интерфейс. Полная статистика раскроя. Возможность ручного редактирования карт	Более узкая специализация на мебельной продукции
<i>T-FLEX</i>	Параметрическое моделирование 2D/3D. Интуитивно понятное проектирование. Широкий набор инструментов для документации	Может быть сложен для пользователей без опыта работы с CAD-системами

рынка.

Внедрение автоматизации помогает снизить влияние человеческого фактора, что, в свою очередь, снижает вероятность возникновения ошибок и дефектов, а также повышает точность выполнения технологических операций. Кроме того, использование цифровых технологий при проектировании и моделировании продукции обеспечивает гибкость и оперативность реагирования на меняющиеся требования рынка и конкретные запросы клиентов.

Далее рассмотрим актуальное состояние доступных программ для раскроя плитных материалов.

BestCut – программа для оптимального раскроя листовых материалов, разработанная для мебельной промышленности с целью автоматизации задач, связанных с раскроем и расчетом стоимости материалов и услуг. Эта комплексная система способствует эффективному использованию материалов, генерируя оптимальные карты раскроя. Она поддерживает неограниченное количество панелей и деталей для распила, имеет виртуальный склад для учета листовых и кромочных материалов, а также выполняет автоматический расчет площадей листов, длины резов, коэффициента использования и расхода кромок. Программа позволяет импортировать детали из других приложений и создавать пользовательские библиотеки типовых модулей, что значительно упрощает и ускоряет процесс формирования заказов. Кроме того, *BestCut* обеспечивает как автоматическое, так и руч-

ное управление остатками с учетом локальной сети [5].

Cutting – программа, предназначенная для создания оптимальных раскроев материалов в прямоугольной форме. Она подходит для резки различных материалов, таких как стекло и дерево, и находит применение в мебельном, деревообрабатывающем и оконном производстве. Алгоритмы, лежащие в основе программы, обеспечивают высокую скорость работы и минимизацию отходов. Программы семейства *Cutting* работают на операционных системах *Windows* и предлагают пользователю интуитивно удобный интерфейс. Ключевыми характеристиками являются оптимизация раскроя с учетом текстуры и размеров заготовок и возможность ручного редактирования результатов.

Базис-Раскрой – это современное программное обеспечение с интуитивно понятным интерфейсом, предназначенное для автоматизированного формирования карт раскроя прямоугольных заготовок. Программа предоставляет статистику по площади заготовок, длине резов, коэффициенту использования материалов и полезным обрезкам, что оптимизирует процессы резки и улучшает использование материалов. Основные функции включают: создание карт раскроя с учетом текстуры и размеров плит, генерацию альтернативных вариантов, визуализацию контуров деталей, автоматическую оптимизацию партий и расчет стоимости раскроя, а также двухуровневый раскрой с возможностью интеграции с другими програм-

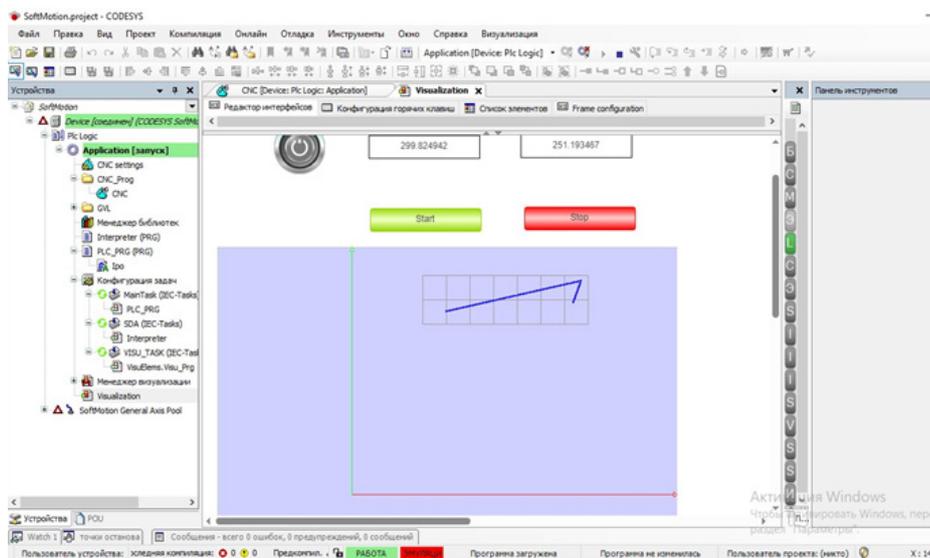


Рис. 1. Реализация алгоритма работы цифрового двойника

мами [7].

T-FLEX – программа для автоматизации расчета и построения оптимальных схем раскроя листового материала. Она решает задачи раскроя листов на карты или полосы, регулярного раскроя плоских деталей и нерегулярного раскроя группы разнородных деталей на плоской заготовке. Это профессиональная *CAD*-система, которая объединяет *2D*- и *3D*-моделирование с инструментами для оформления чертежей по Единой системе конструкторской документации (*ЕСКД*). *T-FLEX CAD* полностью параметрическая и использует инновационный подход к проектированию моделей, связывая элементы через параметры и геометрические отношения. Пользователи могут создавать библиотеки чертежей и *3D*-моделей самостоятельно благодаря набору встроенных инструментов. Основные преимущества системы – мощное геометрическое ядро, автоматизация проектирования и управление большими сборками, что обеспечивает высокую скорость решения конструкторских задач [6].

Рассмотрим преимущества и недостатки программных обеспечений *BestCut*, *Cutting*, *Базис-Раскрой*, *T-FLEX* (табл. 1).

В дополнение к ранее упомянутому в этой работе будет рассмотрена концепция цифрового двойника, представляющая собой виртуальную модель физического объекта или процесса. Цифровой двойник предоставляет

инструменты для анализа, оптимизации и прогнозирования, что особенно полезно при раскрое плитных материалов в мебельной промышленности. Эта технология значительно повышает эффективность и качество производственных процессов, позволяя более точно планировать раскрой и минимизировать остатки материалов.

CoDeSys – это современный инструмент для программирования контроллеров, название которого является акронимом от «*Controllers Development System*». Эта среда программирования предлагает удобные возможности для разработки на языках, соответствующих международному стандарту МЭК 61131-3. Важно отметить, что редакторы и отладочные средства *CoDeSys* основаны на знакомых принципах, что делает их удобными для специалистов с опытом работы в других популярных средах, таких как *Visual C++*.

В мебельном производстве цифровой двойник выполняет важные функции, такие как проектирование изделий, обучение персонала и анализ производительности. Он позволяет моделировать конструкции для оптимизации раскроя, что повышает эффективность использования материалов. Виртуальные симуляции процессов могут ускорить обучение сотрудников.

Преимущества цифрового двойника включают оптимизацию процессов, снижение затрат

и прогнозирование потребностей. Моделирование разных сценариев раскроя помогает минимизировать отходы, сокращая время на выполнение работ. Анализ данных позволяет выявлять узкие места и оптимизировать ресурсы, снижая затраты на сырье [1; 4].

С учетом текущих и исторических данных цифровой двойник помогает предсказывать потребности в материалах и производственных мощностях, а также заранее выявлять потенциальные проблемы. Он позволяет тестировать изменения в дизайне и технологии без физических вмешательств, что улучшает качество продукции. Интеграция с ERP-системами обеспечивает координацию всех этапов производства, учитывая параметры материалов и оборудования для создания реалистичных сценариев раскроя.

Таким образом, программные продукты *BestCut*, *Cutting*, *Базис-Раскрой* и *T-FLEX* имеют уникальные особенности для разных отраслей и пользователей. *BestCut* фокусируется на мебельной промышленности, *Cutting* и *Базис-Раскрой* предлагают универсальные функции, а *T-FLEX* выделяется возможностями 3D-моделирования, хотя сложен в использовании.

Выбор программы зависит от специфики бизнеса, уровня опыта пользователя и требований к функционалу, а также готовности к внедрению технологий, таких как цифровые двойники. Эти технологии повышают эффективность, улучшают прогнозирование и способствуют оптимизации процессов раскроя, улучшая качество и снижая затраты в мебельном производстве.

Список литературы

1. Давлетшин, Р.А. Исследование нечеткого регулятора на основе трехфазного сепаратора нефти и газа / Р.А. Давлетшин, А.С. Хисматуллин, А.Э. Ахметов // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – № 12(102). – С. 150–154.
2. Евдокимова, С.А. Разработка подсистемы автоматизации раскроя материалов для производства мебели по индивидуальным заказам: дисс. ... канд. техн. наук / С.А. Евдокимова. – Воронеж, 2003. – 173 с.
3. Нерсесян, А.К. Роль программного обеспечения в ускорении производственных процессов в мебельной индустрии / А.К. Нерсесян // Вестник науки. – 2024. – № 9(78).
4. Bashirov, M.G. Modeling and Improvement of the Cathode Protection System of Pipelines of Gas Distribution Networks / M. G. Bashirov, A. S. Khismatullin, D. N. Bilalova // Proceedings – 2021 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2021. – Sochi : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021. – P. 596–600.
5. Bestcut [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bestcut.by>.
6. Топ Системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.tflex.ru>.
7. БАЗИС-Раскрой [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.bazisoft.ru/products/bazis_raskroi.

References

1. Davletshin, R.A. Issledovaniye nechetkogo regul'yatora na osnove trekhfaznogo separatora nef'ti i gaza / R.A. Davletshin, A.S. Khismatullin, A.E. Akhmetov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2019. – № 12(102). – S. 150–154.
2. Yevdokimova, S.A. Razrabotka podsistemy avtomatizatsii raskroya materialov dlya proizvodstva mebeli po individual'nym zakazam: diss. ... kand. tekhn. nauk / S.A. Yevdokimova. – Voronezh, 2003. – 173 s.
3. Nersesyan, A.K. Rol' programmnoy obesp'echeniya v uskorenii proizvodstvennykh protsessov v mebel'noy industrii / A.K. Nersesyan // Vestnik nauki. – 2024. – № 9(78).
4. Bashirov, M.G. Modeling and Improvement of the Cathode Protection System of Pipelines of Gas Distribution Networks / M. G. Bashirov, A. S. Khismatullin, D. N. Bilalova // Proceedings – 2021 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2021. – Sochi : Institute of Electrical and

Electronics Engineers Inc., 2021. – P. 596–600.

5. Bestcut [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.bestcut.by>.
 6. Top Sistemy [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.tflex.ru>.
 7. BAZIS-Raskroy [Electronic resource]. – Access mode : https://www.bazisoft.ru/products/bazis_raskroi.
-

© А.Р. Букаев, А.С. Хисматуллин, 2024

УДК 68

ДЖЕГЮЕДЕ АДЕЙЕМИ МАРК АУРЕЛЕ ЭММАНУЭЛЬ, С.И. САЛПАГАРОВ
 ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени
 Патриса Лумумбы», г. Москва

НОВЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЙ И ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ ПРИЗНАКОВ ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ СЕТЕВОГО ТРАФИКА

Ключевые слова: анализ главных компонент; модели классификации; сетевой трафик; свертка; энтропия.

Аннотация. В машинном обучении отбор наиболее информативных признаков входных данных является очень важным этапом, цель которого заключается не только в снижении затраченного времени на обучение конкретной модели, но еще и по возможности в улучшении показателей обучаемой модели. Целью данной работы является исследование влияния двух предложенных параметрических алгоритмов снижения размерности на качество прогнозирования классов интернет-трафика на основе набора данных *NSL-KDD*. Первый алгоритм вырабатывает статистический фильтр, позволяющий установить критерий значимости атрибутов в разделении классов между собой. Второй предложенный алгоритм снижает размерность входных обучающих векторов за счет поиска линейной зависимости между признаками, используя при этом энтропию и сверки законов распределения признаков. Проведенные эксперименты с использованием моделей машинного обучения, такие как дерево решения, метод опорных векторов, наивный байесовский классификатор и *K*-ближайших соседей показывают, что энтропийный алгоритм в 80 % случаев превосходит по показателям точности, полноты и *F1*. Аналогичные алгоритмы – метод главных компонент, гребневая регуляризация регрессии, в то время как наш статический фильтр по своим показателям сравним с перечисленными методами. Данные результаты показывают, что предложенные алгоритмы эффективны и могут быть применены как альтернатива традиционным алгоритмам.

Введение

Быстрое развитие информационных технологий в 21-ом веке оказало неоспоримое положительное влияние на качество жизни населения разных стран в целом, так как трудно вспомнить сегодня отрасли жизнедеятельности, у которых нет соприкосновения с сетевыми и цифровыми технологиями. Наряду с этими важными достижениями для общества наблюдаются также растущие опасные тенденции, связанные с использованием уязвимости этих информационных систем с целью получения несанкционированного доступа к информации и нанесения вреда. Защита от последствий этих опасных проявлений находит свое научное обоснование в разных областях математики и смежных наук. Машинное обучение и глубокое обучение как далекие ответвления математики за последние десятилетия оказали наиболее значимое влияние на решение задачи о защите информационных систем и обнаружении злоумышленных действий в сети. Тогда на свете появились разные системы обнаружения вторжения (*IDS*) на основе различных моделей классификации машинного обучения и нейронных сетей. Из-за вычислительных сложностей этих моделей задача о снижении размерности обучающей выборки была и остается актуальной для многих исследовательских групп по всему миру. Эта задача приобретает особую важность для квазилинейных моделей, так как она не только снижает размерность и вычислительную сложность, а улучшает качество прогнозов данных моделей. В данной работе мы предлагали два алгоритма снижения размерности обучающей выборки. Данные алгоритмы были обосно-

Таблица 1. Признаки набора данных *NSL-KDD*

1. <i>duration</i>	15. <i>su_attempted</i>	29. <i>same_srv_rate</i>
2. <i>protocol_type</i>	16. <i>num_root</i>	30. <i>diff_srv_rate</i>
3. <i>service</i>	17. <i>num_file_creations</i>	31. <i>srv_diff_host_rate</i>
4. <i>flag</i>	18. <i>num_shells</i>	32. <i>dst_host_count</i>
5. <i>src_bytes</i>	19. <i>num_access_files</i>	33. <i>dst_host_srv_count</i>
6. <i>dst_bytes</i>	20. <i>num_outbound_cmds</i>	34. <i>dst_host_same_srv_rate</i>
7. <i>land</i>	21. <i>is_host_login</i>	35. <i>dst_host_diff_srv_rate</i>
8. <i>wrong_fragment</i>	22. <i>is_guest_login</i>	36. <i>dst_host_same_src_port_rate</i>
9. <i>urgent</i>	23. <i>count</i>	37. <i>dst_host_srv_diff_host_rate</i>
10. <i>hot</i>	24. <i>srv_count</i>	38. <i>dst_host_error_rate</i>
11. <i>num_failed_logins</i>	25. <i>error_rate</i>	39. <i>dst_host_srv_error_rate</i>
12. <i>logged_in</i>	26. <i>srv_error_rate</i>	40. <i>dst_host_error_rate</i>
13. <i>num_compromised</i>	27. <i>error_rate</i>	41. <i>dst_host_srv_error_rate</i>
14. <i>root_shell</i>	28. <i>srv_error_rate</i>	

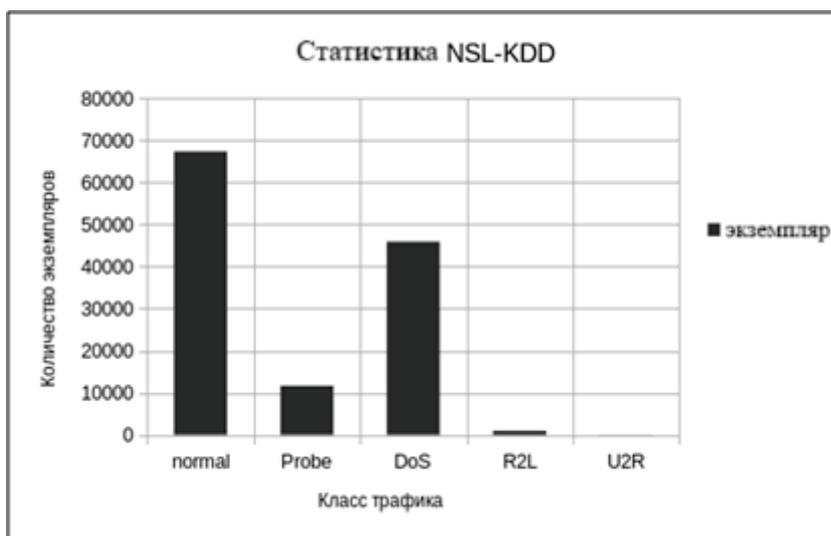


Рис. 1. Распределение данных после объединения классов

ваны, доказаны математически и проверены на наборе данных *NSL-KDD*.

Материалы и методы

В текущих исследованиях используется набор данных *NSL-KDD* из репозитория канадского института кибербезопасности, который представляет собой улучшенную версию *KDD'99*.

NSL-KDD содержит 41 признак, представленный в табл. 1. Среди них встречаются в основном атрибуты вещественного типа (с индексами 1, 5–11, 13–20, 23–41), категориального типа (2, 3, 4) и бинарного типа (12, 21, 22).

В *NSL-KDD* представлены данные из 23 классов, среди которых большое число малочисленных классов. Проблемы, возникающие при применении модели машинного обучения

к несбалансированным данным, хорошо изучены в литературе, предложены разные решения. В этой работе мы пойдем путем объединения семантически близких классов. Процесс укрупнения классов породил пять классов статистики, которые показаны на рис. 1.

Класс «Probe» объединяет все трафики от приложений, цель которых – получение информации об удаленной жертве. Класс «U2R» создан на базе трафика приложений, ведущих к несанкционированному доступу к локальному суперпользователю (*root*) и к повышению привилегий. Класс «R2L» содержит трафик, генерируемый приложениями, цель которых – получить несанкционированный удаленный доступ к локальной машине.

Предложенный статистический фильтр отбора информативных признаков

Пусть $C = \{C_i\}_{(i=1)}^n$ множество классов в обучающей выборке $F = \{F_j\}_{(j=1)}^m$; $D(F_j)$ – область определения признака (атрибута) F_j ; $X = \{X_k\}_{(k=1)}^s$ – обучающая выборка $X_\gamma \in X$, можем писать $X_\gamma = (x_{\gamma 1}, x_{\gamma 2}, \dots, x_{\gamma m})$, так что $x_{\gamma t=0..m} \in D(F_t)$, определяем класс C_i , ассоциированный с вектором X_γ . Разделяем множество векторов $\{X_k\}_{(k=1)}^s$ на n кластеров $K_1 = \{X^1\}$, ..., $K_n = \{X^n\}$, таких что $K_1 \sim C_1, \dots, K_n \sim C_n$ и для двух любых K_u и K_v $\{X^u\} \cap \{X^v\} = \psi$. Ищем подмножество признаков Π_{ij} , позволяющее разделять кластеры $K_u = \{x_{u1}, x_{u2}, \dots, x_{um}\}$ и $K_v = \{x_{v1}, x_{v2}, \dots, x_{vm}\}$.

Признак F_j объявляется информативным для разделения кластеров K_u и K_v , если $\left| E(x_{uj}) - E(x_{vj}) \right| \geq \beta \max(\sigma_{x_{uj}}, \sigma_{x_{vj}})$, где $E(x_{ij}) = \sum P_u x_{ij}$. Данное неравенство проверяется для всех парных кластеров K_u и K_v . Сложность данного алгоритма можно оценить как $O(n, m) = m \times (n! / 2!(n-2)!)$.

По неравенству Чебышева имеем:

$$P\left(\left| E(x_{uj}) - x_{uj} \right| \geq \beta \sigma_{x_{uj}}\right) \leq 1 / \beta^2 \text{ и}$$

$$P\left(\left| E(x_{vj}) - x_{vj} \right| \geq \beta \sigma_{x_{vj}}\right) \leq 1 / \beta^2,$$

отсюда можно оценить вероятность F_j быть информативным:

$$P\left(\left| E(x_{uj}) - E(x_{vj}) \right| \geq \beta \max(\sigma_{x_{uj}}, \sigma_{x_{vj}})\right) \leq 1 / \beta^2.$$

Информационный подход – свертка энтро-

пии. Второй предложенный фильтр основан на поиске линейных зависимостей между признаками обучающей выборки. Пусть X , Y и Z три случайные величины такие, что $Z = X + Y$. Из теории вероятности справедливо следующее выражение: $P(Z|X) = P(Y)$. Можно также писать, что $P(Z) = \sum_x P(Z|X) * P(X)$. Совмещая три предыдущие выражения, получаем формулу свертки $P(Z) = \sum_x P(Z - X) * P(X)$. Из теории информации энтропия определяется как $H(Z) = -\sum_z P(Z) \log(Z)$. Переписав выражение энтропии $H(Z)$ с учетом $P(Z)$, получаем окончательную формулу $H(Z) = -\sum_z \sum_x P(Y) * P(X) \log(\sum_x P(Y) * P(X))$. Из последней формулы следует соответствующий вывод: если в обучающей выборке найдется три признака X , Y и Z , проверяющие соотношение $|H(Z) + \sum_z \sum_x P(Y) * P(X) \log(\sum_x P(Y) * P(X))| < \zeta$, где $\zeta \rightarrow 0$, то они коллинеарные.

Литературный обзор

Исторически сложились два направления исследования в обеспечении сетевой безопасности. Первое направление – анализ содержимого сетевого трафика (полезной нагрузки), целью которого является распознавание образов вредоносных вирусов или запрещенного контента на основе их сигнатур. Такой подход релевантен исключительно для открытых и незашифрованных сетей. С момента появления криптографических протоколов, позволяющих шифровать содержимое трафика, применение предыдущего метода стало нецелесообразным. Из-за данного факта стал преобладать второй подход, ориентированный на анализ метаданных трафика. Для анализа метаданных трафика применяются традиционные модели машинного обучения, а также модели глубокого обучения (нейронные сети). Разные группы ученых по всему миру занимались исследованиями в этих направлениях.

М. Вишвакарма и др. [1] предлагают двух-этапную систему анализа трафика. На первом этапе разделяют данные на четыре группы в соответствии с типами данных (т.е. номинальные, целочисленные, двоичные и с плавающей запятой). Затем классифицируют их, используя различные версии классификатора Наивного Байеса. После этого используется стратегия большинства голосов, чтобы выбрать окончательный результат классификации. На втором этапе передаются те данные, которые были признаны нормальными на первом этапе и класси-

фицируются, используя эллиптическую модель классификации. Работа проведена с использованием стандартных наборов данных *NSL-KDD*, *UNSW_NB15* и *CIC-IDS2017*.

А. Таккар и др. [2] предлагают подход, сочетающий в себе методы автокодировщика (*AE*) и анализ главных компонент (*PCA*) для уменьшения размерности входных векторов обучающей выборки при анализе сетевого трафика. Предлагаемый подход направлен на то, чтобы уловить как линейные, так и нелинейные связи между признаками, составляющими входные данные. Проведенные эксперименты, используя приведенный смешанный метод снижения размерности, показывают улучшение точности классификации модели *LSTM* для наборов данных *NSL-KDD* на 3 %, *UNSW-NB15* на 1 %, *CIC-IDS-2017* на 1 % и *MSCAD* на 0 %.

Р. Харини и др. [3] предлагают трехступенчатый метод обнаружения вторжений и прогнозирования редких малочисленных атак. Первый уровень использует взвешенную глубокую нейронную сеть (*WDNN*) для идентификации подозрительного трафика. Образцы подозрительного трафика передаются на второй уровень. Второй уровень использует сверточные нейронные сети (*CNN*) и модели (*LSTM*) для обнаружения более укрупненных классов атак. Обнаруженные образцы укрупненных классов на втором уровне передаются на третий уровень, где используется алгоритм *XGBoost* для определения малочисленных классов атак. Для снижения размерности обучающей выборки используется метод «хи-квадрат».

Выбор оптимального количества признаков из огромного набора данных критически важен для оптимизации производительности систем обнаружения вторжений (*IDS*) и является постоянным объектом исследования. Многие подходы снижения размерности основаны на генетических алгоритмах, таких как алгоритмы дифференциальной эволюции (*DE*). Однако основным недостатком алгоритмов дифференциальной эволюции является проблема преждевременной сходимости, которая приводит к возрастанию ложно-положительного срабатывания системы обнаружения вторжения. М. Фарис и др. [4] предлагают новую стратегию мутации при дифференциальной эволюции, чтобы облегчить преждевременную конвергенцию. Новая мутация достигается за счет изменения коэффициента мутации в *DE* алгорит-

мах на основе стратегии *K*-ближайших соседей (*KNN*). Предложенный алгоритм на наборе данных *NSL-KDD* повышает точность классификации до 99,66 % и снижает ложно-положительное срабатывание до 0,464 %, отбирая при этом только шесть признаков.

Сетевые потоки имеют четкую иерархическую структуру, которая не полностью учитывается существующими методами извлечения признаков. Как результат, злонамеренные атаки не могут быть полностью отражены. Для решения вышеупомянутых проблем Ю. Ли и др. [5] предложили новый метод обнаружения сетевых вторжений на основе иерархической и динамической структуры извлечения признаков (*HDFEF*).

Дж.С. Абасси и др. [6] предлагают два метода извлечения и снижения размерности признаков, основанных на автоэнкодерах и оптимизированном алгоритме обнаружения обрывов для улучшения систем предотвращения вторжений.

К.Дж. Махсур и др. [7] предложили систему обнаружения вторжения (*IDS*) для облачных и веб-сервисов на основе гибридных мягких вычислений. В данной работе использовалась модель глубокого обучения в виде рекуррентных нейронных сетей *LSTM* для классификации трафика. На этапе предобработки данных и отбора признаков была применена модифицированная версия оптимизационного алгоритма *Manta-ray foraging* для выбора оптимальных признаков. Предложенная система *IDS* была проверена с использованием эталонных наборов данных *DARPA LLS DDoS-1.0*, *CICIDS-2017* и *CSIC-2010*. Предложенная система существенно снижает частоту ложноположительных срабатываний для облачной среды.

А.В. Турукмане и др. [8] предлагали систему классификации трафика, основанную на модифицированном алгоритме опорных векторов. Суть модификации метода опорных векторов заключается в применении метаэвристического оптимизационного алгоритма *MRA* для поиска оптимальных гиперпараметров модели. В данной работе отбор признаков осуществляется при помощи модифицированного сингулярного разложения (*M-SVD*), в дальнейшем к отобраным признакам применяется оптимизационный алгоритм «*Opposition-based Northern Goshawk Optimization algorithm (OngO)*» для поиска наиболее оптимальных из них.

Р.О. Огундокун и др. в исследовании [9] сравнивали две модели дерева решений и K -ближайшего соседа для обнаружения и классификации вторжений (*ID*). Обе модели используют алгоритм оптимизации роя частиц (*МРЧ*) для снижения размерности обучающей выборки. Метод роя частиц – это метод численной оптимизации.

О. Лифандали и др. в статье [10] использовали муравьиный алгоритм (*ACO*) и модель случайного леса для выбора оптимальных признаков как первый этап своей системы обнаружения вторжения. Второй этап предложенной системы использует изолированный случайный лес для классификации атак.

Э.А. Шамс и др. [11] разработали модель системы обнаружения вторжения *IDS* для транспортных средств. Для этих целей был сгенерирован синтетический трафик с использованием симуляторов *Simulator 3 (ns-3)* и *Simulation of Urban Mobility (SUMO)*. С применением сгенерированных данных была обучена модель сверточных нейронных сетей после отбора оптимальных признаков с помощью контекстно-зависимого метода. Результаты показывают, что предложенная модель более эффективна при идентификации трудно обнаруживаемых пассивных атак по сравнению с традиционными методами машинного обучения.

Результаты и обсуждения

В данной работе были предложены два алгоритма снижения размерности обучающей выборки. Первый алгоритм представляет собой статистический фильтр, устанавливающий доверительный интервал для отбора наиболее информативных признаков для классификации интернет-трафика. Второй алгоритм устанавливает критерий коллинеарности между разными признаками обучающей выборки, используя для этого формулу энтропии и закона распределения признаков.

Способность этих алгоритмов улучшать показатели классификации традиционных моделей (дерево решений, метод опорных векторов, наивный байесовский классификатор и K -ближайших соседей) была проверена в разных экспериментах. Также сравнены показатели, достигнутые классификаторами после применения предложенных алгоритмов, с полученными показателями после использования

традиционных алгоритмов снижения размерности – метода главных компонент (*PCA*), гребневой регуляризации для логистической регрессии в конфигурациях один против всех (*OVR*) и мультиномиальной. В качестве показателей классификации были использованы точность (*Precision*), полнота (*Recall*) и гармоническое среднее между точностью и полнотой (*F1*).

Применение предложенной статистической модели и энтропийной модели к дереву решений для обнаружения *DoS* атак показало максимальный стопроцентный результат для точности и *F1*-меры. Этот результат равен показателю метода главных компонент и показателю метода регуляризации логистической регрессии. Полнота показала результат на уровне 99 %. В целом можно сказать, что показатели предложенных алгоритмов находятся на уровне традиционных устоявшихся методов снижения размерности.

По обнаружению *Probe* атак оба предложенных алгоритма достигли 99 % по трем показателям (что выше достигнутого значения 98 %) методом главных компонент для трех метрик. Метод регуляризации также уступает нашим алгоритмам с показателями 97 % точности, 98 % полноты и 98 % для *F1* в варианте *OVR* и 97 % для *F1* в мультиномиальном варианте.

По классификации атак типа «*Remote to local*» наша статистическая модель достигла отметки 94 % для трех метрик. Энтропийная модель достигла 96 % точности, 93 % полноты и 94 % *F1*. Метод регуляризации позволил достичь отметки 96 % для всех трех метрик в мультиномиальном варианте. Показатели метода главных компонент достигли 89 % точности, 90 % полноты и 89 % *F1*, что существенно уступает показателям наших алгоритмов. Также показатели наших алгоритмов превосходят достигнутые показатели моделью дерева решения без снижения размерности обучающей выборки.

Результаты модели «Метод опорных векторов»

Связка нашего статистического алгоритма и метода опорных векторов показывала 99 % точности, 84 % полноты и 91 % *F1* для обнаружения нормального трафика; 96% точности, 92 % полноты и 95 % *F1* для обнаружения

DoS атак; 59 % точности, 95 % полноты и 70 % *F1* для обнаружения *Probe* атак; 15 % точности, 95 % полноты и 25 % *F1* для обнаружения атак «*Remote to local*».

Метод опорных векторов после применения нашего энтропийного алгоритма показывает 99 % точности, 89 % полноты и 94 % *F1* для классификации нормального трафика. Для *DoS* атак – 98 % точности, 94 % полноты и 96 % *F1*. Для *Probe* атак – 79 % точности, 95 % полноты и 85 % *F1*. Для «*Remote to local*» атак получили 15 % точности, 98 % полноты и 25 % *F1*.

Из классических методов снижения размерности наилучшие результаты для классификации нормального трафика у метода регуляризации с отметками 99 % точности, 89 % полноты и 94 % *F1*. Метод главных компонент достиг наивысших показателей для обнаружения *DoS* атак: 98 % точности, 92 % полноты и 95 % *F1*. Для обнаружения *Probe* атак метод главных компонент поможет достичь также наилучшие показатели: 70 % точности, 98 % полноты и 82 % *F1*. Метод регуляризации лучше всего проявляет себя при классификации «*Remote to local*» атак с показателями 15 % точности, 94 % полноты и 26 % *F1*.

Результаты наивного Байесовского классификатора

С помощью предложенного статистического метода байесовский классификатор достиг 99 % точности, 77 % полноты и 86 % *F1* для *DoS* атак. При классификации нормального трафика были получены следующие результаты: 88 % точности, 28 % полноты и 43 % *F1*. Для *Probe* атак были получены следующие показатели: 35 % точности, 85 % полноты и 50 % *F1*. Классифицируя «*Remote to local*» атак, получили 2 % точности, 93% полноты и 4 % *F1*.

Энтропийный метод позволяет достичь 79 % точности, 98 % полноты 88 % *F1* для *DoS* атак; 99 % точности, 76 % полноты и 86 % *F1* для нормального трафика. При классификации *Probe* атак получены результаты: 57 % точности, 52 % полноты и 54 % *F1*. Для «*Remote to local*» получены 8 % точности, 57 % полноты и 13 % *F1*.

Среди остальных алгоритмов снижения размерности метод главных компонент достиг наилучшие результаты при распознава-

нии нормального трафика со значениями 92 % точности, 83 % полноты и 88 % *F1*. При классификации *DoS* атак метод главных компонент также проявил себя наилучшим образом с 91 % точности, 89 % полноты и 90 % *F1*. Наивысшие показатели достигаются также методом главных компонент при классификации «*Probe*» и «*Remote to local*» с 49 % точности, 59 % полноты и 53 % *F1* и 12 % точности, 85 % полноты, 22 % *F1* соответственно.

Результаты *K*-ближайших соседей $K = 3$

Все рассмотренные алгоритмы снижения размерности по трем метрикам достигли 100 % во время классификации нормального трафика. При классификации *DoS* атак получены следующие результаты: 99 % точности, 100 % полноты и 99 % *F1* для всех алгоритмов за исключением мультиномиальной регуляризации, которая помогла достичь 99 % полноты.

После применения предложенного нами статистического метода модель *K*-ближайших соседей показывает 98 % точности, 97 % полноты и 98 % *F1* для *Probe* атак. Наш энтропийный метод позволяет достичь 98 % точности, 98 % полноты и 98 % *F1* при классификации *Probe* атак. Среди классических методов наилучшие результаты у метода главных компонент с 98 % точности, 97 % полноты и 98 % *F1*. Классификация «*Remote to local*» с применением нашего статистического метода показывает 94 % точности, 93 % полноты и 94 % *F1*. С помощью энтропийного метода достигаются отметки 94 % по всем трем метрикам. У метода регуляризации мультиномиальной логистической регрессии получены наилучшие результаты с отметками 97 % точности, 94 % полноты и 95 % *F1*.

Заключение

В рамках данной работы были предложены два метода снижения размерности входных данных. Первый метод основан на математической статистике и теории вероятности и позволяет вывести критерий значимости каждого атрибута в задаче классификации. Основанный на теории информации, второй предложенный метод использует энтропию и свертку законов распределения для определения корреляции между признаками. Наши предложенные мето-

ды были апробированы на моделях машинного обучения (дерево решения, метод опорных векторов, гауссовский наивный классификатор и K -ближайшие соседи с количеством соседей, равным трем) и сравнены с результатами других алгоритмов снижения размерности (метод главных компонент и регуляризация регрессии – *OVR* и мультиномиальной). Проведенные эксперименты на наборе данных *NSL-KDD* показывают, что:

- показатели, достигнутые деревом решения после использования обоих методов, превосходят аналогичные показатели после применения методов главных компонент для классов «*Probe*», «*Remote to Local*»;

- наш энтропийный метод в целом позволяет методу опорных векторов повысить свои показатели больше, чем все исследуемые методы снижения размерности для всех классов сетевого трафика.

- по улучшению показателей наивного байесовского классификатора наш энтропийный подход показывает более интересные результаты, чем остальные изученные методы;

- по улучшению качества прогнозирова-

ния алгоритма K -ближайших соседей ($n = 3$) в большинстве случаев энтропийный метод показывает результаты на уровне итогов классических методов снижения размерности, а в некоторых случаях превосходит их;

- установлена зависимость между ошибкой вычисления энтропии и показателями качества прогнозирования моделей машинного обучения (точность и среднее гармоническое значение точности и полноты); чем меньше ошибка вычисления энтропии, тем выше показатели качества прогнозирования моделей;

- дерево решения и K -ближайшие соседи более эффективны для классификации малочисленных трафиков, таких как «*Remote to local*».

Из всего перечисленного можно сделать вывод о способности предложенного энтропийного подхода в большинстве случаев наравне конкурировать с традиционными устоявшимися алгоритмами. Статистический метод, несмотря на перспективные результаты, полученные по отдельным моделям и классам трафика, нуждается в переосмыслении и в дополнительных работах.

Список литературы

1. Вишвакарма, М. Новая двухфазная система обнаружения вторжений с наивным байесовским машинным обучением для классификации данных и методом эллиптических конвертов для обнаружения аномалий / М. Вишвакарма, Н. Кессвани // Elsevier BV. – 2023. – Вып. 7. – С. 3–6.
2. Таккар, А. Объединение методов линейного и нелинейного уменьшения размерности для уменьшения признаков в системе обнаружения вторжений на основе LSTM / А. Таккар, Н. Кикани, Р. Геддам // Elsevier BV. – 2024. – Вып. 154. – С. 4–5.
3. Харини, Р. Эффективный метод обнаружения атак меньшинства в NIDS с использованием подхода глубокого обучения и выборки / Р. Харини, Н. Махешвари, С. Ганапати, М. Сивагами. – 2023. – Т. 78. – С. 469–482.
4. Фарис, М. Алгоритм, основанный на дифференциальной эволюции, с расширением зрелости для выбора функций в системе обнаружения вторжений / М. Фарис, М.Н. Махмуд, М.Ф. Мохд Салле, Б. Альшара. – 2023. – Вып. 81. – С. 178–192.
5. Ли, Ю. HDFEF: иерархическая и динамическая структура извлечения функций для систем обнаружения вторжений / Ю. Ли, Т. Цинь, Ю. Хуан, Дж. Лан, З. Лян и Т. Гэн // Computers & Security. – 2022. – Т. 121. – С. 102842.
6. Аббаси, Дж.С. Извлечение признаков на основе глубокого обучения и оптимизация сопоставления шаблонов для обнаружения вторжений с использованием конечного автомата / Дж.С. Аббаси, Ф. Башир, К.Н. Куреши, М.Н. уль Ислам, Г. Джеон // Computers & Electrical Engineering. – 2021. – Т. 92. – С. 4–7.
7. Махешвари, К.Г. Оптимальный выбор функций на основе кластера для системы обнаружения вторжений в среде веб- и облачных вычислений с использованием гибридной оптимизации обучения учителей, обеспечивающей глубокую рекуррентную нейронную сеть / К.Г. Махешвари,

К. Сива, Г. Налиниприя // *Computer Communications*. – 2023. – Т. 202. – С. 145–153.

8. Турукмане А.В. M-MultiSVM: эффективная система обнаружения сетевых вторжений с поддержкой выбора функций с использованием машинного обучения / А.В. Турукмане, Р. Девендиран // *Computers & Security*. – 2024. – Т. 137. – С. 3–8.

9. Огундокун, Р.О. Расширенная система обнаружения вторжений с использованием метода извлечения функций оптимизации роя частиц / Р.О. Огундокун, Дж.Б. Авотунде, П. Садику, Э.А. Аденийи, М. Абиодун, О.И. Дауда. – 2021. – Т. 193. – С. 504–512.

10. Лифандали, О. Выбор функций с использованием комбинации оптимизации муравьиных колоний и алгоритмов случайного леса, применяемых к системе обнаружения вторжений на основе изолированного леса / О. Лифандали, Н. Абгур, З. Чиба // *Procedia Computer Science*. – 2023. – Т. 220. – С. 796–805.

11. Шамс, Э.А. Система обнаружения вторжений на основе потоков в автомобильной специальной сети с использованием контекстно-зависимого извлечения функций / Э.А. Шамс, А. Ризанер, А.Х. Улусой // *Vehicle Communications*. – 2023. – Т. 41. – С. 10–12.

References

1. Vishvakarma, M. Novaya dvukhfaznaya sistema obnaruzheniya vtorzheniy s naivnym bayesovskim mashinnym obucheniyem dlya klassifikatsii dannykh i metodom ellipticheskikh konvertov dlya obnaruzheniya anomalii / M. Vishvakarma, N. Kessvani // Elsevier BV. – 2023. – Vyp. 7. – S. 3–6.

2. Takkar, A. Ob'yedineniye metodov lineynogo i nelineynogo umen'sheniya razmernosti dlya umen'sheniya priznakov v sisteme obnaruzheniya vtorzheniy na osnove LSTM / A. Takkar, N. Kikani, R. Geddam // Elsevier BV. – 2024. – Vyp. 154. – S. 4–5.

3. Kharini, R. Effektivnyy metod obnaruzheniya atak men'shinstva v NIDS s ispol'zovaniyem podkhoda glubokogo obucheniya i vyborki / R. Kharini, N. Makheshvari, S. Ganapati, M. Sivagami. – 2023. – Т. 78. – S. 469–482.

4. Faris, M. Algoritm, osnovanny na differentsial'noy evolyutsii, s rasshireniyem zrelosti dlya vybora funktsiy v sisteme obnaruzheniya vtorzheniy / M. Faris, M.N. Makhmud, M.F. Mokhd Salle, B. Al'shara. – 2023. – Vyp. 81. – S. 178–192.

5. Li, YU. HDFEF: iyerarkhicheskaya i dinamicheskaya struktura izvlecheniya funktsiy dlya sistem obnaruzheniya vtorzheniy / YU. Li, T. Tsin', YU. Khuan, Dzh. Lan, Z. Lyan i T. Gen // *Computers & Security*. – 2022. – Т. 121. – S. 102842.

6. Abbasi, Dzh.S. Izvlecheniye priznakov na osnove glubokogo obucheniya i optimizatsiya sopostavleniya shablonov dlya obnaruzheniya vtorzheniy s ispol'zovaniyem konechnogo avtomata / Dzh.S. Abbasi, F. Bashir, K.N. Kureshi, M.N. ul' Islam, G. Dzheon // *Computers & Electrical Engineering*. – 2021. – Т. 92. – S. 4–7.

7. Makheshvari, K.G. Optimal'nyy izbor funktsiy na osnove klastera dlya sistemy obnaruzheniya vtorzheniy v srede veb- i oblachnykh vychisleniy s ispol'zovaniyem gibridnoy optimizatsii obucheniya uchiteley, obespechivayushchey glubokuyu rekurrentnuyu neyronnuyu set' / K.G. Makheshvari, K. Siva, G. Nalinipriya // *Computer Communications*. – 2023. – Т. 202. – S. 145–153.

8. Turukmane A.V. M-MultiSVM: effektivnaya sistema obnaruzheniya setevykh vtorzheniy s podderzhkoy vybora funktsiy s ispol'zovaniyem mashinnogo obucheniya / A.V. Turukmane, R. Devendiran // *Computers & Security*. – 2024. – Т. 137. – S. 3–8.

9. Ogundokun, R.O. Rasshirennaya sistema obnaruzheniya vtorzheniy s ispol'zovaniyem metoda izvlecheniya funktsiy optimizatsii roya chastits / R.O. Ogundokun, Dzh.B. Avotunde, P. Sadiku, E.A. Adeniyi, M. Abiodun, O.I. Dauda. – 2021. – Т. 193. – S. 504–512.

10. Lifandali, O. Vybora funktsiy s ispol'zovaniyem kombinatsii optimizatsii murav'inykh koloniy i algoritmov sluchaynogo lesa, primenyayemykh k sisteme obnaruzheniya vtorzheniy na osnove

izolirovannogo lesa / O. Lifandali, N. Abgur, Z. Chiba // Procedia Computer Science. – 2023. – Т. 220. – S. 796–805.

11. Shams, E.A. Sistema obnaruzheniya vtorzheniy na osnove potokov v avtomobil'noy spetsial'noy seti s ispol'zovaniyem kontekstno-zavisimogo izvlecheniya funktsiy / E.A. Shams, A. Rizaner, A.KH. Ulusoy // Vehicle Communications. – 2023. – Т. 41. – S. 10–12.

© Джегюеде Адейеми Марк Ауреле Эммануэль, С.И. Салпагаров, 2024

УДК 004.85 004.852

Д.С. ДРАГОМИРОВ

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ АННОТАЦИЙ ТЕКСТОВ

Ключевые слова: аннотации текстов; генерация текста; статистические методы; токены.

Аннотация. Целью данной статьи стало рассмотрение вопросов применения данных методов в процессе генерации аннотаций для различных текстов. Задачами данной статьи стали рассмотрение основных видов статистических методов, а также выявление их главных достоинств и недостатков. Выводы: статистические методы генерации аннотаций основаны на анализе частотности слов и фраз в тексте. Главная идея заключается в том, что частота появления тех или иных слов в документе и в корпусе текстов может служить индикатором их значимости. Эти методы не учитывают семантические связи между словами, но позволяют быстро и эффективно анализировать большие объемы текстовых данных [3].

Актуальность темы статьи определена тем, что статистические методы генерации аннотаций играют важную роль в обработке и анализе текстов. Эти методы основаны на количественном анализе текста и позволяют автоматически создавать краткие описания или аннотации к текстовым документам.

В процессе генерации аннотаций используются следующие методы.

1. Статистические методы:

– мешок слов (*BoW*): представляет текст как мешок слов, игнорируя их порядок, но учитывая частоту, применяется для базового анализа текстов и простых задач классификации;

– *TF-IDF* (*Term Frequency-Inverse Document Frequency*): улучшает *BoW*, учитывая важность слов в документе по сравнению с их распространенностью в других документах,

широко используется для извлечения ключевых слов и базовых задач поиска.

2. Тематическое моделирование:

– *Latent Dirichlet Allocation (LDA)*: применяется для выявления скрытых тем в больших корпусах текстов. Это метод, основанный на вероятностном моделировании, который позволяет автоматически извлекать темы из текстов.

3. Методы на основе графов.

4. Экстрактивные методы: методы, направленные на выделение наиболее значимых частей текста (предложений, фраз) для создания аннотаций.

5. Абстрактные методы.

6. Методы глубокого обучения:

– рекуррентные нейронные сети (*RNN*): используются для обработки последовательностей данных, что делает их подходящими для задач генерации текста и машинного перевода; варианты *RNN*, такие как *LSTM* и *GRU*, справляются с проблемой долгосрочной зависимости в данных;

– трансформеры (*BERT*, *T5*, *PEGASUS*): современные модели, основанные на архитектуре трансформеров, демонстрируют превосходные результаты в задачах генерации и понимания текста благодаря механизму внимания, позволяющему учитывать контекст всех слов в предложении.

Далее подробно рассмотрим статистические методы генерации текста.

Первым шагом при использовании статистических методов при генерации аннотаций текстов является токенизация текста, то есть разбиение его на отдельные слова или токены.

Этот процесс включает в себя удаление знаков препинания, чисел и специальных символов, а также приведение всех слов к нижнему регистру. Дополнительно могут быть удалены стоп-слова – часто встречающиеся, но малозна-

Генерация текста в NLP

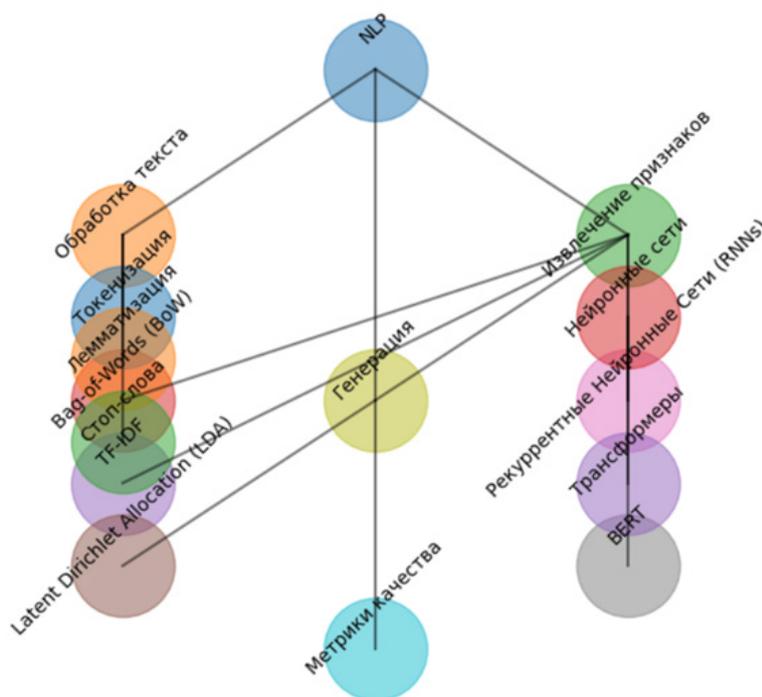


Рис. 1. Общая схема знаний о генерации аннотаций

чимые слова, такие как предлоги и союзы.

После токенизации осуществляется подсчет частоты каждого слова в документе. Для этого строится частотный словарь, где каждому слову соответствует количество его вхождений в текст. Этот словарь может быть представлен в виде вектора, где каждому уникальному слову соответствует определенная позиция, а значение на этой позиции – это количество вхождений слова в текст.

Далее рассмотрим два классических статистических метода для автоматической генерации аннотаций: модель мешка слов (*Bag-of-Words – BoW*) и модель взвешивания частотности терминов и обратной частотности документов (*Term Frequency-Inverse Document Frequency – TF-IDF*). Эти методы являются основополагающими в области обработки естественного языка (*Natural Language Processing – NLP*) и используются как базовые подходы для анализа текста и извлечения информации.

Модель мешка слов (*Bag-of-Words*)

Модель мешка слов представляет собой один из самых простых и интуитивно понятных

методов представления текста для дальнейшего анализа. В этой модели текст рассматривается как неупорядоченный набор слов, то есть «мешок», где каждый элемент – это слово из текста.

Принципы работы модели.

1. Токенизация текста. Процесс начинается с токенизации текста, то есть разбиения текста на отдельные слова или токены. Это может включать как простое разбиение по пробелам, так и более сложные методы, учитывающие знаки препинания и сложные составные слова.

2. Построение словаря. После токенизации из всех слов, встречающихся в тексте, формируется словарь. В словарь включаются все уникальные слова, встречающиеся в корпусе текстов, который будет использоваться для аннотирования.

3. Создание векторов. Для каждого документа создается вектор, в котором каждому слову из словаря соответствует определенная позиция. Значение на этой позиции – это частота появления данного слова в тексте. Таким образом, каждый документ представляется вектором фиксированной длины.

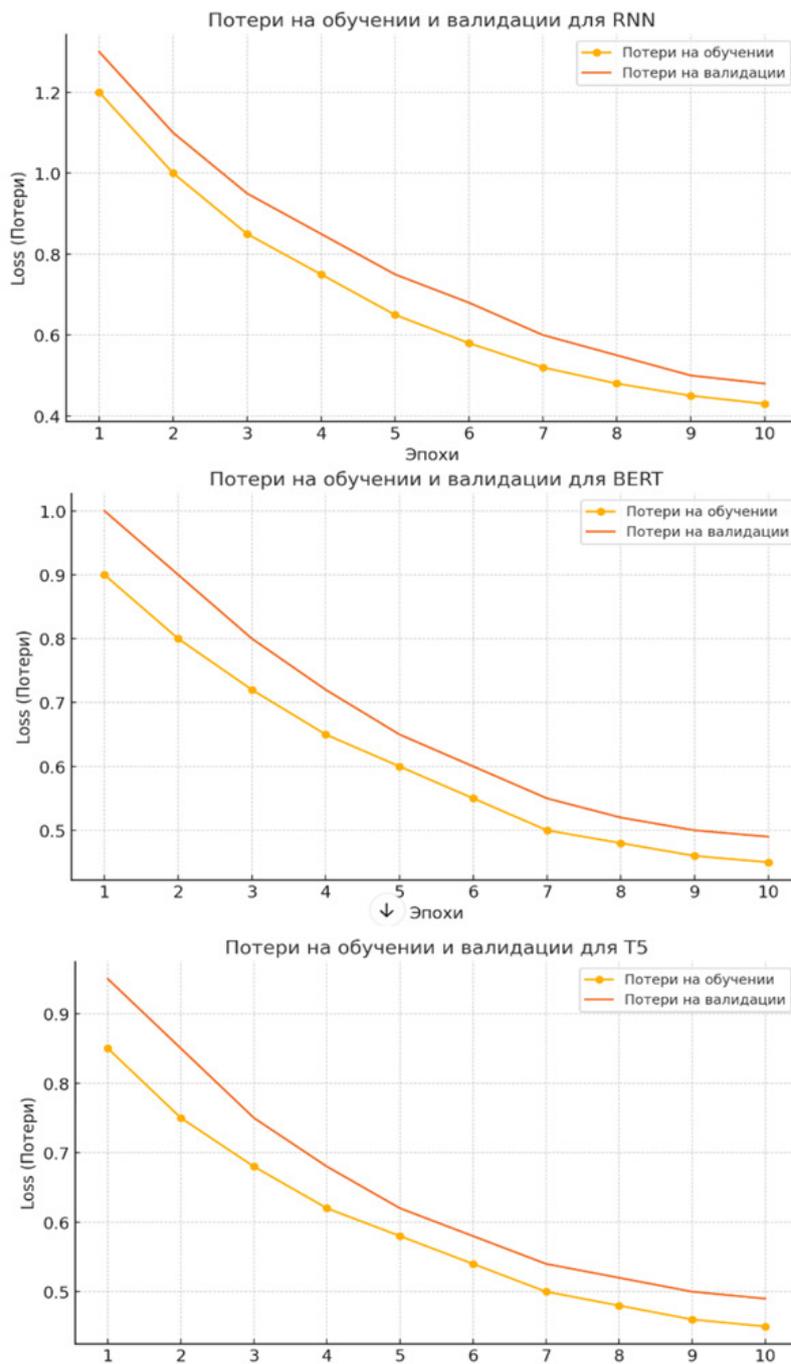


Рис. 2. Потери на обучении и валидации для моделей *RNN*, *BERT* и *T5* соответственно

Преимущества:

- простота и интуитивная понятность, модель легко реализовать и объяснить, что делает ее популярной для начальных этапов анализа текста;
- эффективность: векторное представление текста позволяет эффективно использовать различные алгоритмы машинного обучения.

Недостатки:

- потеря порядка слов: важной особенностью *BoW* является то, что она не учитывает порядок слов в тексте, что может привести к потере значимой информации;
- размерность: при большом количестве уникальных слов в корпусе размер векторов может значительно увеличиться, что требует боль-

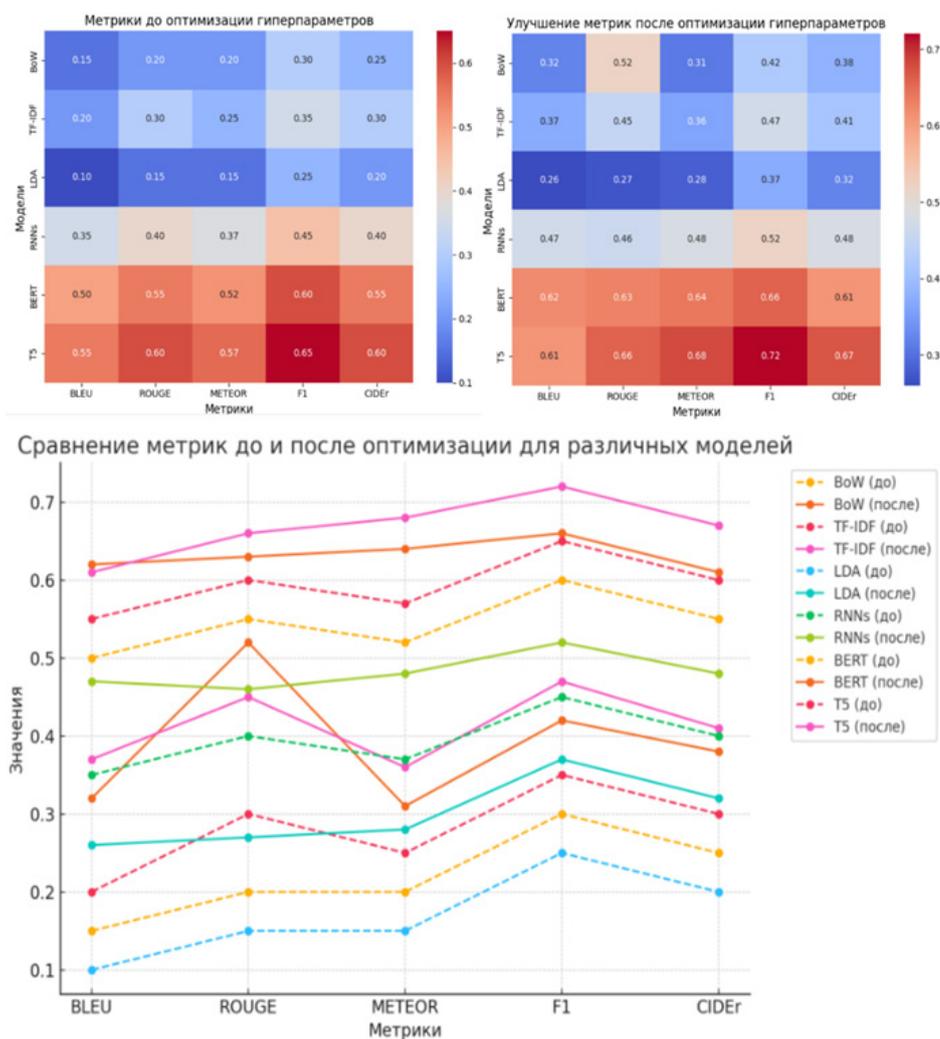


Рис. 3. Сравнение значений метрик до и после оптимизации гиперпараметров

ших вычислительных ресурсов;

– смысловая неоднозначность: модель не различает омонимы и многозначные слова, что может приводить к неправильной интерпретации текста.

Модель взвешивания частотности терминов и обратной частотности документов (TF-IDF)

TF-IDF представляет собой улучшенную версию модели мешка слов, которая учитывает не только частоту слов в отдельном документе, но и их распространенность в корпусе текстов. Этот метод позволяет выделить более значимые слова для конкретного документа, снижая влияние часто встречающихся, но малозначимых слов.

Преимущества следующие.

1. Учет значимости слов. *TF-IDF* учитывает не только частоту слова в документе, но и его распространенность в корпусе, что позволяет выделить более значимые термины.
2. Эффективность для больших корпусов. Метод хорошо работает на больших наборах данных, предоставляя релевантные результаты.

Недостатки следующие.

1. Потеря порядка слов. Как и *BoW*, *TF-IDF* не учитывает порядок слов, что может привести к потере контекста.
2. Не подходит для коротких текстов. Метод менее эффективен для коротких текстов, где сложно определить значимость слов.
3. Проблема синонимии: *TF-IDF* не учитывает синонимы и различные формы одного и того же слова, что может привести к раз-

дроблению значимой информации.

Примеры использования

Модели *Bag-of-Words* и *TF-IDF* широко используются в различных задачах анализа текста, таких как поиск информации, классификация текстов, кластеризация текстов.

Модели *Bag-of-Words* и *TF-IDF* являются основными инструментами в арсенале методов обработки текста. Они предлагают про-

стые и эффективные способы представления текстовых данных, что делает их популярными в различных областях: от поисковых систем до анализа больших данных. Однако, несмотря на свои преимущества, эти модели имеют ограничения, связанные с потерей контекста и порядком слов. В дальнейшем развитие методов обработки естественного языка будет направлено на преодоление этих ограничений и создание более точных и информативных моделей аннотирования текстов.

Список литературы

1. Автоматическая Генерация Аннотаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=21941497>.
2. Автоматическая генерация построения аннотации текста [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=42496567>.
3. Использование Модели T5 Для Генерации Названий Научных Статей На Основе Их Аннотаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=54618085>.
4. Обучение Gan (генеративно-сопоставительных сетей) созданию попиксельной аннотации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44223181>.

References

1. Avtomaticheskaya Generatsiya Annotatsiy [Electronic resource]. – Access mode : <https://elibrary.ru/item.asp?id=21941497>.
2. Avtomaticheskaya generatsiya postroyeniya annotatsii teksta [Electronic resource]. – Access mode : <https://elibrary.ru/item.asp?id=42496567>.
3. Ispol'zovaniye Modeli T5 Dlya Generatsii Nazvaniy Nauchnykh Stat'ey Na Osnove Ikh Annotatsiy [Electronic resource]. – Access mode : <https://elibrary.ru/item.asp?id=54618085>.
4. Obucheniye Gan (generativno-sostyazatel'nykh setey) sozdaniyu popiksel'noy annotatsii [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44223181>.

© Д.С. Драгомиров, 2024

УДК 004.9

Д.А. ЗАБОЛОТНЫЙ, В.В. ЗАКУРДАЕВ, В.Д. НОВИКОВА, Е.В. ДАВЫДОВА
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа

МОДЕЛИРОВАНИЕ БЛОКА УСТАНОВКИ РЕГЕНЕРАЦИИ РАСТВОРИТЕЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Ключевые слова: автоматизация процесса; безопасность производства; ПИД-регулирование; противоаварийная защита.

Аннотация. Установка регенерации растворителей играет ключевую роль в нефтеперерабатывающей промышленности, обеспечивая эффективное использование ресурсов и минимизацию отходов. Процессы регенерации растворителей позволяют восстанавливать растворители, которые используются в различных технологических операциях, таких как экстракция и очистка. Это не только способствует снижению затрат на приобретение новых растворителей, но и уменьшает негативное воздействие на окружающую среду.

Использование каскадной системы регулирования становится важным шагом для оптимизации процессов, повышения их безопасности и эффективности. Применение каскадных систем позволяет более точно контролировать параметры процесса в различных условиях, а также снижает вероятность возникновения проблем в процессе эксплуатации. В данной статье рассматриваются основные преимущества каскадной системы регулирования на установке регенерации растворителей, включая ее влияние на точность управления, динамическую устойчивость и безопасность производства.

Проведенный метод показал, что переход от одноконтурной системы регулирования к каскадной структуре не только способствует улучшению характеристик управления, но еще повышает общую безопасность и эффективность функционирования установок для регенерации растворителей.

тивных исследований в области нефтехимии и экологии. Современные методы регенерации основаны на физико-химических принципах, таких как дистилляция, адсорбция и мембранные технологии [1]. Каждая из этих технологий имеет свои преимущества и недостатки, которые определяются характером используемых растворителей и специфическими условиями процесса.

Согласно исследованиям применение каскадной системы регулирования позволяет не только оптимизировать параметры работы установок, но и обеспечить стабильную работу системы при различных сценариях [3]. В частности, каскадные системы регулирования эффективно управляют такими критическими параметрами, как температура и давление, что позволяет повысить точность контроля над процессами регенерации растворителей. Это, в свою очередь, способствует снижению риска аварийных ситуаций и повышению общей безопасности установки [4].

Более того, это дает возможность более точно предсказывать возможные проблемы и разрабатывать эффективные стратегии для их предотвращения. Каскадная система за счет управления несколькими взаимосвязанными параметрами значительно снижает вероятность критических отклонений, что делает ее ключевым элементом в обеспечении безопасности на нефтеперерабатывающих заводах [6]. Таким образом, каскадное регулирование выступает не только средством повышения эффективности процессов, но и важным механизмом для улучшения безопасности производства.

Внедрение каскадной системы регулирования на установке регенерации растворителей требует внимательного подхода к каждому этапу процесса автоматизации. Важно учесть физические и химические особенности установки,

В последние десятилетия установка регенерации растворителей стала предметом ак-

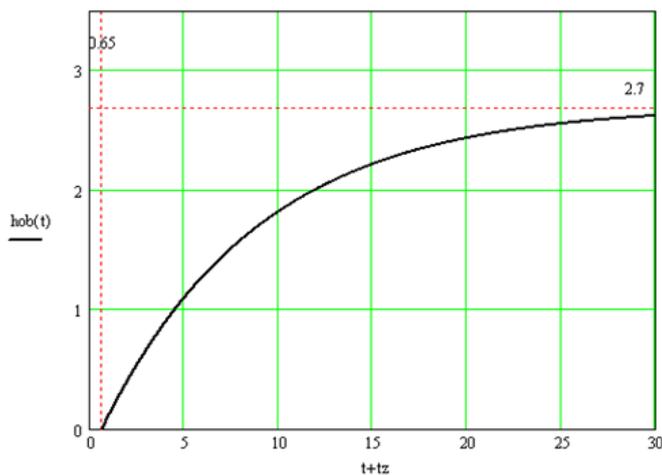


Рис. 1. Переходная кривая одноконтурной системы регулирования

а также взаимодействие различных контуров регулирования. Основное внимание уделяется параметрам, которые критически влияют на эффективность и безопасность, таким как температура, давление и скорость потока. Каскадная система обеспечивает более точное и динамическое управление этими параметрами, минимизируя риск выхода за допустимые пределы и повышая надежность всей установки [7].

Для корректного регулирования необходимо определить ключевые параметры, влияющие на процессы регенерации, такие как температура и давление в колонне дистилляции, скорость подачи растворителя и адсорбента, химический состав исходной смеси и растворителей [9]. Сбор данных о процессах и их верификация являются важными этапами, позволяющими повысить точность модели.

Управление объектом является сложной задачей, которая заключается в том, чтобы в условиях реальной эксплуатации обеспечивалось нужное качество регулирования. Однако если одноконтурная система не обеспечивает выполнение объектом заданных функций, то встает задача усложнения системы регулирования путем добавления новых элементов в структуру управления.

Передаточные функции для одноконтурной и каскадной систем регулирования отличаются по структуре, поскольку каскадная система включает два взаимосвязанных контура управления, тогда как одноконтурная система состоит только из одного контура [6].

В одноконтурной системе регулирования

есть только один контур обратной связи, который непосредственно регулирует управляемый параметр объекта.

Общая передаточная функция замкнутой системы будет:

$$W_{closed}(s) = \frac{W_{reg}(s)W_{obj}(s)}{1 + W_{reg}(s)W_{obj}(s)},$$

где $W_{reg}(s)$ – передаточная функция регулятора (например, ПИД-регулятор); $W_{obj}(s)$ – передаточная функция объекта управления; s – комплексная переменная в области Лапласа.

Каскадная система состоит из двух контуров: внешний (основной) и внутренний (вспомогательный). Внутренний контур управляет промежуточным параметром системы, который затем влияет на внешний контур. Передаточные функции каскадной системы включают взаимодействие обоих контуров.

Передаточная функция внутреннего контура, который управляет промежуточным параметром (например, потоком или давлением), определяется как:

$$W_{inner}(s) = \frac{W_{reg2}(s)W_{obj2}(s)}{1 + W_{reg2}(s)W_{obj2}(s)},$$

где $W_{reg2}(s)$ – передаточная функция регулятора внутреннего контура; $W_{obj2}(s)$ – передаточная функция объекта внутреннего контура.

Передаточная функция внешнего контура,

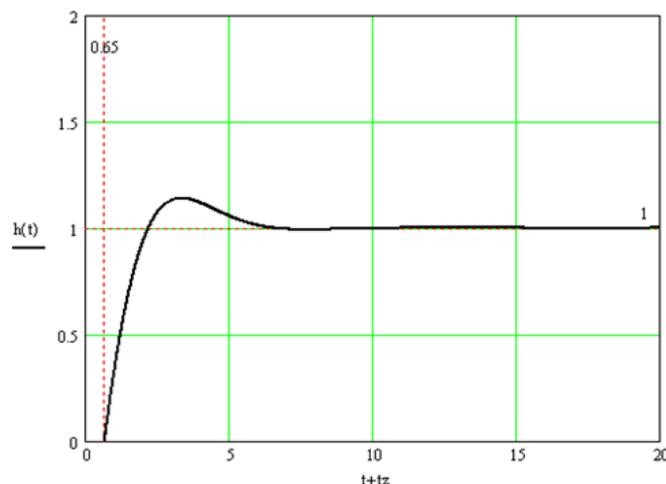


Рис. 2. Переходная кривая переходной системы регулирования

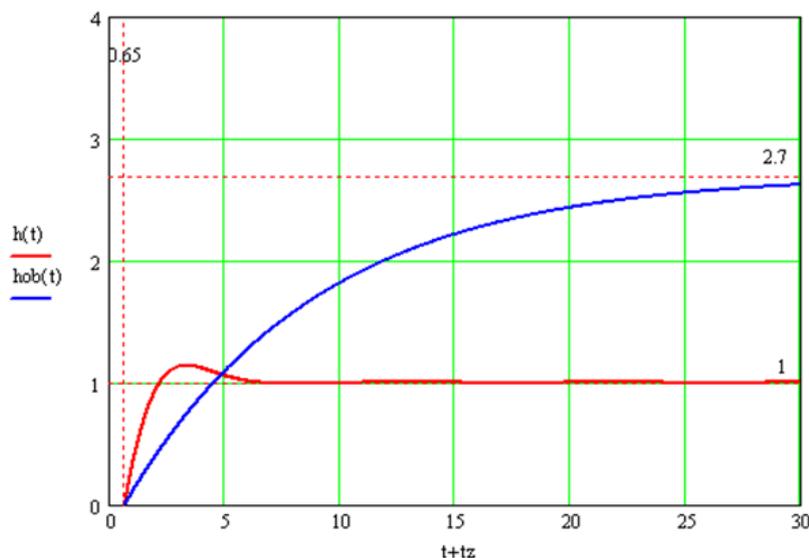


Рис. 3. Сравнительные переходные кривые двух систем регулирования

который регулирует основной параметр (например, температуру), учитывает поведение внутреннего контура:

$$W_{outer}(s) = \frac{W_{reg1}(s)W_{inner}(s)W_{obj1}(s)}{1 + W_{reg1}(s)W_{inner}(s)W_{obj1}(s)},$$

где $W_{reg1}(s)$ – передаточная функция регулятора внешнего контура; $W_{obj1}(s)$ – передаточная функция объекта внешнего контура; $W_{inner}(s)$ – передаточная функция внутреннего контура.

Общая передаточная функция каскадной системы включает как внешний, так и внутренний контуры, что делает ее более сложной, но обеспечивает лучшую динамическую устойчивость и точность управления:

$$W_{cascade} = \frac{W_{reg1}(s)W_{reg2}(s)W_{obj1}(s)W_{obj2}(s)}{1 + W_{reg1}(s)W_{reg2}(s)W_{obj1}(s)W_{obj2}(s)}.$$

Переходная кривая объекта представлена на рис. 1.

На рис. 2 показана переходная функция замкнутой системы.

Сравнительные переходные кривые систем приведены на рис. 3.

На графике показано сравнение реакции одноконтурной и каскадной систем на одно и то же возмущение.

Замена одноконтурной системы регулирования на каскадную в процессе регенерации растворителей в нефтепереработке демонстрирует значительные преимущества. В отличие от одноконтурной системы, где управление основано только на одном измеряемом параметре, каскадная система использует два уровня регулирования. Это позволяет более точно контролировать ключевые переменные, такие как температура или давление, что особенно важно при колебаниях внешних факторов и изменениях свойств сырья.

Каскадная система лучше справляется с внутренними возмущениями и более эффективно реагирует на изменения, поддерживая стабильность процесса. За счет улучшенной динамической реакции и предотвращения отклонений на ранней стадии каскадное регулирование обеспечивает более высокий уровень безопасности и производительности, снижает потери энергии и сокращает эксплуатационные расходы. Это делает каскадные системы

оптимальным выбором для сложных процессов нефтепереработки, таких как регенерация растворителей.

Безопасность является ключевым аспектом работы нефтеперерабатывающих заводов. Автоматизация напрямую способствует снижению риска аварий за счет раннего обнаружения отклонений в процессе и автоматического реагирования на них. Также особое внимание уделяется применению противоаварийных систем защиты (ПАЗ), которые обеспечивают безопасное отключение системы в случае критического выхода параметров за допустимые пределы. В этом контексте исполнительные механизмы играют важную роль, выполняя команды системы управления для предотвращения аварий.

Таким образом, результаты исследования показывают, что переход от одноконтурной к каскадной системе регулирования не только улучшает параметры управления, но и повышает общую безопасность и эффективность процессов на установках регенерации растворителей. В будущем стоит рассмотреть возможность дальнейшей оптимизации каскадных систем и интеграции современных технологий автоматизации, таких как искусственный интеллект и машинное обучение, для достижения еще более высоких стандартов управления процессами.

Список литературы

1. Красковский, И.П. Автоматизация процессов переработки углеводородного сырья: учебное пособие / И.П. Красковский. – М. : Техносфера, 2005. – 250 с.
2. Захарова, Н.В. Современные технологии регенерации растворителей в нефтехимической промышленности / Н.В. Захарова // Химия и химическая технология. – 2010. – Т. 53. – № 5. – С. 15–19.
3. Шевченко, А.А. Каскадные системы регулирования и их применение в нефтепереработке / А.А. Шевченко, В.В. Мельников. – Нефть и газ. – 2018. – Т. 1. – № 3. – С. 45–52.
4. Лазарев, В.Ф. Управление технологическими процессами в нефтехимии / В.Ф. Лазарев, Д.А. Синельников. – М. : Наука, 2014. – 300 с.
5. Тарасов, В.Н. Энергетическая эффективность и безопасность технологических процессов в нефтепереработке / В.Н. Тарасов // Проблемы энергетики. – 2017. – № 2. – С. 88–93.
6. Фролов, А.В. Моделирование процессов дистилляции и регенерации растворителей / А.В. Фролов // Химическая инженерия. – 2015. – Т. 6. – № 4. – С. 102–108.
7. Петров, В.А. Современные подходы к управлению технологическими процессами в нефтехимии / В.А. Петров, М.В. Сидоренко // Технология и автоматизация. – 2019. – Т. 10. – № 1. – С. 20–25.
8. Сергеев, Н.С. Безопасность автоматизированных систем управления на нефтеперерабатывающих заводах / Сергеев Н.С // Проблемы безопасности. – 2016. – № 3. – С. 57–63.
9. Баранов, Д.Н. Анализ систем управления в химических процессах / Д.Н. Баранов, А.В. Кузнецов // Химическая промышленность. – 2021. – Т. 8. – № 5. – С. 78–84.

References

1. Kraskovskiy, I.P. Avtomatizatsiya protsessov pererabotki uglevodorodnogo syr'ya: uchebnoye posobiye / I.P. Kraskovskiy. – М. : Tekhnosfera, 2005. – 250 s.
2. Zakharova, N.V. Sovremennyye tekhnologii regeneratsii rastvoriteley v neftekhimicheskoy promyshlennosti / N.V. Zakharova // Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. – 2010. – Т. 53. – № 5. – S. 15–19.
3. Shevchenko, A.A. Kaskadnyye sistemy regulirovaniya i ikh primeneniye v neftepererabotke / A.A. Shevchenko, V.V. Mel'nikov. – Neft' i gaz. – 2018. – Т. 1. – № 3. – S. 45–52.
4. Lazarev, V.F. Upravleniye tekhnologicheskimi protsessami v neftekhimii / V.F. Lazarev, D.A. Sinel'nikov. – М. : Nauka, 2014. – 300 s.
5. Tarasov, V.N. Energeticheskaya effektivnost' i bezopasnost' tekhnologicheskikh protsessov v neftepererabotke / V.N. Tarasov // Problemy energetiki. – 2017. – № 2. – S. 88–93.
6. Frolov, A.V. Modelirovaniye protsessov distillyatsii i regeneratsii rastvoriteley / A.V. Frolov // Khimicheskaya inzheneriya. – 2015. – Т. 6. – № 4. – S. 102–108.
7. Petrov, V.A. Sovremennyye podkhody k upravleniyu tekhnologicheskimi protsessami v neftekhimii / V.A. Petrov, M.V. Sidorenko // Tekhnologiya i avtomatizatsiya. – 2019. – Т. 10. – № 1. – S. 20–25.
8. Sergeev, N.S. Bezopasnost' avtomatizirovannykh sistem upravleniya na neftepererabatyvayushchikh zavodakh / Sergeev N.S // Problemy bezopasnosti. – 2016. – № 3. – S. 57–63.
9. Baranov, D.N. Analiz sistem upravleniya v khimicheskikh protsessakh / D.N. Baranov, A.V. Kuznetsov // Khimicheskaya promyshlennost'. – 2021. – Т. 8. – № 5. – S. 78–84.

© Д.А. Заболотный, В.В. Закурдаев, В.Д. Новикова, Е.В. Давыдова, 2024

УДК 004.9

Д.А. ЗАБОЛОТНЫЙ, В.Д. НОВИКОВА, В.В. ЗАКУРДАЕВ, Е.В. ДАВЫДОВА
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа

МОДЕРНИЗАЦИЯ БЛОКА КОМПРИМИРОВАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Ключевые слова: автоматизация; компримирование; надежность; регулирующий орган; система безопасности.

Аннотация. Актуальность работы связана с ростом спроса на технологии улавливания и хранения углерода в условиях глобальной декарбонизации, что делает процесс компримирования углекислого газа (CO_2) ключевым для снижения углеродного следа. Однако каждый технологический процесс несет за собой риски, связанные с высокими давлениями и утечками CO_2 . Применение систем автоматизированного мониторинга позволяет добиться предупреждения аварийных ситуаций, соблюдения оптимальных условий работы оборудования и обеспечения безопасности на промышленных предприятиях. На основе анализа выявлено, что внедрение каскадной системы для регулирования работы предложенной модели увеличивает устойчивость к переменным нагрузкам и возмущениям. После исследования системы контроля процесса на участке компримирования углекислого газа были установлены регулирующий клапан и датчики для оперативной реакции на отклонения значений. Для оценки важности интеграции современных технологий были использованы программные обеспечения TAU-2 и Trace Mode 6, в результате чего установлено, что улучшение технологических параметров способствует повышению безопасности технологического процесса и уменьшению рисков для персонала на производстве.

В современной нефтегазовой промышленности компримирование углекислого газа является процессом, вызывающим огромный интерес не только в России, но и за рубежом. Рост потенциала глобального потепления на по-

верхности Земли, безусловно, влечет за собой поиск методов снижения эмиссии парниковых газов путем применения компрессорных агрегатов различной конструкции и внедрения систем управления для безопасного и эффективного сжатия газа [1].

Углекислый газ составляет около 39 % от общего количества всех выбросов парниковых газов в атмосферу. Для достижения глобальной углеродной нейтральности постулируется активное развитие проектов по улавливанию и утилизации диоксида углерода либо при закачке его в подземные хранилища, либо для повышения нефтеконденсатоотдачи месторождений, в большей мере на арктических нефтебазах России [7].

За последние пять лет на объектах нефтегазовой отрасли произошло более 250 аварий, включая повреждения технических устройств, взрывы, возгорания и разрушения сооружений. Для предотвращения опасных ситуаций на производстве закреплено соблюдение правил безопасности, которые устанавливаются Ростехнадзором, ведущим экологический, атомный и технический надзор в зоне проведения процесса [10]. Интеграция информационных технологий, таких как предиктивное обслуживание и автоматизированные системы мониторинга, позволяет прогнозировать аварийные ситуации, выявить риски и разработать методы их минимизации [9].

К основным положительным аспектам внедрения систем регулирования процесса компримирования углекислого газа при помощи контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА) относятся: сведение к минимуму потерь сырьевого газа, повышение надежности оборудования и энергоэффективности [6].

На данный момент существуют различные методы контроля технологических процессов

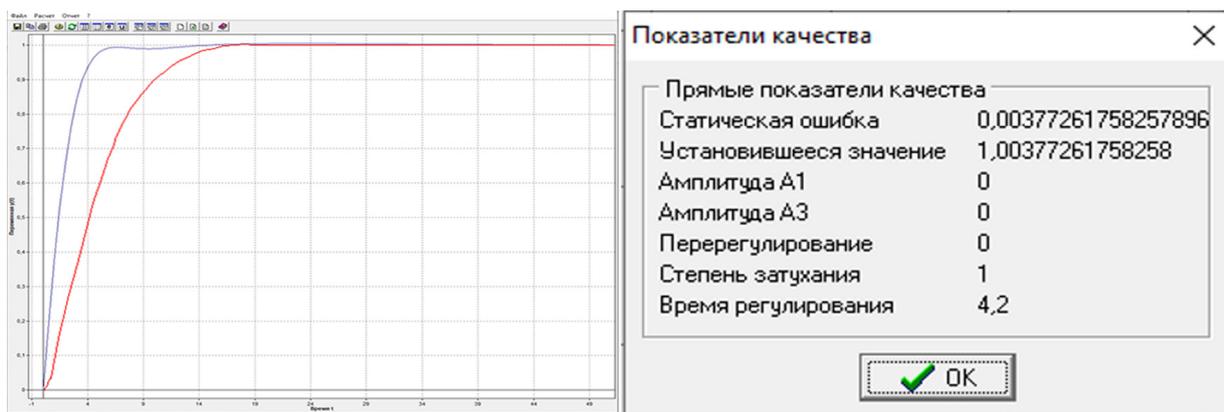


Рис. 1. Кривые переходных процессов: до и после модернизации, прямые показатели качества

на линиях трубопроводов. В одну из установок внедрена автоматизированная система, регулирующая давление и температуру, что обеспечивает безопасность на уровне оптимальных значений. При превышении одного из вышеприведенных технологических параметров срабатывает аварийная защита, отключающая подачу CO_2 на входе в компрессор [5].

Система распределенного управления (PCY) следит за основными параметрами, такими как температура и давление, с помощью датчиков, позволяющих оперативно реагировать на изменения. Каждый элемент системы действует последовательно: регулировка одного параметра влияет на следующий, обеспечивая стабильное функционирование. Свойство направленности действий обозначается термином «детектирование», что подразумевает одностороннюю передачу сигнала от входа к выходу [4].

Для модернизации блока компримирования CO_2 необходимо реализовать внедрение ПИД-регулятора. Он обеспечивает точное управление параметрами процесса, снижает колебания, а также стабилизирует работу оборудования. Реализация каскадного регулирования позволяет использовать несколько контуров управления, где один регулятор управляет параметром внутри системы, а другой – на выходе, что улучшает общую устойчивость и эффективность процесса.

Коэффициенты настроечных параметров ПИД-регулятора определяются при помощи метода итерации в программном пакете ТАУ 2.

В ходе экспериментальных исследований

наиболее подходящими являются пропорциональный коэффициент (КП), равный 0,35, интегральный коэффициент (КИ), равный 5,5, и дифференциальный коэффициент (КД), равный 0,00557. На основании полученных данных построены функциональные зависимости переходного процесса, показывающие отличие процесса до модернизации и после нее. Красная кривая описывает первоначальный процесс, где время срабатывания (t) системы составляет 19 секунд. Синяя кривая построена с применением каскадной системы регулирования, при которой t сократилось до четырех секунд и были выведены значения прямых показателей качества, представленных на рис. 1.

По результатам приведенного технического решения с помощью программного обеспечения ТАУ 2 видно, что модернизация способствовала более быстрому регулированию технологического процесса, тем самым повысив безопасность компримирования углекислого газа в компрессоре.

Одной из самых важных частей в процессе компримирования углекислого газа является блок, состоящий из компрессорных агрегатов. С термодинамической точки зрения углекислый газ сжимается более легко, в отличие от природного газа. Это означает, что степень повышения давления на ступень компрессора высока и необходимы агрегаты с небольшим числом ступеней или скоростью, например, поршневые компрессоры с небольшими мощностями или центробежные компрессоры с широким диапазоном производительности. Вследствие этого необходим точный контроль за давлением среды до и после компрессора, температурой окру-

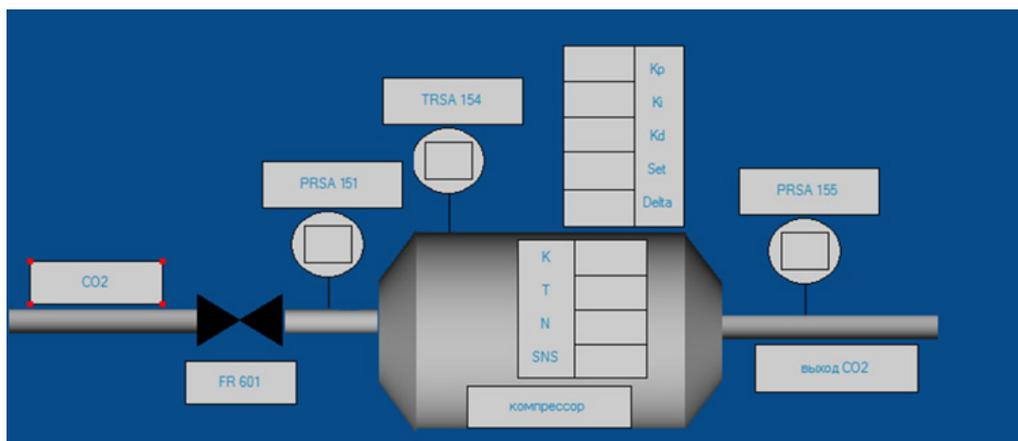


Рис. 2. Модель компрессора с каскадной системой регулирования

Таблица 1. Параметры модели блока установки компримирования углекислого газа

№	Обозначение параметра	Наименование параметра	Назначение параметра
Параметры компрессора			
1	K	Коэффициент усиления объекта	Величина, показывающая усиление входного сигнала, равна отношению величины технологического параметра $x_{уст}$ в установившемся режиме к выходной величине y
2	T	Время объекта	Определяет динамические свойства системы и графически определяется по характеристике разгона
3	N	Запаздывание	Задержка по времени реакции объекта регулирования на какое-либо воздействие
4	SNS	Сигнал возмущения	Изменение входных параметров
Параметры регулятора			
1	K_p	Коэффициент усиления регулятора	Определяет скорость реакции системы на возникновение ошибки
2	K_i	Коэффициент интегральной составляющей	Учитывает суммарную ошибку за прошедшее время и влияет на управляющее воздействие
3	K_d	Коэффициент дифференциальной составляющей	Способствует подбору скорости выхода контролируемого параметра в рабочий режим и точность его поддержания
4	Set	Задание регулируемого параметра	Заданное значение регулируемого параметра при его стабилизации
5	$Delta$	Значение зоны нечувствительности	Параметр, который задается для исключения ненужных срабатываний регулятора при небольшом отклонении контролируемой величины от уставки

жающей среды и температурой охлаждающих агентов.

Для того чтобы наглядно увидеть результат внедрения предиктивного обслуживания

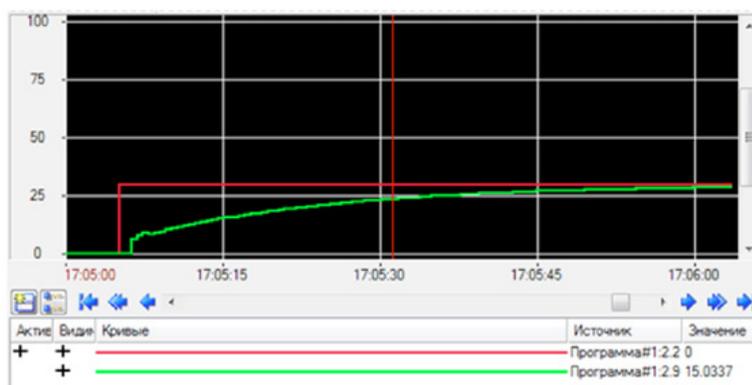


Рис. 3. Тренд проекта

на линии подачи сырья в аппарат, в программе *TRACE MODE 6* была разработана модель компрессора с системой регулирования давления потока газа и температуры окружающего воздуха (рис. 2). В качестве арматуры устанавливаются клапан *FR 601* для герметичного перекрытия потока газа на входе в аппарат в случае аварийной ситуации, датчик температуры *TRSA 154*, датчики давления *PRSA 151*. На линии нагнетания требуется установить датчик измерения давления газа *PRSA155* для отслеживания значения параметра, до которого необходимо компримировать CO_2 для дальнейшего применения.

Параметры модели объекта и регулятора указаны в табл. 1. Каждый из них устанавливается непосредственно вручную.

Автоматизация оптимизирует рабочие параметры компрессоров, снижая вероятность аварий и утечек CO_2 , что уменьшает риски для персонала и окружающей среды.

Анализируя график (рис. 3), можно сделать вывод о том, что система регулирования работает устойчиво, даже если объект регулирования обладает неблагоприятными динамическими характеристиками и работает в условиях пере-

менных нагрузок.

В условиях современной нефтегазовой промышленности компримирование углекислого газа представляет собой критически важный процесс, направленный на снижение эмиссии парниковых газов и повышение энергетической эффективности. Анализ продемонстрировал, что внедрение современных систем управления существенно улучшает безопасность и надежность работы компрессорных агрегатов. Это позволяет не только оптимизировать рабочие параметры оборудования, но и минимизировать риски, связанные с авариями и утечками CO_2 .

Результаты экспериментальных исследований, подтвержденные данными программного обеспечения *TAU 2* и *Trace Mode 6*, указывают на эффективность применения ПИД-регуляторов и каскадного управления в процессе компримирования углекислого газа. Модернизация систем регулирования, продемонстрированная на примере автоматизированного комплекса, показала значительное сокращение времени срабатывания системы, что свидетельствует о повышении ее устойчивости в условиях переменных нагрузок.

Список литературы

1. Киселев, А.И. Компрессоры и турбокомпрессоры: учебное пособие для вузов / А.И. Киселев, А.Н. Фаресов. – М. : Машиностроение, 2018. – 412 с.
2. Жигулев, И.И. Системы управления технологическими процессами в нефтегазовой промышленности: учебное пособие / И.И. Жигулев, А.П. Курбатов. – СПб : Нефтегазиздат, 2020. – 288 с.
3. Молчанов, В.В. Энергоэффективные технологии в нефтегазовом секторе: учебник / В.В. Молчанов, А.А. Петров. – М. : Энергия, 2019. – 368 с.
4. Федоров, С.А. Автоматизированные системы управления: теория и практика: учебное по-

собие / С.А. Федоров, И.В. Дронов. – М. : Альянс, 2021. – 276 с.

5. Кочергин, В.И. Проектирование компрессорных станций для нефтегазовой отрасли: учебное пособие / В.И. Кочергин, А.С. Малинин. – М. : Техника, 2020. – 320 с.

6. Баканов, А.В. Газовые компрессорные станции: учебник для вузов / А.В. Баканов, В.Г. Корнилов. – М. : Недра, 2017. – 432 с.

7. Ковалев, Г.Г. Технологии улавливания и хранения углекислого газа: учебное пособие / Г.Г. Ковалев, П.Н. Щербаков. – М. : Горная книга, 2021. – 298 с.

8. Лебедев, И.Н. Техническая эксплуатация компрессорных установок: учебное пособие / И.Н. Лебедев, С.В. Чернов. – М. : Техносфера, 2020. – 240 с.

9. Романов, А.В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами: учебное пособие / А.В. Романов, И.Н. Смирнов. – М. : Логос, 2019. – 384 с.

10. Пахомов, Е.Н. Безопасность технологических процессов в нефтегазовой отрасли: учебник для вузов / Е.Н. Пахомов, М.В. Сухоруков. – СПб : Газпром, 2022. – 310 с.

References

1. Kiselev, A.I. Kompresory i turbokompresory: uchebnoye posobiye dlya vuzov / A.I. Kiselev, A.N. Faresov. – М. : Mashinostroyeniye, 2018. – 412 s.

2. Zhigulev, I.I. Sistemy upravleniya tekhnologicheskimi protsessami v neftegazovoy promyshlennosti: uchebnoye posobiye / I.I. Zhigulev, A.P. Kurbatov. – SPb : Neftegazizdat, 2020. – 288 s.

3. Molchanov, V.V. Energoeffektivnyye tekhnologii v neftegazovom sektore: uchebnik / V.V. Molchanov, A.A. Petrov. – М. : Energiya, 2019. – 368 s.

4. Fedorov, S.A. Avtomatizirovannyye sistemy upravleniya: teoriya i praktika: uchebnoye posobiye / S.A. Fedorov, I.V. Dronov. – М. : Al'yans, 2021. – 276 s.

5. Kochergin, V.I. Proyektirovaniye kompressornykh stantsiy dlya neftegazovoy otrasli: uchebnoye posobiye / V.I. Kochergin, A.S. Malinin. – М. : Tekhnika, 2020. – 320 s.

6. Bakanov, A.V. Gazovyye kompressornyye stantsii: uchebnik dlya vuzov / A.V. Bakanov, V.G. Kornilov. – М. : Nedra, 2017. – 432 s.

7. Kovalev, G.G. Tekhnologii ulavlivaniya i khraneniya uglekislogo gaza: uchebnoye posobiye / G.G. Kovalev, P.N. Shcherbakov. – М. : Gornaya kniga, 2021. – 298 s.

8. Lebedev, I.N. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya kompressornykh ustanovok: uchebnoye posobiye / I.N. Lebedev, S.V. Chernov. – М. : Tekhnosfera, 2020. – 240 s.

9. Romanov, A.V. Proyektirovaniye avtomatizirovannykh sistem upravleniya tekhnologicheskimi protsessami: uchebnoye posobiye / A.V. Romanov, I.N. Smirnov. – М. : Logos, 2019. – 384 s.

10. Pakhomov, Ye.N. Bezopasnost' tekhnologicheskikh protsessov v neftegazovoy otrasli: uchebnik dlya vuzov / Ye.N. Pakhomov, M.V. Sukhorukov. – SPb : Gazprom, 2022. – 310 s.

© Д.А. Заболотный, В.Д. Новикова, В.В. Закурдаев, Е.В. Давыдова, 2024

УДК 004.92

О.В. КРАШЕНИННИКОВА, В.Г. СИДОРОВ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРКАСА ХВОСТОВОЙ ЧАСТИ РАКЕТЫ В САД-СИСТЕМЕ КОМПАС-3D

Ключевые слова: Компас-3D; летательный аппарат; проектное обучение; рулевой отсек; хвостовая часть ракеты; 3D-моделирование; САД-системы.

Аннотация. В данной статье рассматривается задача моделирования хвостовой части ракеты в ходе проектной деятельности. Целью данного проекта является отработка на практике теоретических знаний, полученных студентами при изучении САД-системы Компас-3D. Для этого обучающимся кафедры систем автоматического управления (САУ) было дано задание смоделировать каркас рулевого отсека ракеты [6], который в дальнейшем будет реализован с помощью аддитивных технологий. В рамках проекта студентами были рассчитаны оптимальные параметры хвостовой части ракеты и на их основе смоделирован каркас рулевого отсека ракеты.

Создание макетов различных устройств для проверки теоретических результатов всегда было неотъемлемой частью работы инженера. Также и в учебном процессе стремление воспитать высококлассных технических специалистов не может происходить без практических занятий. Одним из таких направлений является проектное обучение, активно внедряемое в вузах страны. С широким внедрением аддитивных технологий в учебный процесс прототипирование или создание макетов стало намного доступнее. Макеты из прочного, но при этом легкого материала ABS, PLA и других видов пластика, либо смол позволяют обучающимся, получившим теоретические знания в таких дисциплинах, как «Начертательная геометрия», «Инженерная графика», «Компьютерная графика», «Трехмерное твердотельное моделирова-

ние», на практике оценить свои навыки превращения цифровых моделей в настоящие макеты, а также получить реальный опыт работы с учебным и промышленным оборудованием [3].

В лабораториях кафедры САУ университета СибГУ им. академика М.Ф. Решетнева ведутся работы по созданию стенда для отработки систем автоматического управления рулевого отсека хвостовой части ракеты. Данный проект [5] разрабатывается в рамках проектной деятельности обучающихся института космической техники (ИКТ) по специальности 24.05.06, что подразумевает командную работу студентов не только данного направления, но и смежных.

Цель этого проекта – дать возможность обучающимся на практике отработать проектирование, сборку, программирование и разработку системы управления рулевого отсека хвостовой части ракеты.

Моделирование является важным этапом в проектировании элементов хвостовой части ракеты, поскольку позволяет создать точные и реалистичные модели для последующего анализа и тестирования. Одним из популярных программных средств для такого моделирования является система САД Компас-3D, предоставляющая широкие возможности для создания сложных трехмерных конструкций.

Использование САД-системы Компас-3D при моделировании элементов хвостовой части ракеты позволит будущим инженерам более эффективно работать над проектом благодаря удобному интерфейсу и мощным инструментам. В данной статье мы рассмотрим основные принципы твердотельного моделирования в Компас-3D, его преимущества и специфику применения при создании деталей для ракетной техники.

Основные принципы моделирования эле-



Рис. 1. 3D-модель хвостовой части ракеты, разработанная с помощью программы Компас-3D

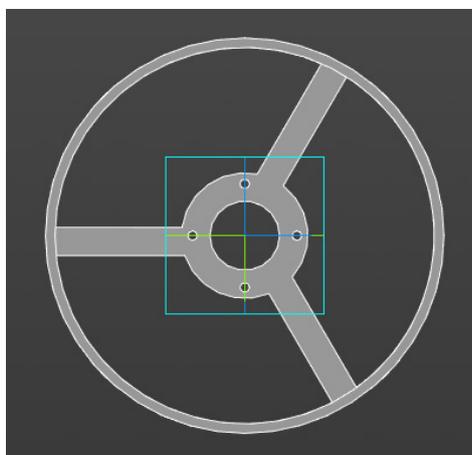


Рис. 2. 3D-модель хвостовой части ракеты, вид сверху

ментов хвостовой части ракеты в CAD-системе Компас-3D включают в себя точное определение геометрических параметров конструкции, анализ аэродинамических характеристик, учет механических нагрузок и требуемой прочности. При моделировании необходимо учитывать соответствие конструкции аэродинамическим требованиям, обеспечивающим стабильность полета и управляемость ракеты. Также важно соблюдать пропорциональность элементов для минимизации веса и обеспечения оптимальных характеристик ракеты. Принципиально важно учитывать возможность дальнейшей технологической реализации модели, чтобы обеспечить условия для изготовления элементов хвостовой части ракеты в соответствии с заданными параметрами.

Для достижения целей проекта сначала необходимо смоделировать хвостовую часть

ракеты, для этого были решены следующие задачи:

- 1) формирование команды из студентов, обладающих необходимыми навыками и компетенциями;
- 2) разработка 3D-моделей;
- 3) составление списка необходимых компонентов для реализации проекта;
- 4) проведение расчетов масса-габаритных показателей будущей установки;
- 5) подбор материала для 3D-печати – прочного, но при этом легкого [4];
- 6) моделирование хвостовой части ракеты и ее составных элементов с учетом усадки материала и выполнение печати на 3D-принтере.

Приступив к выполнению поставленных задач, результаты проектирования 3D-модели хвостовой части ракеты представили на



Рис. 3. Состояние макета после промежуточных испытаний

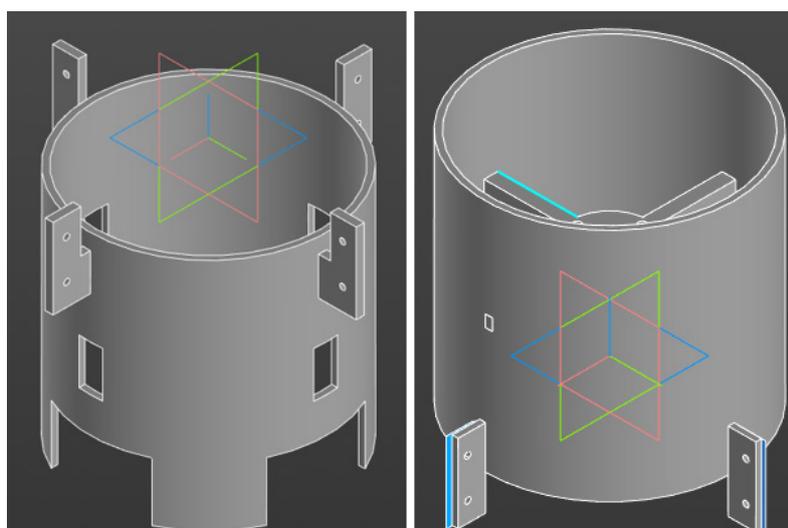


Рис. 4. Разрезанная модель для печати

рис. 1.

В данной модели предусмотрены: посадочные места для сервоприводов, которые будут задействованы для управления рулями в рулевом отсеке; крестовое крепление для бесколлекторного двигателя (рис. 2), которое утоплено на определенное расстояние, чтобы пропеллер, закрепленный на валу бесколлекторного двигателя, не выходил за пределы корпуса хвостовой части ракеты; ножки, на которых будет стоять макет.

При этом необходимо учитывать, что ответвления крестовины должны быть достаточно прочными, так как при недостаточной толщине создаются вибрации, вследствие чего происходят деформационные процессы, из-за чего бесколлекторный двигатель начинает вибрировать и колебаться, а надетый на него пропеллер задевает внутренние стенки и создает трение. Последствия трения представлены

на рис. 3.

Параметры хвостовой части ракеты: высота – 200 мм (90 мм – нижняя часть, 110 – верхняя); диаметр – 120 мм; высота посадочных ног – 30 мм; толщина стенок корпуса – 4 мм.

Так как имеющиеся в наличии 3D-принтеры имели ограниченную область печати, было принято решение разделить хвостовую часть ракеты на две составные части, представленные на рис. 4, и печатать их поотдельности. Для надежного соединения диаметр нижней части был уменьшен на 6 мм и сделаны четыре боковых крепления с отверстиями под крепление М3. В верхней части каркаса предусмотрено крепление под бесколлекторный двигатель.

Перед печатью модели, представляющие собой CAD-файлы, преобразовываются в G-код с помощью программы-слайсера, который загружается в 3D-принтер [1].

Также проведено моделирование пропеллера и элементов управления, обеспечивающих движение хвостовой части ракеты в программе Компас-3D [2].

Твердотельное моделирование играет важную роль в проектировании и разработке элементов хвостовой части ракеты в САД-системах. В аэрокосмической индустрии практическое применение такого моделирования позволяет не только создать макеты, но и исследовать по-

ведение деталей и проверять их работоспособность в различных условиях эксплуатации, что существенно снижает риски возможных отказов и улучшает общую производительность ракеты. Благодаря возможности создания точных трехмерных моделей и проведения различных анализов виртуально специалисты могут быстро и эффективно оптимизировать конструкцию, обеспечивая высокий уровень надежности и безопасности в работе ракеты.

Список литературы

1. Инструкция по использованию G-code для 3D-печати: создание, редактирование, конвертация [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://top3dshop.ru/blog/g-code-manual-instruction.html>.
2. КОМПАС-3D: О программе – официальный сайт САПР [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://kompas.ru/kompas-3d/about>.
3. Крашенинникова, О.В. Применение 3D-моделей в педагогической практике технических вузов / О.В. Крашенинникова, В.Г. Сидоров // XVII Королевские чтения : Материалы Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием, посвященной 35-летию со дня первого полета МТКС «Энергия-Буран». В 2-х томах, Самара, 03–05 октября 2023 года. – Самара : Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 2023. – С. 195–196.
4. Крашенинникова, О.В. Сравнительный анализ материалов для аддитивных технологий на примере эксплуатации редуктора / О.В. Крашенинникова // Испытания, диагностика, надежность. Теория и практика : Сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 27–28 февраля 2023 года. – Красноярск : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», 2023. – С. 47–50.
5. Проект «Совершенствование системы управления макета малой ракеты» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.sibsau.ru/project/828>.
6. Хвостовой (рулевой) отсек управляемой ракеты [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://btvinfo.blogspot.com/2018/06/3.html>.

References

1. Instruktsiya po ispol'zovaniyu G-code dlya 3D-pechati: sozdaniye, redaktirovaniye, konvertatsiya [Electronic resource]. – Access mode : <https://top3dshop.ru/blog/g-code-manual-instruction.html>.
2. KOMPAS-3D: O programme – ofitsial'nyy sayt SAPR [Electronic resource]. – Access mode : <https://kompas.ru/kompas-3d/about>.
3. Krasheninnikova, O.V. Primeneniye 3D-modeley v pedagogicheskoy praktike tekhnicheskikh vuzov / O.V. Krasheninnikova, V.G. Sidorov // XVII Korolevskiy chteniye : Materialy Vserossiyskoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchynnoy 35-letiyu so dnya pervogo poleta MTKS «Energiya-Buran». V 2-kh tomakh, Samara, 03–05 oktyabrya 2023 goda. – Samara : Samarskiy natsional'nyy issledovatel'skiy universitet imeni akademika S.P. Koroleva, 2023. – S. 195–196.
4. Krasheninnikova, O.V. Sravnitel'nyy analiz materialov dlya additivnykh tekhnologiy na primere ekspluatatsii reduktora / O.V. Krasheninnikova // Ispytaniya, diagnostika, nadezhnost'. Teoriya i praktika : Sbornik materialov V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Krasnoyarsk, 27–28 fevralya 2023 goda. – Krasnoyarsk : Federal'noye gosudarstvennoye byudzhethnoye obrazovatel'noye

uchrezhdeniye vysshego obrazovaniya «Sibirskiy gosudarstvennyy universitet nauki i tekhnologiy imeni akademika M.F. Reshetneva», 2023. – S. 47–50.

5. Projekt «Sovershenstvovaniye sistemy upravleniya maketa maloy rakety» [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.sibsau.ru/project/828>.

6. Khvostovoy (rulevoy) otsek upravlyayemoy rakety [Electronic resource]. – Access mode : <https://bvtinfo.blogspot.com/2018/06/3.html>.

© О.В. Крашенинникова, В.Г. Сидоров, 2024

УДК 004.438.8

М.С. ПРОЦЕНКО, А.А. КУТИН

ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет
«СТАНКИН», г. Москва

РАЗРАБОТКА БАЗОВЫХ ФУНКЦИЙ ПРОГРАММЫ ИНТЕРПРЕТАТОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОДА. АРХИТЕКТУРНЫЕ И АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ СЛОЖНОСТИ

Ключевые слова: диаграмма вариантов использования; парсинг; C#; G-код.

Аннотация. Цель исследования – разработка базовых функций интерпретатора технологического кода с учетом архитектурных и алгоритмических сложностей. Задачи: анализ существующих интерпретаторов, определение алгоритмов для обработки сложных данных, проектирование архитектуры программы и оптимизация производительности. Гипотеза исследования предполагает, что с применением оптимизированных алгоритмов и архитектурных решений возможно улучшение скорости выполнения и точности обработки кодов. Методы: анализ литературы, моделирование архитектуры, разработка и тестирование алгоритмов. Достигнутые результаты: проектирование архитектуры интерпретатора, оптимизация алгоритмов, улучшение производительности программного обеспечения, которые выражаются в улучшенной обработке кодов и повышении эффективности работы системы.

Введение

В контексте программирования числового программного управления (ЧПУ) интерпретатор применяется для виртуального выполнения управляющих программ, записанных в специфическом формате, таком как G-код. Основная задача интерпретатора – это чтение и исполнение управляющих программ, которые определяют последовательность движений инструмента на станке. В работе представлено на-

чало разработки программы, анализирующей G-код и выполняющей функции анализа, визуализации или симуляции. Программа может быть охарактеризована как виртуальный интерпретатор для G-кода. Это востребованный инструмент для подготовки и проверки программ перед реальным выполнением на станке с ЧПУ.

Одним из существующих, довольно функциональных программных модулей, которые позволяют проверять G-код, является программа *VeriCut* [1].

VeriCut – это программное обеспечение, предназначенное для симуляции и верификации процессов обработки на станках с ЧПУ. Оно используется в области машиностроения для проверки корректности и оптимизации программ управления станками до их фактической передачи на оборудование.

VeriCut позволяет создавать виртуальные модели станков и процессов обработки. Она имитирует выполнение программы управления станком (ЧПУ-кода) на виртуальной модели, что позволяет визуализировать и анализировать, как будет проходить обработка деталей. Программа предотвращает столкновения инструментов с обрабатываемыми материалами или другими частями станка. *VeriCut* проводит проверку коллизий, определяя возможные конфликты в процессе работы станка. С помощью программы можно оптимизировать траектории инструментов, управлять скоростями обработки и другими параметрами, что способствует улучшению производительности и качества обработки. Программа предоставляет детализированную визуализацию процессов обработки и создает отчеты о выполнении программы ЧПУ. Это помогает операторам и инженерам полу-

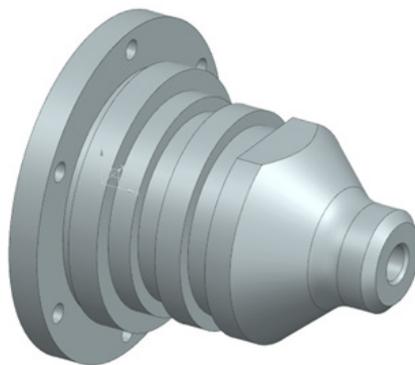


Рис. 1. Обрабатываемая деталь

чать полное представление о производственном процессе.

Разработка программы

Определим назначение программы. Назначение разрабатываемой программы состоит в следующем.

1. Разбор *G*-кода. Программа предназначена для считывания и разбора текстовых данных в формате *G*-кода.

2. Визуализация точек. После разбора *G*-кода программа визуализирует точки и линии, соответствующие движениям инструмента на панели. Каждая точка может представлять конечную точку перемещения инструмента, а линии могут соответствовать перемещениям инструмента между точками с различными типами *G*-кода (например, быстрое перемещение *G00* или линейное перемещение *G01*).

3. Интерактивное представление. Программа предоставляет пользовательский интерфейс (через *Windows Forms*), где пользователь может загружать текстовые файлы с *G*-кодом, просматривать список точек, управлять масштабом отображения и выбирать точки для дополнительного анализа.

Предметная область программы напрямую связана с производственными процессами, где используются станки с ЧПУ. Программа относится к разработке управляющих программ (на специальном языке) для оборудования с ЧПУ. В данной работе используем *G*-код. Программа позволяет визуально отображать точки и линии.

Описание разработанной программы

Пример детали, обрабатываемой на станке

с ЧПУ, показан на рис. 1. Для данной детали осуществляется токарная чистовая обработка наружного контура.

Программа предназначена для считывания и разбора текстовых данных в формате *G*-кода. *G*-код – это стандартный формат команд, используемый в компьютерно-числовом управлении (*CNC*) для руководства движением инструмента и выполнения операций на станках с ЧПУ.

После разбора *G*-кода программа визуализирует точки и линии, соответствующие движениям инструмента на панели. Каждая точка может представлять конечную точку перемещения инструмента, а линии могут соответствовать перемещениям инструмента между точками с различными типами *G*-кода (например, быстрое перемещение *G0* или линейное перемещение *G1*). Форма кривой также зависит от синтаксиса *G*-кода, самые частые типы кривых – это отрезки и дуги.

Форматы входных данных программы

Основной формат входных данных – *G*-код. Программа может принимать текстовый файл, в котором содержится *G*-код.

Функции программы

Метод *ParseGCode()* выполняет разбор строки или текста *G*-кода. Он анализирует каждую строку *G*-кода, извлекает координаты перемещений инструментов, управляющие команды (например, *G0*, *G1*, *G2*, *G3*) и другие параметры, необходимые для последующей симуляции или визуализации процесса обработки.

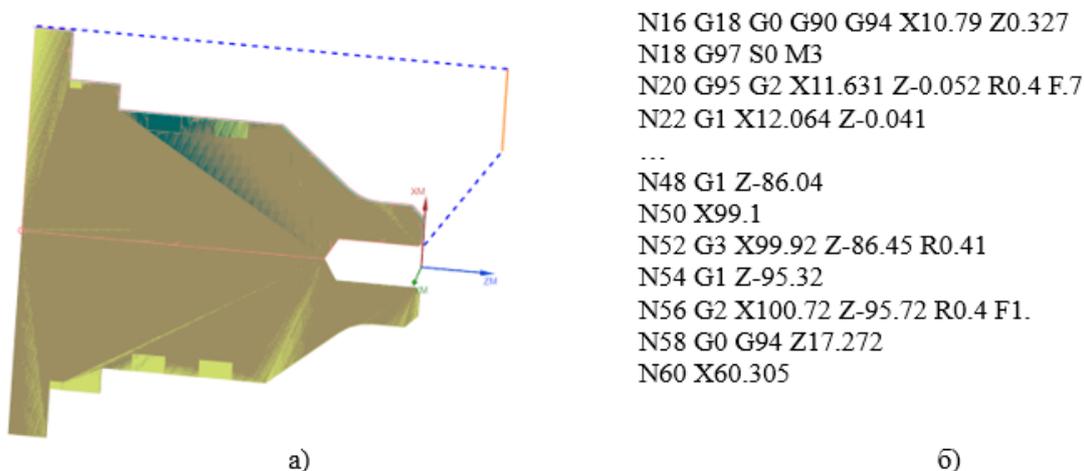


Рис. 2. Обрабатываемая деталь: а) траектория; б) фрагмент G-кода



Рис. 3. UML-диаграмма вариантов использования

Метод *TransformPoint* (*PointF point*) преобразует координаты точек в систему координат панели (это элемент интерфейса). Он выполняет математические операции для масштабирования и смещения координат точек в зависимости от текущего масштаба и центра координат панели. Трансформированные координаты используются для отображения точек на экране и отрисовки траекторий инструментов.

Метод *DrawAxes* (*Graphics g*) отрисовывает систему координат на панели. Он включает оси

X и Z (возможно, Y), стрелки, масштабные деления и подписи осей. Это визуальное представление позволяет операторам лучше понимать расположение и направление обрабатываемых деталей.

Метод *DrawPoints* (*Graphics g, PointF? selectedPoint*) отрисовывает точки, соответствующие координатам, извлеченным из G-кода. Он также может выделять выбранную точку, если она задана. Отрисовка происходит с учетом текущего масштаба и системы координат

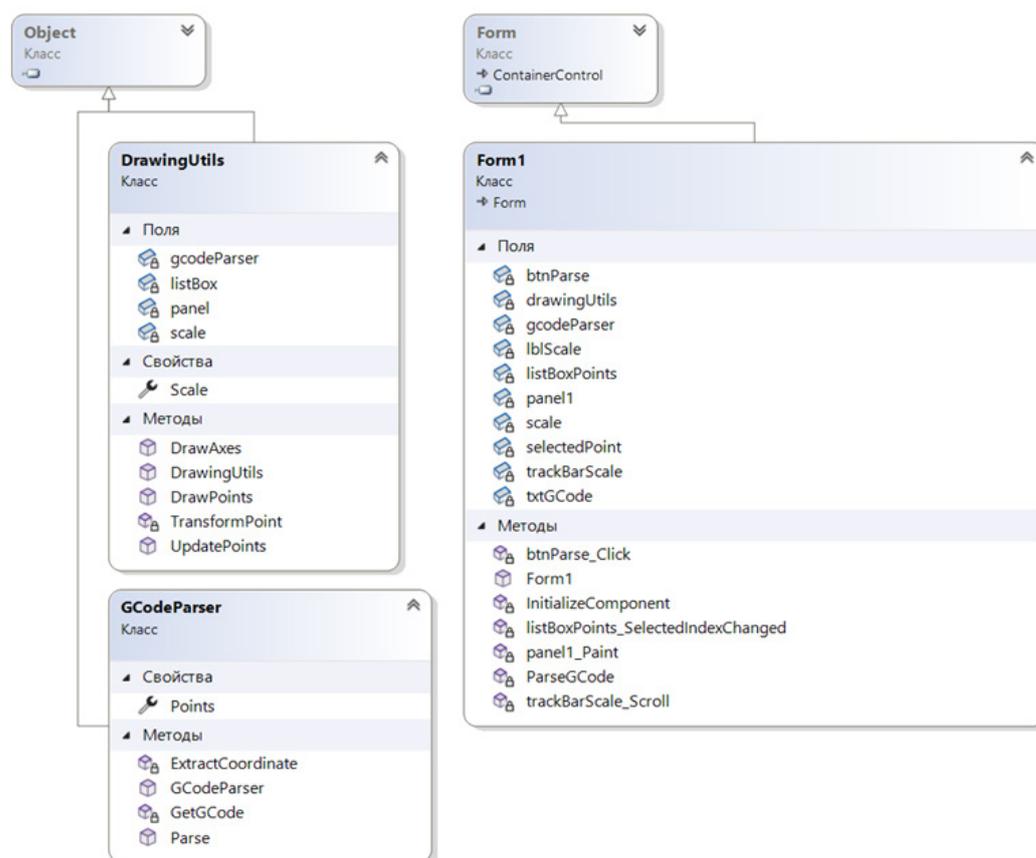


Рис. 4. Диаграмма классов

панели.

Метод *UpdatePoints* (*List<(PointF Point, bool IsG0)> points*) обновляет список точек, отображаемых в элементе *ListBox* или аналогичном компоненте. Он очищает текущий список и добавляет новые точки, извлеченные из *G*-кода, обозначая тип перемещения (например, быстрое перемещение *G0* или обычное *G1*).

На рис. 3 показаны варианты использования для данной программы.

Варианты использования включают различные типы связей. Использование *G*-кода (связь ассоциации): программа применяет введенный или загруженный *G*-код для дальнейшей обработки. Разбор *G*-кода (связь включения): процесс разбора *G*-кода включает в себя анализ каждой строки на предмет команд и параметров. Визуализация процесса обработки (связь включения) включает в себя отображение перемещений, маршрутов инструмента и других аспектов процесса обработки. Возможность отладки программы (связь расширения): программа может предоставлять возможности отладки,

такие как пошаговое выполнение, просмотр состояний переменных и т.д. Выполнение программы (связь обобщения): обобщение показывает, что весь процесс начинается с использования *G*-кода и заканчивается возможностью отладки программы, включая разбор, визуализацию и сохранение результатов.

Диаграмма классов приведена на рис. 4.

Приведем полное описание методов в соответствии с диаграммой классов.

Метод *btnParse_Click()* является обработчиком события нажатия кнопки «Построить точки». Этот метод вызывает *ParseGCode()*, чтобы выполнить парсинг *G*-кода, введенного в текстовом поле *txtGCode*, и обновить список точек в *listBoxPoints*.

Метод *ParseGCode()* применяется для парсинга *G*-кода, представленного в текстовом формате (хранящемся в *txtGCode*). Он разбивает входной текст на строки, извлекает координаты точек *X* и *Y* из каждой строки *G*-кода, сохраняет их в коллекцию точек (*Points*) и определяет тип команды (*G0* или *G1*).

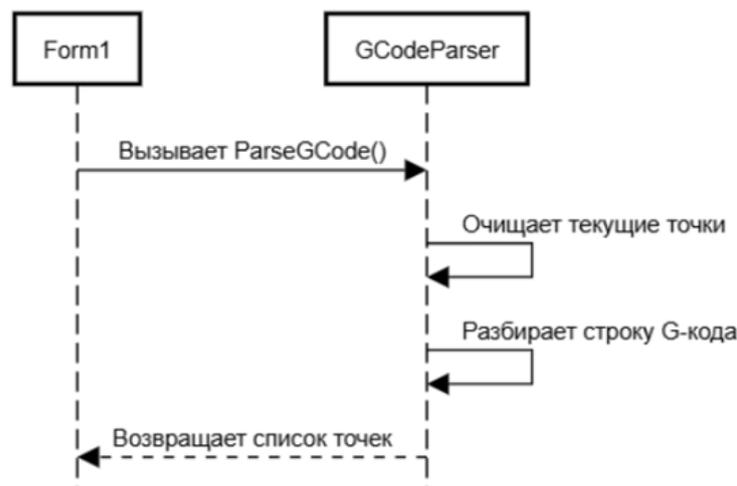


Рис. 5. Диаграмма последовательности «Парсинг G-кода»

Метод *panel1_Paint()* является обработчиком события отрисовки панели *panel1*. Вызывает методы *DrawingUtils* для рисования координатных осей и отображения точек на панели, включая выделение выбранной точки (*selectedPoint*).

Метод *trackBarScale_Scroll()* является обработчиком события изменения положения ползунка *trackBarScale*. Этот метод обновляет масштабирование изображения на панели *panel1* в зависимости от положения ползунка и вызывает перерисовку панели.

Метод *SelectedIndexChanged()* является обработчиком события изменения выбранного элемента в *listBoxPoints*. Он определяет индекс выбранной точки и обновляет значение *selectedPoint* для выделения соответствующей точки на панели *panel1*.

Метод *GCodeParser.Parse()* применяется для разбора строки G-кода и извлечения координат точек *X* и *Y*. Координаты добавляются в коллекцию точек (*Points*), а также определяется тип команды (*G0* или *G1*).

Метод *UpdatePoints()* применяется для обновления списка точек в *listBoxPoints*. Он очищает существующий список и добавляет новые элементы, представляющие координаты *X* и *Y* каждой точки.

Метод *DrawAxes()* применяется для рисования координатных осей на панели *panel1*. Он используется для отображения осей *X* и *Z* (*Z* как ось *Y*) и их подписей.

Метод *DrawPoints()* применяется для рисования точек на панели *panel1* в соответствии с

текущим масштабом. Включает возможность отрисовки дуговых или прямых линий между точками в зависимости от типа команды (*G0* или *G1*).

Диаграмма «Парсинг G-кода» (рис. 5) показывает взаимодействие между *Form1* и *GCodeParser* при вызове метода *ParseGCode()*. *Form1* передает текст G-кода в *GCodeParser*, который затем очищает текущие точки и разбирает G-код, возвращая список точек обратно в *Form1*.

Диаграмма «Отображение точек на панели» (рис. 6) показывает взаимодействие между *Form1* и *DrawingUtils* при обновлении списка точек в *ListBox* и перерисовке панели. *Form1* вызывает *UpdatePointsListBox()*, где *DrawingUtils* очищает содержимое *ListBox* и добавляет новые точки. Затем *Form1* вызывает *RedrawPanel()*, где *DrawingUtils* вызывает *Invalidate()* для перерисовки *Panel*.

Перед разработкой полнофункциональной программы интерпретатора необходимо проработать важные архитектурные решения. В программу на вход могут поступать десятки тысяч строк кода, неправильная обработка которых может привести к временным затратам или даже к обвалу программы. Для улучшения производительности и оптимизации работы с большими объемами данных можно рассмотреть следующие подходы.

1. Параллельная обработка. Если разбор и обработка большого объема данных становятся узким местом, можно рассмотреть возможность параллельной обработки строк G-кода. Это мо-

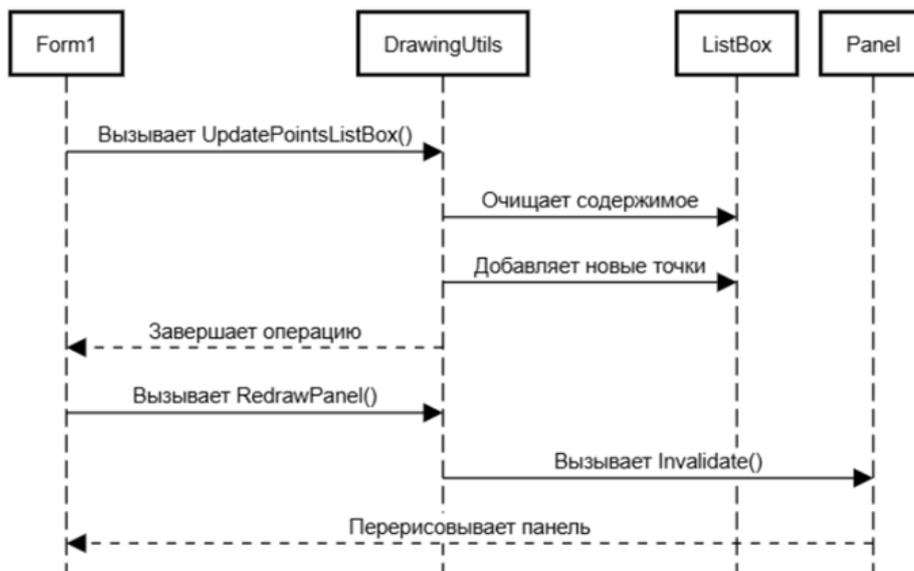


Рис. 6. Диаграмма последовательности. Отображение точек на панели

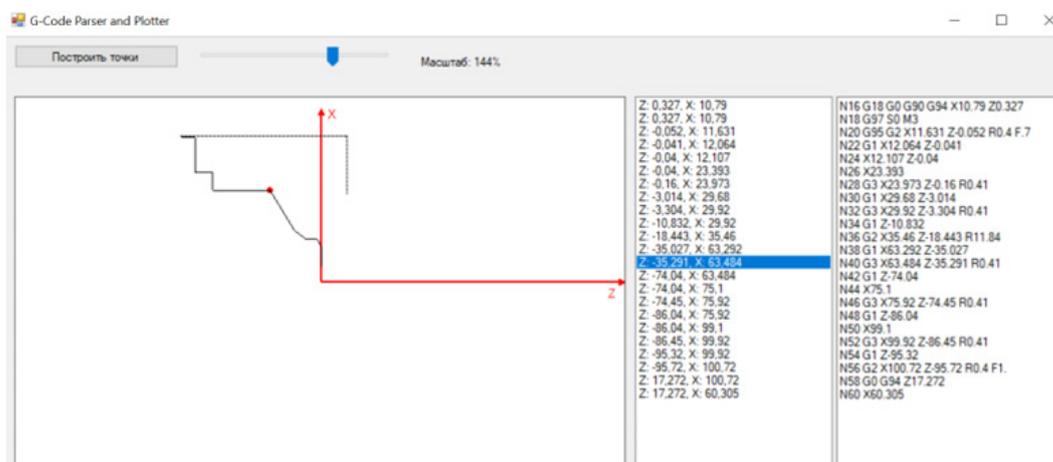


Рис. 7. Интерфейс программы

жет ускорить процесс, особенно если разбор каждой строки независим.

Интерфейс программы приведен на рис. 7. Программа написана на языке C#.

2. Использование более эффективных алгоритмов. Оптимизация методов *Parse* и *TransformPoint* может значительно повысить производительность. Например, использование *StringBuilder* для построения строки и быстрые алгоритмы поиска и извлечения координат могут ускорить разбор G-кода.

Для оптимизации работы с большими объемами данных важно профилировать код, выявлять узкие места и применять соответствующие

методы оптимизации, учитывая специфику работы с G-кодом и требования приложения.

Оптимизация функции парсинга строк

Главным методом программы со стороны выполнения функционального назначения является метод *Parse*. Он выполняет следующие действия.

1. Очищает список точек. Метод *Points.Clear()* очищает список *Points*, чтобы быть уверенным, что он пуст перед началом разбора нового текста G-кода.

2. Разбирает строки текста. Метод

`gcodeText.Split()` разбивает входной текст на строки по символу новой строки (*Environment.NewLine*), игнорируя пустые строки.

3. Извлекает *G*-код. Метод *GetGCode(line)* определяет тип *G*-кода (например, *G0*, *G1*, *G2*) в текущей строке. Если тип не найден, используется предыдущий код строки (*lastGCode*).

4. Извлекает координаты. Методы *ExtractCoordinate(line, 'X')* и *ExtractCoordinate(line, 'Z')* извлекают координаты *X* и *Z* из текущей строки *G*-кода. Значения координат сохраняются в *lastX* и *lastY*.

5. Создает и добавляет точки. Если обе переменные *lastX* и *lastY* имеют значение, создается новая точка типа *PointF* и добавляется в список *Points* с указанием типа *G*-кода.

6. Обновляет последний *G*-код. *lastGCode* обновляется для использования текущего *G*-кода в следующей итерации.

Процесс парсинга строк может быть оптимизирован. В исходном варианте в программе применяется конкатенация строк. В языке *C#* строки являются неизменяемыми. Это означает, что каждая операция конкатенации строк, например, при использовании оператора *+*, создает новую строку в памяти, даже если изменения касаются только части существующих строк.

Класс *StringBuilder* решает эту проблему путем предоставления более эффективного механизма для изменения строк:

- изменяемость – *StringBuilder* представляет собой изменяемую последовательность символов, в которой можно добавлять, удалять и изменять символы без создания новых экземпляров строки;

- эффективность – *StringBuilder* выделяет память с запасом и автоматически увеличивает свою внутреннюю буферную емкость по мере необходимости, что уменьшает количество операций копирования данных при увеличении размера строки.

Для сравнения способов создания строк была написана программа, создающая строку из 100 символов. Результаты работы программы следующие.

1. Время выполнения с конкатенацией оператором *+* 789 мс.

2. Время выполнения с использованием *StringBuilder* 447 мс.

Таким образом, при разработке программы на языке *C#* использование *StringBuilder* будет значительно быстрее конкатенации строк с помощью оператора *+*, особенно при работе с

большими объемами данных.

Оптимизации способа хранения координат точек

Еще одной особенностью нашей программы является то, что она может содержать в себе огромное количество координат точек. Для оптимизации выполнения данной задачи применим пространственные индексы.

Пространственные индексы – это структуры данных, которые позволяют эффективно выполнять запросы, связанные с географической или многомерной информацией [2]. Они особенно полезны в приложениях, работающих с графикой, картографией, системами управления базами данных и *CAD/CAM*-системами.

Данный способ подходит при создании точечных запросов (найти объекты, содержащие данную точку), диапазонных запросов (найти объекты, попадающие в заданный диапазон) и др.

Выделяют следующие типы пространственных индексов:

- *R*-деревья;
- *Quad*-деревья;
- *KD*-деревья.

R-дерево представляет собой балансируемое дерево, где каждый узел представляет минимально охватывающий прямоугольник (*MBR*). *MBR* – это наименьший прямоугольник, который может содержать все объекты в данном узле. Корневой узел охватывает все данные в дереве. Каждый узел может иметь несколько дочерних узлов. Листовые узлы содержат непосредственные данные (например, точки), а внутренние узлы содержат ссылки на дочерние узлы.

Данный метод можно сравнить с библиотекой. Рассмотрим библиотеку, где книги (объекты) организованы по разделам (узлы). Каждый раздел может содержать несколько полок (дочерние узлы), и каждая полка может содержать книги (данные):

- корневой узел – вся библиотека;
- внутренние узлы – разделы;
- листовые узлы – полки с книгами.

Когда новая книга добавляется, библиотекарь находит подходящий раздел и полку, чтобы минимизировать изменение организации. Если полка переполняется, библиотекарь может добавить новую полку и перераспределить книги.

Применительно к разрабатываемой про-

грамме данный метод поможет оптимизировать следующие действия.

1. Быстрый поиск ближайших точек. Если нужно найти ближайшие точки к заданной координате (например, для выбора точки на графике или для определения пути между точками), пространственные индексы позволяют делать это очень быстро.

2. Эффективная отрисовка. Когда пользователь изменяет масштаб или передвигает вид в программе, *R*-дерево может помочь быстро определить, какие точки нужно отрисовать в текущем окне. Это может значительно ускорить отрисовку, так как вам не нужно будет проверять все точки, а только те, которые попадают в видимую область.

3. Оптимизация маршрута. Если программа будет выполнять задачи, связанные с оптимизацией маршрута (например, для минимизации времени перемещения станка), *R*-дерево может быть использовано для эффективного нахождения кратчайшего пути между точками.

4. Детектирование коллизий. При симуляции движения инструмента по траектории *R*-дерево может быть использовано для быстрого

определения, пересекает ли траектория какие-либо объекты или препятствия.

Пространственные индексы значительно ускоряют обработку запросов, особенно когда речь идет о большом количестве данных и сложных географических запросах. В контексте программы они могут быть полезны для быстрого нахождения и обработки точек *G*-кода, попадающих в видимую область панели, что улучшит производительность и отзывчивость интерфейса.

В данной работе описана базовая функциональность программы для обработки *G*-кода с целью его проверки.

Приведенные в работе диаграммы *UML* помогают визуализировать и спроектировать систему. Диаграмма вариантов использования определяет функциональные требования к системе, диаграмма классов показывает структуру системы, диаграмма последовательности описывает взаимодействие между объектами.

Для повышения производительности программы предложено использовать специальный класс для обработки строк программы, а также применять пространственные индексы для работы с координатами точек.

Список литературы

1. Венгрой Джей Прикладные структуры данных и алгоритмы. Прокачиваем навыки. – СПб : Питер, 2024. – 512 с.
2. VeryCut: официальный сайт. – США, 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.cgtech.com>.
3. Советов, П.Н. Разработка многопоточного софт-процессора со стековой архитектурой на основе совместной оптимизации программной модели и системной архитектуры / П.Н. Советов, И.Е. Тарасов // Многоядерные процессоры, параллельное программирование, ПЛИС, системы обработки сигналов. – 2017. – Т. 1. – № 7. – С. 8–19.
4. Уржумов, Д.В. Проектирование программной архитектуры, порождающей пользовательские интерфейсы генерации серий параметров динамически определяемого типа / Д.В. Уржумов // Труды Поволжского государственного технологического университета. Серия: Технологическая. – 2020. – № 8. – С. 68–74.
5. Миллюкин, Ю.А. Технология и алгоритм получения бинарного кода с помощью программы автоматизации вычислений, заданных в символьной форме / Ю.А. Миллюкин, А.В. Филонович, В.А. Подчукаев // Научное обозрение. – 2014. – № 7-1. – С. 271–275.
6. Многопроцессорные рабочие станции с программируемой архитектурой – эффективный инструмент решения сложных научно-технических задач / И.И. Левин, И.М. Пономарев, Р.В. Шахов, А.В. Шматок // Известия ТРТУ. – 2002. – № 2(25). – С. 180–183.

References

1. Vengrou Dzhey Prikladnyye struktury dannykh i algoritmy. Prokachivayem navyki. – SPb : Piter, 2024. – 512 s.
2. VeryCut: ofitsial'nyy sayt. – SSHA, 2024 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.>

cgtech.com.

3. Sovetov, P.N. Razrabotka mnogopotchnogo soft-protssora so stekovoy arkhitekturoy na osnove sovmestnoy optimizatsii programmnoy modeli i sistemnoy arkhitektury / P.N. Sovetov, I.Ye. Tarasov // *Mnogoyadernyye protsessory, parallel'noye programmirovaniye, PLIS, sistemy obrabotki signalov.* – 2017. – T. 1. – № 7. – S. 8–19.

4. Urzhumov, D.V. Proyektirovaniye programmnoy arkhitektury, porozhdayushchey pol'zovatel'skiye interfeysy generatsii seriy parametrov dinamicheski opredelyayemogo tipa / D.V. Urzhumov // *Trudy Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Tekhnologicheskaya.* – 2020. – № 8. – S. 68–74.

5. Milyukin, YU.A. Tekhnologiya i algoritm polucheniya binarnogo koda s pomoshch'yu programmy avtomatizatsii vychisleniy, zadannykh v simvol'noy forme / YU.A. Milyukin, A.V. Filonovich, V.A. Podchukayev // *Nauchnoye obozreniye.* – 2014. – № 7-1. – S. 271–275.

6. Mnogoprotssornyye rabochiye stantsii s programmiruyemoy arkhitekturoy – effektivnyy instrument resheniya slozhnykh nauchno-tekhnicheskikh zadach / I.I. Levin, I.M. Ponomarev, R.V. Shakhov, A.V. Shmatok // *Izvestiya TRTU.* – 2002. – № 2(25). – S. 180–183.

© М.С. Проценко, А.А. Кутин, 2024

УДК 621.81

*И.А. ПОГРЕБНАЯ, С.В. МИХАЙЛОВА**Филиал ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Нижневартовск*

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Ключевые слова: комбинированное воздействие; магнитная обработка; магнитное поле; ресурсосбережение.

Аннотация. Цель работы – исследовать возможность повышения эксплуатационных характеристик деталей машин при воздействии на них магнитных полей. Метод: проводится анализ требований к эксплуатационным характеристикам деталей с потребностями ресурсосбережения. Авторы делают акцент на использовании комбинированного действия мощных магнитных полей в качестве технологического воздействия для модификации параметров изделий машиностроения. Результат: выделены характерные особенности поведения конструкционных материалов в сильных магнитных полях при различном температурном интервале. Прослеживается сложное влияние магнитного поля на все структурные материалы деталей машин. Вывод: в статье описаны основные преимущества использования магнитного поля при воздействии на обрабатываемый материал.

Введение

Нахождение оптимальных решений ресурсосбережения при высоких требованиях к эксплуатационным свойствам деталей машин является актуальной проблемой технологии машиностроения.

Традиционные технологические методы воздействия на рабочие поверхности изделий, такие как обработка резанием, химическая, термическая и химико-термическая обработка, достаточно финансово затратны. Перед предприятиями встает задача снижения издержек производства при сохранении необходимого качества изделий. Решение этой проблемы

связано с усовершенствованием технологий, в частности с поиском рационального использования производственных ресурсов, важнейшим показателем которого является себестоимость. Именно поэтому для современного производства снижение затрат на ресурсы является одним из важнейших направлений повышения конкурентоспособности.

Существует большое количество методов повышения эксплуатационных характеристик: физические, химические, электрические, комбинированные. Технологическим способам укрепления рабочих поверхностей деталей машин посвящено большое количество работ. Все чаще используется магнитно-импульсная обработка металлов, поскольку дает широкие возможности для повышения качества продукции [1]. В то же время импульсный характер воздействия вызывает возникновение скин-эффекта, то есть при высокой частоте разряда глубина проникновения магнитного поля невелика и ограничивается поверхностным слоем. Объемное изменение свойств материала может быть достигнуто термической обработкой, за счет которой происходит перестройка структуры по всему объему изделия. Вместе с тем такой вид воздействия имеет ряд недостатков, среди которых большие внутренние напряжения и искривления при неравномерном охлаждении по сечению детали. Кроме того, высокотемпературный нагрев энергозатратный.

Метод

Результаты многочисленных научных работ ученых исследователей Л.С. Васильева, В.М. Кац, С.В. Коновалова позволяют отметить высокую эффективность именно комбинированных методов обработки воздействий на материал. Предложены решения задач, направленных на повышение эксплуатационных характери-

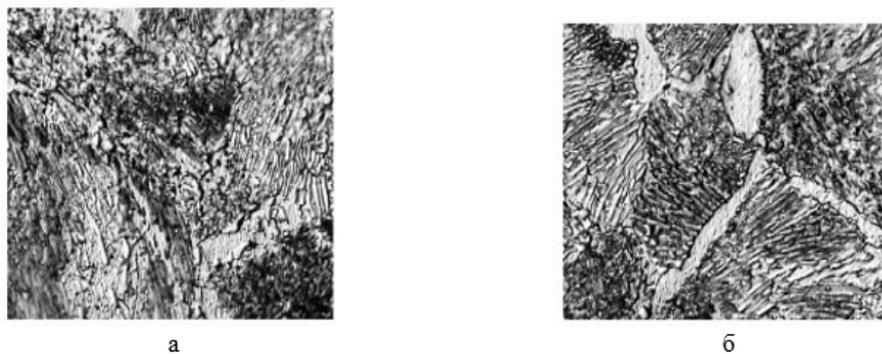


Рис. 1. Структура стальных образцов: а) до магнитно-импульсной обработки, HB = 145; б) после магнитно-импульсной обработки, HB = 197

стик деталей машин с применением современных технологий на производственных объектах. Так, особое внимание ученых на протяжении многих лет привлекает поведение конструкционных материалов в сильных магнитных полях в широком температурном интервале [2]. Магнитная обработка является перспективным методом укрепления поверхностного слоя материала, что в последние годы вызывает интерес исследователей. Использование воздействия такого рода имеет ряд преимуществ с точки зрения согласования геометрии и шероховатости поверхности деталей, а также экологической чистоты и ресурсосбережения. Установлено, что использование магнитного поля при финишной обработке монокристаллов кремния приводит к улучшению обрабатываемости материала за счет уменьшения предела текучести, а также к более интенсивному выходу дислокаций на поверхность и уменьшению количества линейных дефектов кристаллической структуры. Эти явления проявляются при магнитно-абразивной обработке и магнитно-электрическом упрочнении. Введение в эти процессы энергии ультразвука (то есть сочетание магнитного и ультразвукового воздействия) дает комбинированный метод обработки и упрочнения поверхностей деталей машин, позволяющий устранить основные недостатки магнитно-электрического упрочнения: нестабильность физико-механических свойств наплавляемого слоя и слабую адгезию этого слоя с деталью [3].

Большой научный и практический интерес вызывает использование принципа суперпозиции в отношении разного рода физических полей или однородного и неоднородного магнитных полей. Установлено, что применение

электрического поля в тандеме с магнитным при воздействии на инструментальные стали позволяет улучшить качество поверхностного слоя исследуемого материала.

Магнитное поле может влиять на механические и микропластические характеристики материалов, в частности твердость. Исследования, проведенные в этой области, доказывают, что комбинирование процессов магнитной и вибрационной обработок является эффективным методом упрочнения материалов [4].

Результаты многочисленных экспериментальных исследований, проведенных в области магнитной обработки, подтверждают эффективность использования в качестве равномерного потока для воздействия на обрабатываемый материал магнитного поля, что позволяет значительно расширить технологические возможности обработки [5].

В связи с этим проведена обработка в сильном магнитном поле путем слабых амплитудных вибраций: большие амплитуды приближают процесс к магнитно-импульсной обработке, то есть теряется объемный эффект. Повышение твердости стальных образцов в результате воздействия наноамплитудных колебаний к постоянному (однородному) сильному магнитному полю экспериментально доказано Е.Г. Гербертом, А.В. Комшиной, А.С. Помельниковой, В.Ю. Таскиным [6].

Добавление образцам механических колебаний в равномерном постоянном магнитном поле позволило достичь объемного упрочнения образцов от 150 HB до 240/250 HB, то есть на 60/65 % за 10–12 минут, что составляет упрочнение образцов на 5–6 % за одну минуту. Образцы твердого сплава, помещенные в магнит-

ное поле постоянного магнита, подвергнутые импульсным колебаниям, изменяют твердость и достигают максимального значения уже после десяти минут такой обработки.

Металлографические исследования результатов рассматриваемого принципа укрепления материала можно проиллюстрировать рис. 1.

Фотографии структуры получены протравливанием 4 % спиртовым раствором *HNO*. Границы зерен проявляются после протравливания по разорванной вдоль ферритной сетке. При этом наблюдалось формирование в объеме материала образцов сетки армирующего характера из пластинчатого перлита. Увеличение амплитуды колебаний пьезоэлектрического резонатора и, следовательно, образцов приводит к возрастанию твердости материала и длительности достижения установленного значения его твердости. Полученные результаты позволяют сделать вывод о перспективности магнитно-импульсной обработки для повышения износостойкости наплавленных пластин режущего инструмента, для повышения долговечности элементов механических деталей и конструкций. Также появляется возможность расширить

перечень технологических воздействий на рабочие поверхности деталей машин наряду с поверхностно-пластическим деформированием и термообработкой.

Выводы

Таким образом, наибольшей эффективности процесс упрочнения может достигать при импульсных колебаниях образцов в равномерном магнитном поле, возникающем в промежутке между двумя сильными (неодимовыми) магнитами. Обработка материалов постоянным или импульсным магнитными полями – прогрессивный метод модификации материалов. Магнитное воздействие предоставляет большие возможности: его способность изменять физико-механические свойства не вызывает сомнений. Учитывая вышеописанное, возникает необходимость расширения исследований на ряд материалов с целью выявления особенностей изменения их физико-механических показателей, атомно-кристаллических структур при взаимодействии постоянного и переменного магнитных полей в образце.

Список литературы

1. К магнитно-импульсной обработке быстрорежущих сталей / О.К. Колеров, А.П. Трухов, А.Н. Логвинов, А.В. Мокеев // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева. – 2004. – № 1(5). – С. 85–88.
2. Каблучев, С.В. Магнитно-импульсная обработка кольцевых сварных соединений / С.В. Каблучев, Д.С. Перлов, Д.В. Рогозин, Е.Л. Стрижаков // *Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don)*. – 2018. – № 1.
3. Полетаев, В.А. Энергетический анализ влияния магнитного поля на механические свойства стали / В.А. Полетаев, Д.А. Потемкин // Вестник ИГЭУ. – 2007. – № 3.
4. Шабалин, А.Н. Исследование на износостойкость зубчатых колес, упрочненных импульсной магнитной обработкой / А.Н. Шабалин, В.А. Полетаев, Н.В. Третьякова // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2006. – № 3. – С. 25.
5. Погребная, И.А. К вопросу о влиянии переменных нагрузок на работу несущих деталей / И.А. Погребная, С.В. Михайлова // Опыт, актуальные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса : материалы XI Международной научно-практической конференции обучающихся, аспирантов и ученых, посвященной 40-летию филиала ТИУ в г. Нижневартовске, Нижневартовск, 22 апреля 2021 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 386–387.
6. Погребная, И.А. Повышение износостойкости деталей машин воздействием магнитной обработкой / И.А. Погребная, С.В. Михайлова // *Наука и бизнес: пути развития*. – 2023. – № 10(148). – С. 75–79.

References

1. К магнитно-импульсной обработке быстрорежущих сталей / О.К. Колеров, А.П. Трухов, А.Н. Логвинов, А.В. Мокеев // *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta*

im. akademika S.P. Koroleva. – 2004. – № 1(5). – S. 85–88.

2. Kabluhev, S.V. Magnitno-impul'snaya obrabotka kol'tsevykh svarnykh soyedineniy / S.V. Kabluhev, D.S. Perlov, D.V. Rogozin, Ye.L. Strizhakov // *Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don)*. – 2018. – № 1.

3. Poletayev, V.A. Energeticheskiy analiz vliyaniya magnitnogo polya na mekhanicheskiye svoystva stali / V.A. Poletayev, D.A. Potemkin // *Vestnik IGEU*. – 2007. – № 3.

4. Shabalin, A.N. Issledovaniye na iznosostoykost' zubchatykh koles, uprochnennykh impul'snoy magnitnoy obrabotkoy / A.N. Shabalin, V.A. Poletayev, N.V. Tret'yakova // *Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta*. – 2006. – № 3. – S. 25.

5. Pogrebnaya, I.A. K voprosu o vliyaniy peremennykh nagruzok na rabotu nesushchikh detaley / I.A. Pogrebnaya, S.V. Mikhaylova // *Opyt, aktual'nyye problemy i perspektivy razvitiya neftegazovogo kompleksa : materialy XI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii obuchayushchikhsya, aspirantov i uchenykh, posvyashchenoy 40-letiyu filiala TIU v g. Nizhnevartovske, Nizhnevartovsk, 22 aprelya 2021 goda*. – Tyumen': Tyumenskiy industrial'nyy universitet, 2021. – S. 386–387.

6. Pogrebnaya, I.A. Povysheniye iznosostoykosti detaley mashin vozdeystviyem magnitnoy obrabotkoy / I.A. Pogrebnaya, S.V. Mikhaylova // *Nauka i biznes: puti razvitiya*. – 2023. – № 10(148). – S. 75–79..

© И.А. Погребная, С.В. Михайлова, 2024

УДК 621.865.8

*В.А. ПОЛЬСКИЙ, Е.В. ИВАНОВ**ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет**имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва*

КОМПОЗИЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ТРОСОВЫМ МАНИПУЛЯТОРОМ С УЧЕТОМ УПРУГОСТИ ЗВЕНЬЕВ

Ключевые слова: плоскопараллельный манипулятор; тросовая система; упругие гибкие звенья; *Matlab Simulink Simscape*.

Аннотация. Цель работы заключалась в изучении математического описания плоскопараллельных тросовых манипуляторов с учетом упругости гибких звеньев и в разработке метода управления, позволяющего повысить точность работы таких систем. Для достижения поставленной цели гибкие звенья были приведены к типу упругой вращающейся нагрузки, закрепленной на валу двигателя, после чего была разработана математическая модель манипулятора. С помощью математического моделирования была проведена серия экспериментов с использованием различных методов управления и выдвинута гипотеза о необходимости формирования сигнала управления, основанного на решении не только обратной задачи кинематики, но и динамики. Предложен композиционный метод управления, учитывающий динамику рабочего инструмента и упругие свойства звеньев. В заключение приведены результаты работы такого метода.

Введение

В настоящее время существует большое количество различных робототехнических систем. Манипуляторы с гибкими звеньями представляют особый интерес, ведь они обладают такими полезными качествами, как большое рабочее пространство, большая перемещаемая масса, быстрое разворачивание и масштабируемость. Рабочий орган приводится в действие набором гибких звеньев, роль которых выполняют тро-

сы. В литературе данный класс манипуляторов называют тросовыми параллельными манипуляторами.

Несмотря на их преимущества, существует ряд проблем, вызванных физической природой гибких звеньев. Тросы способны только тянуть, но не толкать, вдобавок упругие деформации могут приводить к колебаниям системы. Таким образом, рабочий инструмент должен поддерживаться всеми звеньями одновременно, и система управления не должна допускать их провисание. Поэтому методы анализа, разработанные для обычных манипуляторов с жесткими связями, не могут быть непосредственно применены к данному типу механизмов [1].

В настоящее время количество возможных применений данных манипуляторов с каждым годом увеличивается, создаются новые способы описания тросовых манипуляторов. Чаще всего такие роботы используются для перемещения рабочего инструмента вдоль горизонтальной плоскости и для манипулирования объектами в трехмерном пространстве (управление съемочной телекамерой, выполнение задач по погрузке и разгрузке грузов) [2; 3; 5]. В большинстве таких манипуляторов тросы прикрепляются в одной точке на рабочем инструменте, обеспечивая только перемещение рабочего инструмента, при этом ориентация рабочего инструмента остается неизменной [4; 5]. Присутствие избыточных связей обеспечивает возможность управления ориентацией рабочего инструмента в процессе движения по рабочей зоне.

В данной работе рассматривается вариант плоскопараллельного тросового робота, рабочий инструмент которого перемещается в вертикальной плоскости. Была рассмотрена математическая модель манипулятора, учиты-

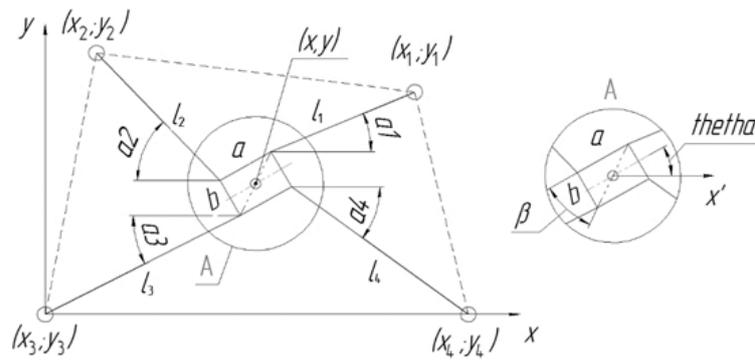


Рис. 1. Кинематическая схема манипулятора

вающая упругость звеньев, и предложен новый алгоритм управления, позволяющий повысить точность работы такого манипулятора.

Кинематика плоскопараллельного тросового манипулятора

Рабочая зона манипулятора представляет из себя участок вертикальной плоскости, заключенной в выпуклом четырехугольнике, в вершинах которого располагаются приводы манипулятора. Длины тросов определяют положение рабочего органа. Тросы крепятся к углам рабочего инструмента, форма которого представляет из себя прямоугольный параллелепипед, обозначение размеров которого: (*b*) – ширина, (*a*) – длина, (*c*) – толщина. На рис. 1 представлена кинематическая схема манипулятора.

Были сделаны следующие допущения при разработке модели: не учитываются инерция тросов и прогиб их под действием сил тяжести, коэффициенты жесткости тросов принимаются постоянными, не учитывается воздействие внешних сил на рабочий инструмент, не учитывается сила Кориолиса.

Для данного типа манипулятора была решена обратная кинематическая задача, в ходе которой были определены длины тросов с учетом размеров рабочего инструмента [3]. Координаты крепления (*i*) троса на рабочем инструменте выражаются следующими уравнениями (*x_{ri}*, *y_{ri}*):

$$\begin{cases} x_{ri} = x + e_x r \cos(\beta - (-1)^i \theta); \\ y_{ri} = y + e_y r \sin(\beta - (-1)^i \theta), \end{cases} \quad (1)$$

где *x*, *y* – координаты положения рабочего ин-

струмента в системе координат манипулятора; β – угол между диагональю рабочего инструмента и длинной стороной рабочего инструмента; θ – угол поворота рабочего инструмента; *r* – половина диагонали рабочего инструмента; *e_x*, *e_y* – коэффициенты, определяющие знак второго слагаемого:

$$\begin{cases} e_x = \begin{cases} 1, & \text{при } i = \{1; 4\} \\ -1, & \text{при } i = \{2; 3\} \end{cases}; \\ e_y = \begin{cases} 1, & \text{при } i = \{1; 2\} \\ -1, & \text{при } i = \{3; 4\} \end{cases} \end{cases} \quad (2)$$

Длина *i* троса определяется следующим выражением:

$$l_i = \sqrt{(x_{ri} - x_i)^2 + (y_{ri} - y_i)^2} - R^2, \quad (3)$$

где *x_i*, *y_i* – координаты расположения (*i*) привода; *R* – радиус блока; *l_i* – длина *i* троса.

Из уравнения (3) определяются обобщенные координаты – углы поворота барабанов лебедок. Для этого длина троса приводится к виду вращательной нагрузки:

$$q_i = \frac{l_i - l_{0i}}{R}, \quad (4)$$

где *l_{0i}* – длина *i* троса, когда рабочий инструмент находится в нулевой начальной точке (в работе принимаем, что эта точка – центр рабочей зоны).

Данные уравнения (1)–(4) являются решением обратной задачи кинематики тросового манипулятора.

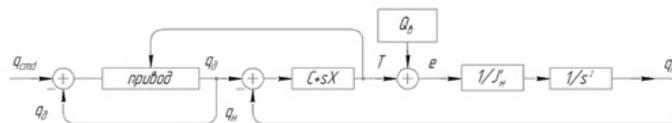


Рис. 2. Структурная схема привода с упругой нагрузкой

Динамическая модель манипулятора

На рабочий инструмент действуют силы натяжения тросов T_i ($i = 1, \dots, 4$), сила тяжести (G) и сила инерции. В данной задаче считается, что центр масс рабочего инструмента совпадает с его геометрическим центром. Поведение рабочего инструмента рассматривается согласно законам механики движения твердого тела в двумерном пространстве. Оно имеет три степени свободы. Две из них характеризуют линейное перемещение центра масс и третья – вращение объекта относительно центра масс. Уравнения динамики рабочего инструмента имеет следующий вид:

$$\begin{cases} m \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} = R_x \\ m \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -mg + R_y, \\ J_z \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = M_{Rz} \end{cases} \quad (5)$$

где m , J_z – масса и момент инерции вокруг оси (z) рабочего инструмента; x , y , θ – линейные и угловая координата рабочего инструмента в локальной системе координат манипулятора; R_x , R_y – проекции результирующей силы от сил натяжения тросов; M_{Rz} – суммарный момент вращения вокруг оси Z .

При отсутствии провисания троса со стороны привода сила натяжения направлена вдоль касательной к барабану лебедки, а со стороны рабочего инструмента сила направлена по прямой линии в точку касания. Модуль силы натяжения i троса определяется выражением:

$$T_i = \frac{\tau_i i_{red}}{R}, \quad (6)$$

где τ_i – момент, развиваемый (i) двигателем; i_{red} – коэффициент передачи редуктора; R – радиус барабана лебедки.

В системе координат манипулятора вектор силы натяжения i троса определяется выражением:

$$T_i = [T_{xi} \quad T_{yi} \quad 0]^T = [T_i \cos \alpha_i \quad T_i \sin \alpha_i \quad 0]^T, \quad (7)$$

где α_i – угол наклона i троса к горизонтали.

Суммарный вращающий момент, возникающий от сил натяжения:

$$M_{Rz} = \sum_{i=1}^4 \left(T_{yi} * \frac{a}{2} - T_{xi} * \frac{b}{2} \right). \quad (8)$$

Модель привода

В приводной системе манипулятора используются двигатели постоянного тока. Уравнение управления приводами манипулятора выражается следующим образом:

$$\dot{\tau}_i = -\frac{r_{я}}{L} \tau_i - \frac{K_M K_{\omega} i_{ред}}{L} \omega_i + \frac{K_M}{L} U_i, \quad (9)$$

где τ_i , $\dot{\tau}_i$ – момент, развиваемый двигателем, и его производная; $r_{я}$, L – сопротивление и индуктивность якоря; K_M , K_{ω} – коэффициент пропорциональности момента и тока и коэффициент противодвижущей электрической силы; $i_{ред}$ – передаточное отношение; U_i – напряжение в обмотке; ω_i – угловая скорость вращения барабана лебедки.

В данной системе присутствуют упругие тросы, поэтому каждый привод работает с упругой нагрузкой (рис. 2). Было осуществлено приведение упругости тросов к валу привода.

Коэффициент жесткости троса зависит от его длины, для упрощения приняли его равным минимальному своему значению, после чего привели его к виду вращательной упругой нагрузки, закрепленной на валу двигателя:

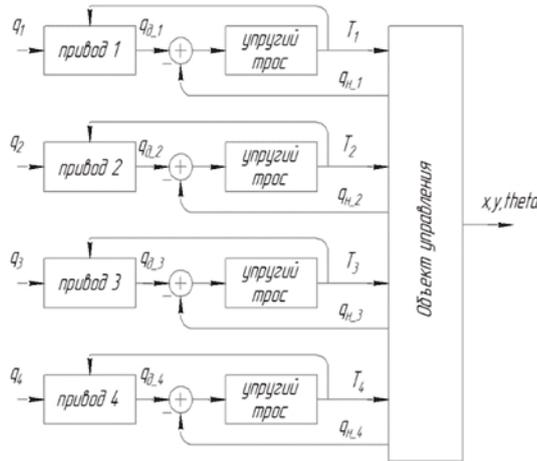


Рис. 3. Структурная схема механической части тросового манипулятора

$$C = \frac{C_{\text{лик}} R^2}{i_{\text{ред}}^2} = \frac{EAR^2}{l_{\text{max}} i_{\text{ред}}^2}, \quad (10)$$

где E – модуль Юнга материала троса; A – площадь поперечного сечения троса; l_{max} – максимальная длина троса; R – радиус барабана лебедки.

Сила натяжения (i) троса выражается следующей зависимостью:

$$T_i = (q_{im} - q_{ip})(C + sX), \quad (11)$$

где q_{im} , q_{ip} – угол положения вала двигателя и приведенной нагрузки; s – оператор дифференцирования; X – коэффициент вязкого трения.

Математическая модель манипулятора

Связав уравнения (1)–(11), получили систему дифференциальных уравнений, описывающую движение рабочего инструмента манипулятора. Эта система представляет собой систему нелинейных дифференциальных и тригонометрических уравнений (9) порядка с вектором состояния $(x, y, v_x, v_y, \theta, \omega_z, \tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4)^T$ и вектором управления $(U_1, U_2, U_3, U_4)^T$.

В математической модели тросового робота обратная связь по положению нагрузки осуществляется после решения обратной кинематической задачи (уравнения (1)–(4)), когда по данным координатам (x, y, θ) рассчитывается действительное положение объекта управления в системе обобщенных координат (q_{ip}) (рис. 3). Разница положения вала двигателя

(q_{im}) и положения нагрузки (q_{ip}) есть удлинение троса, с помощью которого можно определить силы, действующие на рабочий инструмент. Такая система содержит перекрестные связи, для анализа работы системы было решено использовать методы математического моделирования, был использован программный пакет «*Matlab Simulink Simscape*».

Обратная задача динамики

В целях обеспечения отсутствия провисания тросов необходимо знать требуемые силы их натяжения. Рассмотрим вектор-строку $\mathbf{T} = [T_1 \ T_2 \ T_3 \ T_4]$, состоящую из модулей сил натяжения тросов.

Матрица динамики (\mathbf{A}) содержит коэффициенты для разложения сил натяжения по осям X, Y и оси вращения Z :

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \cos \alpha_1 & \sin \alpha_1 & r \sin(\arctan(\frac{b}{a}) + \alpha_1) \\ \cos \alpha_2 & \sin \alpha_2 & r \sin(\arctan(\frac{b}{a}) + \alpha_2) \\ \cos \alpha_3 & \sin \alpha_3 & r \sin(\arctan(\frac{b}{a}) + \alpha_3) \\ \cos \alpha_4 & \sin \alpha_4 & r \sin(\arctan(\frac{b}{a}) + \alpha_4) \end{bmatrix}, \quad (12)$$

где α_i – угол наклона i троса к горизонтали; r – половина диагонали; b и a – ширина и длина рабочего инструмента.

Вектор инерции рабочего инструмента:

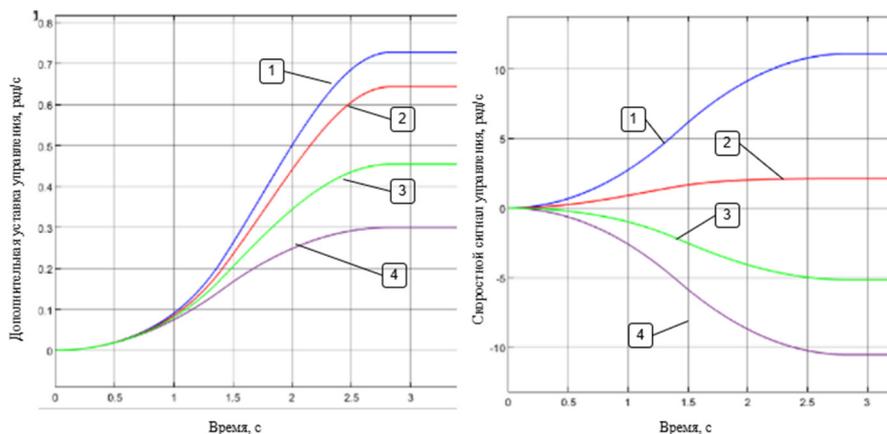


Рис. 4. Управляющие сигналы: а – кинематические сигналы; б – дополнительные сигналы уставки управления. Номера графиков соответствуют номерам приводов

$\mathbf{V} = [m a_x, m a_y, J_z \varepsilon]$. Схема манипулятора имеет избыточные кинематические связи, поэтому матрица \mathbf{A} не квадратная, и решить векторное уравнение баланса сил путем обращения матрицы \mathbf{A} не получится. Можно понизить ранг системы, приняв одну из сил натяжения известной, например, равной минимальному значению, обеспечивающему отсутствие провисания. Либо воспользоваться оператором псевдообратной матрицы, тогда легко определяется вектор силы натяжений тросов:

$$\mathbf{T} = \mathbf{A}^+ \mathbf{V} = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{V}. \quad (13)$$

Метод управления по композиционному сигналу

Проанализировав результаты моделирования различных методов управления, мы заметили, что провисание чаще всего возникает именно на отпускающем тросе, что по предположению было связано с отсутствием учета инерции движения рабочего инструмента при расчете управления. Был разработан метод расчета динамической уставки управления, где управляющий сигнал к приводам был представлен в виде композиции двух составляющих:

$$q_i = q_{ki} + q_{ii}, \quad (14)$$

где q_{ki} – составляющая управляющего сигнала, полученная в ходе решения обратной задачи кинематики; q_{ii} – составляющая управляющего сигнала, полученная в ходе решения обратной задачи динамики, которая обеспечивает умень-

шение скорости отпускающего и наматывающего троса и по своей физической природе компенсирует удлинение троса.

Метод расчета динамических уставок управления состоит из шести этапов:

1) в зависимости от направления движения рабочего инструмента определяется отпускающий (i) привод и рассматривается его кинематический управляющий сигнал (q_{ki});

2) из условия статики рассчитываются силы натяжения тросов (вектор \mathbf{T}) в целевой точке движения) и определяется сила натяжения (T_i);

3) кинематический сигнал преобразуется по следующей формуле:

$$q'_i = q_{ki} \frac{T_i}{R^2 C q_{ki_end}}, \quad (15)$$

где T_i – сила натяжения отпускающего привода в целевой точке; R – радиус барабана лебедки; C – приведенный угловой коэффициент жесткости троса; q_{ki_end} – значение кинематического сигнала отпускающего привода в целевой точке;

4) рассчитываются конечные значения дополнительных сигналов (q_{ki_end}) остальных приводов в целевой точке, которые должны обеспечить компенсацию дополнительной уставки натяжения отпускающего привода.

Параметры тросов, используемые при математическом моделировании: модуль Юнга $E = 2,5 \cdot 10^{10}$ Па, площадь поперечного сечения троса $A = 2,6 \cdot 10^{-5}$ м². Параметры рабочего ин-

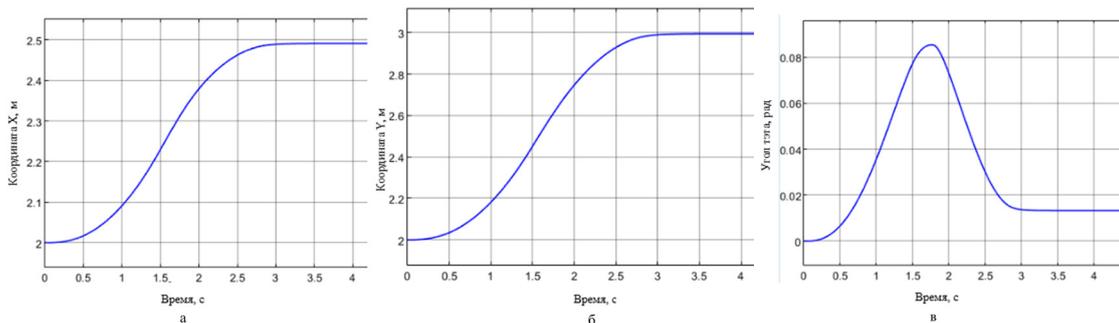


Рис. 5. Координаты рабочего инструмента: а – по оси X [м]; б – по оси Y [м]; в – угол [радиан] наклона рабочего инструмента к оси X

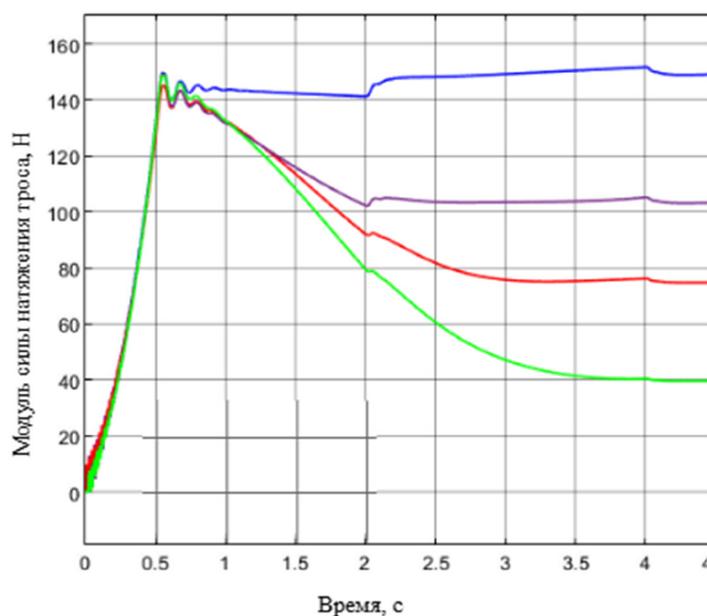


Рис. 6. Силы натяжения тросов [Н] на четырех тросах, графики отмечены цветом: синий – первый привод, красный – второй привод, фиолетовый – третий привод, зеленый – четвертый привод

струмента: масса 1 кг, прямоугольная геометрическая форма со сторонами 0,2х0,4 м. Рабочее пространство манипулятора (рис. 1) квадратной формы размером 2х2 м. Для проверки работоспособности модели была проведена серия экспериментов по моделированию перемещений рабочего инструмента манипулятора из центральной точки в другие точки рабочей зоны.

На рис. 5 представлены результаты моделирования перемещения рабочего инструмента из точки (2, 2, 0) в точку (2,5, 3,0), а на рис. 4 – сигналы управления приводом второй лебедки (для примера). Из графиков, представленных на рис. 5, видно, что статическая ошибка по по-

зиционированию рабочего инструмента составила: по оси X 9 мм, по оси Y 6 мм, по угловой координате 0,013 рад, что является вполне достаточной точностью для многих целевых задач.

Силы натяжения тросов за время движения рабочего инструмента представлены на рис. 6, их модули не равны нулю на протяжении всего движения, что подтверждает отсутствие провисания тросов.

Заключение

Рассмотрено решение обратной кинемати-

ческой задачи плоскопараллельного тросового манипулятора и разработана его математическая модель, учитывающая упругость гибких звеньев, которая может служить симулятором для отлаживания системы управления и получения различных данных о работе системы. Приведен новый метод управления с

использованием композиционного сигнала и представлены результаты моделирования. В дальнейших работах по изучению математического описания тросовых манипуляторов планируется рассмотреть решение прямой задачи кинематики и проблемы учета веса и инерции тросов.

Список литературы

1. Алепко, А.В. Механизмы параллельной структуры: обзор современного состояния, область применения манипуляторов в промышленности и анализ перспектив развития / А.В. Алепко, Д.М. Яковенко, В.В. Дубовсков // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 2-1. – С. 13–17.
2. Валюкевич, Ю.А. Планирование траектории перемещения манипулятора с подвесом схвата на гибких звеньях (часть 1) / Ю.А. Валюкевич, А.В. Алепко // *Известия вузов. Северо-кавказский регион. Технические науки*. – 2011. – № 6.
3. Валюкевич, Ю.А. Определение диапазона динамической управляемости манипулятора с гибкими связями / / Ю.А. Валюкевич, А.В. Алепко, В.В. Дубовсков, Д.М. Яковенко // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 2-2. – С. 1.
4. Riehl, N. On the determination of cable characteristics for large dimension cable-driven parallel mechanisms / N. Riehl, M. Gouttefarde, C. Baradat, F. Pierrot // *IEEE Transactions on Robotics and Automation*. – Alaska, USA, 2010.
5. Filipovic, M. Cable-suspended CPR-D type parallel robot / M. Filipovic, A. Djuric // *Journal of theoretical and applied mechanics* 54. – Warsaw. – 2016. – Vol. 2. – P. 645–657.
6. Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами: Учебник для вузов. 2-е изд., исправ. и доп. / С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 480 с.

References

1. Alepko, A.V. Mekhanizmy parallel'noy struktury: obzor sovremennogo sostoyaniya, oblast' primeneniya manipulyatorov v promyshlennosti i analiz perspektiv razvitiya / A.V. Alepko, D.M. Yakovenko, V.V. Dubovskov // *Fundamental'nyye issledovaniya*. – 2016. – № 2-1. – S. 13–17.
2. Valyukevich, YU.A. Planirovaniye trayektorii peremeshcheniya manipulyatora s podvesom skhvata na gibkikh zven'yakh (chast' 1) / YU.A. Valyukevich, A.V. Alepko // *Izvestiya vuzov. Severo-kavkazskiy region. Tekhnicheskkiye nauki*. – 2011. – № 6.
3. Valyukevich, YU.A. Opredeleniye diapazona dinamicheskoy upravlyayemosti manipulyatora s gibkimi svyaziyami / / YU.A. Valyukevich, A.V. Alepko, V.V. Dubovskov, D.M. Yakovenko // *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2015. – № 2-2. – S. 1.
6. Zenkevich, S.L. Osnovy upravleniya manipulyatsionnymi robotami: Uchebnik dlya vuzov. 2-ye izd., isprav. i dop. / S.L. Zenkevich, A.S. Yushchenko. – M. : Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana, 2004. – 480 s.

УДК 621.865.8

А.Н. ТИМОФЕЕВ, Д.О. ДОХОВ

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого»;

ФГАНУ «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики», г. Санкт-Петербург

ТРЕХПАЛОЕ ЗАХВАТНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАНИПУЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТАМИ В ОГРАНИЧЕННЫХ ПРОСТРАНСТВАХ МАЛОГО ОБЪЕМА

Ключевые слова: дистанционное управление; захватное устройство; манипулятор; пространство малого объема.

Аннотация. Рассматривается конструкция трехпалого захватного устройства манипуляционной системы для выполнения операций извлечения и контролируемого манипулирования объектами в ограниченных пространствах малого объема в режиме телеоператорного управления. Целью работы являются разработка и обоснование конструкции захватного устройства. Для достижения цели решены следующие задачи: описаны свойства объектов манипулирования и пространства малого объема, сформированы предъявляемые к захватным устройствам требования, проведен анализ конструкций существующих захватных устройств и способов захвата объектов, определена минимально необходимая компоновка захватного устройства, проведена оценка развиваемого им усилия.

Введение

Среди задач, решаемых средствами экстремальной робототехники, нередко встречаются задачи по извлечению потенциально опасных объектов из ограниченных пространств малого объема (ПМО), например, транспортных контейнеров, тары или багажа. В целях обеспечения безопасности человека при решении таких задач обосновано использование дистанционно управляемых манипуляционных систем (МС) с захватными устройствами (ЗУ). Для контроли-

руемого манипулирования и перемещения как мелких (существенно меньше габарита ЗУ), так и относительно крупных (сопоставимых по размерам с ЗУ или превышающих их) тяжелых и непрочных объектов манипулирования (ОМ) приходится усложнять конструкцию ЗУ.

В общем случае процесс извлечения ОМ из ограниченного ПМО включает в себя ряд циклически повторяющихся операций:

- обследование ПМО с определением (формированием) текущего образа границ ПМО;

- прогнозирование вида и свойств объектов, формирующих границы ПМО, включая допустимость их смещения или воздействия на них давлением ОМ или ЗУ;

- доведение до оператора автоматизированной МС виртуального образа ПМО, полученного на основании обследования и прогнозирования;

- дистанционное управляемое перемещение ОМ, включающее в себя заведение ЗУ в ПМО, захват ОМ, извлечение ОМ из ПМО, помещение ОМ в конечную точку.

Подобные задачи извлечения ОМ из ПМО встречаются в различных областях. Наиболее востребованы задачи извлечения ОМ из дорожных сумок, рюкзаков, коробок и прочих видов багажа. Эти целевые ОМ часто находятся среди других бытовых предметов, размеры, форма, масса и прочие свойства которых соответствуют возможностям руки человека. Чтобы найти и освободить целевой ОМ, приходится извлекать из ПМО мешающие предметы, также выступающие в качестве ОМ.

Целью работы являются разработка и обоснование конструкции трехпалого захватного

устройства манипуляционной системы для выполнения операций извлечения и контролируемого манипулирования объектами в ограниченных пространствах малого объема.

Для достижения поставленной цели решаются задачи:

- описание свойств ОМ и ограниченных ПМО с формированием требований, предъявляемых к ЗУ МС;

- анализ конструкций существующих ЗУ и способов захвата ими ОМ с определением минимально необходимой и достаточной компоновки разрабатываемого ЗУ;

- оценка развиваемого ЗУ усилия и подтверждение возможности манипулирования описанными ОМ.

Ограниченное пространство малого объема

Под ограниченным ПМО понимается ниша или полость, ширина входа и/или размер поперечного сечения которого незначительно превышает габариты ОМ [1]. ПМО может быть в грунте, строительных конструкциях, оборудовании, неупорядоченных грудах объектов после аварий, в мебели, транспортной таре, контейнерах и багаже. Малые объемы не позволяют или затрудняют размещение ЗУ и ОМ при манипулировании. Из-за малых объемов ЗУ с ОМ наталкиваются на границы ПМО, манипулирование затрудняется или становится невозможным.

Одна и та же ниша соответствует понятию ПМО для крупных ОМ и не является таковой для более мелких. Степень стесненности ниши (полости) характеризуется относительными параметрами, такими как узость входа, узость полости или относительный показатель глубины ниши [1].

В качестве ПМО рассматривается именно свободное пространство, в котором могут находиться и перемещаться ОМ и ЗУ. Поэтому при разгрузке сумки для каждого вынимаемого предмета имеются свои показатели степени стесненности ПМО.

В качестве границ ПМО могут выступать внутренние стенки сумки, наружные поверхности находящихся в ней предметов (кроме извлекаемого ОМ) или некоторая виртуальная поверхность, отделяющая вход в сумку от окружающего пространства. Они могут быть твердыми, ровными, мешковатыми или иными по свойству и материалу. Обычно содержание сум-

ки, форма и расположение предметов исходно неизвестны, а только прогнозируемы с некоторой вероятностью на основании осмотра или ощупывания. Поэтому границы ПМО могут быть как физическими, так и виртуальными.

Объекты, наполняющие ПМО, часто укладываются неровными слоями, равномерно распределяясь по площади дна. Целевой ОМ может находиться в глубине слоев, что потребует раздвинуть, приподнять или извлечь остальные объекты, при этом извлекаемые объекты могут зацепляться с остальными предметами на границах ПМО, поэтому для удобства взаимодействия с ОМ может потребоваться второй манипулятор с ЗУ.

Особенности работы в рассматриваемых вариантах ПМО заключаются в затруднении или невозможности наблюдения ОМ видеокameraми, установленными на манипуляторе (в области локтевого звена МС) или вне его. Узкий вход в ПМО заслоняется в процессе работы конструкциями МС и ЗУ, в связи с чем остро стоит вопрос компактности конструкции кисти, в том числе за счет уменьшения количества пальцев, фаланг или приводов ЗУ.

Часто предметы в транспортной таре или багаже прилегают друг к другу, поэтому приходится их осторожно раздвигать и в образовавшуюся щель вводить ЗУ с выпрямленными пальцами для последующего захвата ОМ. При таких условиях к конструкции ЗУ предъявляются требования обеспечения возможности вывода пальцев в одну плоскость «малой толщины» при сохранении возможности противопоставления одного из пальцев подобно большому пальцу человека.

Указанные выше особенности и свойства ПМО и ОМ позволяют определить ряд ограничений и требований к конструкции ЗУ и приводят к компромиссным решениям в компоновке ЗУ, в частности требуют рассмотрения вопроса минимально необходимого и достаточного количества пальцев ЗУ для взаимодействия с рассматриваемыми ОМ.

Обзор существующих ЗУ

Существующие ЗУ МС, применяемые в робототехнике, имеют широкое разнообразие конструкций, отличающихся количеством пальцев, количеством фаланг в каждом пальце, числом приводов, развиваемыми усилиями и отношениями грузоподъемности к габаритам.

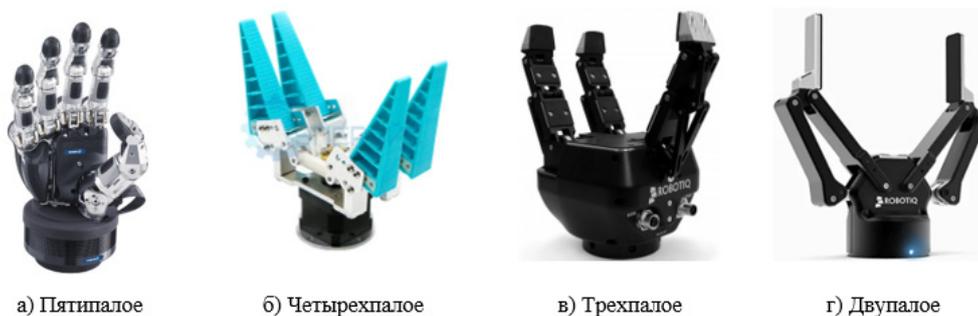


Рис. 1. Варианты захватных устройств

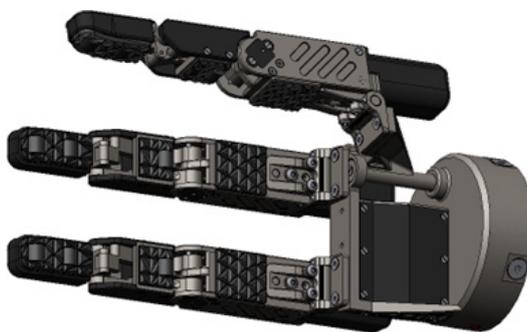


Рис. 2. Компоновка захватного устройства

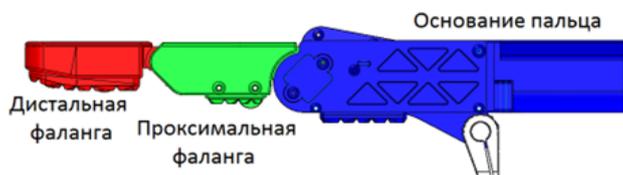


Рис. 3. Палец захватного устройства

ЗУ в виде антропоморфной кисти с пятью пальцами и тремя фалангами в каждом (кроме большого) (рис. 1а), очевидно, наиболее универсальны. Однако их применение в описанных задачах работы в ПМО затруднено слишком большими габаритами и массой. Уменьшение ЗУ возможно прежде всего за счет упрощения: уменьшения числа пальцев, фаланг или независимых приводов. Дополнительно к этому ожидаемы эффекты от использования более качественных комплектующих, несущих конструкций, передач, материалов и технологий.

ЗУ с двумя многосуставными пальцами (рис. 1г) недостаточно универсальны, так как

для надежного удержания тяжелого, большого, в том числе удлиненного ОМ, потребуются широкие пальцы, не позволяющие достать из узких углов или ниш ПМО малый предмет.

ЗУ с четырьмя пальцами (рис. 1б) ориентированы преимущественно на работу с длиномерными ОМ, они близки к ЗУ с пятью пальцами, и поэтому, будучи промежуточным вариантом, в данной работе не рассматриваются.

Основное внимание в данной статье уделяется анализу возможностей захвата ОМ ЗУ с тремя пальцами. Целевые ОМ для захвата таким ЗУ находятся среди бытовых предметов с соответствующими характеристиками: массой,

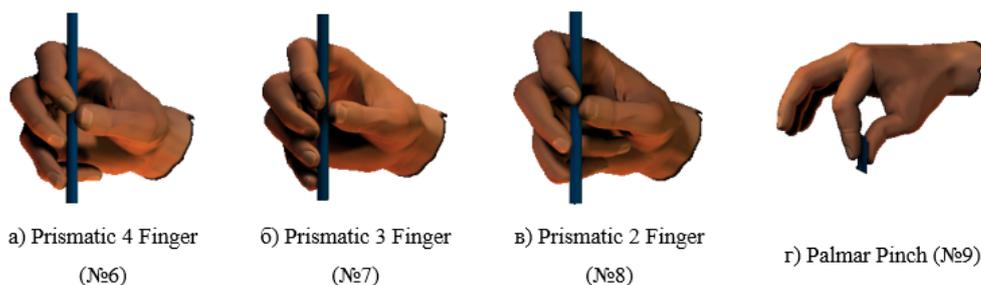


Рис. 4. Схожие между собой типы захватов [3]

размерами, формой и жесткостью. Примерами таких объектов являются бутылки, книги, ручки и карандаши и т.д. [2], приспособленные для захвата и удержания рукой человека. С учетом этого разработана и предложена конструкция трехпалого антропоморфного ЗУ с двумя фалангами в каждом пальце.

Компоновка захватного устройства

Компоновка предлагаемого трехпалого антропоморфного ЗУ МС представлена на рис. 2. Каждый палец антропоморфного ЗУ имеет в своем составе две активные фаланги: проксимальную и дистальную, закрепляемые на основании пальца (рис. 3). Большой палец ЗУ имеет возможность противопоставления двум другим путем вращения вместе с основанием.

Такое сокращение количества пальцев сохраняет универсальность ЗУ для выполнения захвата и удержания ОМ, при этом упрощение компоновки каждого пальца упрощает приводную систему и систему управления ЗУ.

Варианты захвата объектов манипулирования

Захват ОМ – это любое статичное положение ЗУ, при котором предмет можно надежно удерживать одним ЗУ (независимо от его положения) [3].

Возможными вариантами удержания предметов с учетом работы в ограниченных ПМО могут быть:

- захват ОМ силой тяжести – ОМ лежит или висит на ладони или пальцах ЗУ без прикрытия или прижима;

- захват ОМ с помощью сил трения – боковые поверхности ОМ сдавливаются пальцами ЗУ с силой, достаточной для преодоления силы

тяжести;

- захват ОМ с помощью закрытой геометрии – вокруг ОМ формируется конфигурация, ограничивающая перемещение ОМ без давления на него, захват ОМ независим от изменения направления действующих на него сил.

Для определения количества пальцев, необходимых для выполнения указанных выше захватов, введем понятие виртуального пальца в захватах человеческой кисти. Во многих задачах несколько пальцев работают вместе как функциональная единица – виртуальный палец. Пальцы принадлежат одному и тому же виртуальному пальцу, если они прикладывают усилия в одинаковом направлении и действуют в унисон [3]. На примере таксономии [2] заметим, что во всех представленных вариантах типовых захватов используется не более трех виртуальных пальцев. Кроме количества виртуальных пальцев обратим внимание и на их конфигурации, т.к. в некоторых из них виртуальным пальцем выступает ладонь, а также используются боковые поверхности пальцев.

Вычислим, сколько типовых захватов покрывает данное ЗУ согласно таксономии [3]. Заметим, что типы захватов, описанные в таксономии [3], изначально предназначены для пятипалой кисти, но могут быть выполнены трехпалым ЗУ, и многие типы захватов повторяют результаты друг друга. Пример приведен на рис. 4.

Для рассматриваемой задачи допустимо игнорировать группу пальцев в составе виртуального пальца. Для других задач, например, использования молотка, уменьшение количества пальцев уменьшает и площадь сопряжения, что снижает стабильность хватки при динамических действиях, но работа с молотком не входит в рассматриваемые задачи извлечения из ограниченных ПМО. С учетом этих условий был

Таблица 1. Примеры предметов, с которыми может взаимодействовать ЗУ

ОМ	Масса, г	Размер, мм	Форма [2]	Жесткость [2]
Пластиковая бутылка молока, один литр	1 030	Ø85x250	Цилиндр	Сжимаемый
Стеклянная бутылка газировки, один литр	1 000	Ø85x250	Цилиндр	Жесткий, хрупкий
Запаянный пакет молока, один литр	1 030	150x100x45	Низкий эллипс	Сжимаемый, гибкий
Запаянный пакет крупы	900	180x100x55	Низкий эллипс	Сжимаемый, гибкий
Стопка бумаг	2 500	297x210x52	Низкая призма	Гибкий
Коробка для хранения	2 000	100x100x60	Низкая призма	Жесткий
Аккумулятор	2 000	100x100x60	Низкая призма	Жесткий
Книга	1 500	210x150x30	Низкая призма	Жесткий
Карандаш	3	Ø7x180	Цилиндр	Жесткий

Таблица 1. Примеры выполнения захватов предложенной кистью

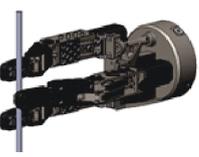
Название	Иллюстрация из таксономии [3]	Иллюстрация ЗУ МС
<i>Medium Wrap</i> (№ 3)		
<i>Prismatic 2 Finger</i> (№ 8)		
<i>Lateral</i> (№ 16)		
<i>Extension Type</i> (№ 18)		
<i>Parallel Extension</i> (№ 22)		



Рис. 5. Захват ОМ с помощью ЗУ

проведен сравнительный анализ типов захватов, представленных в таксономии [3], и возможностей данного ЗУ, который показал, что последнее может выполнить 24 из 33 захватов, что составляет примерно 73 % всех рассматриваемых случаев. Этот результат был получен на основе экспертной оценки, трехмерного моделирования и анализа технических характеристик ЗУ МС. При этом обеспечиваются захват и удержание всех возможных бытовых предметов при взаимодействии с ними [2]. Примеры таких предметов приведены в табл. 1.

Наиболее интересными типами захватов, изложенных в таксономии [3], выглядят: № 3, № 8, № 16, № 18, № 22 (табл. 2). Они попадают под категорию захватов, использующих закрытую геометрию, силу трения или силу тяжести. Также в табл. 2 были добавлены изображения аналогичного захвата с помощью разработанной конструкции ЗУ МС.

Оценка развиваемого усилия

Захват на основе силы трения – самый сложный в контексте силомоментных характеристик ЗУ. Для поднятия ОМ в виде жесткого вертикально стоящего цилиндра за верхний край (рис. 5) при условии массы цилиндра до трех кг требуется развивать 20 Н усилия на дистальной фаланге каждого пальца при коэффи-

циенте трения, равном 0,5.

Реализованная в пальце кинематика с учетом параметров применяемого электропривода 1331N7M ф. *Constar* позволяет развить предельное усилие в 38 Н, превышая необходимое для поднятия ОМ расчетное значение усилия.

Заключение

Для контролируемого манипулирования ОМ в ПМО необходимы упрощенные, особо компактные ЗУ, обладающие достаточным уровнем универсальности и нагрузочной способностью. Эти требования могут быть удовлетворены за счет уменьшения количества пальцев ЗУ относительно человеческой кисти, уменьшения количества суставов при сохранении необходимой грузоподъемности. Предложена конструкция антропоморфного ЗУ с тремя пальцами, каждый из которых имеет две фаланги, при этом аналог большого пальца человека имеет возможность как поворачиваться в широком диапазоне и выполнять клещевой вариант захвата объектов, так и выводить все пальцы в одну плоскость «малой толщины» для введения в ПМО. Определено, что такое ЗУ может обеспечивать до 73 % всех возможных захватов ОМ в соответствии с таксономией [3] и до 100 % захватов типовых объектов, которыми манипулирует человек [2].

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» (FNRG-2022-0012).

Список литературы

1. Дохов, Д.О. Проблемы создания манипуляционных систем для пространства малого объема / Д.О. Дохов, А.Н. Тимофеев // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 12(150). – С. 97–103.
2. Feix, T. Analysis of Human Grasping Behavior: Object Characteristics and Grasp Type / T. Feix, I.M. Bullock, A.M. Dollar // IEEE Transactions on Haptics. – 2014. – Vol. 7. – No. 3. – P. 311–323.
3. Feix, T. The GRASP Taxonomy of Human Grasp Types / T. Feix, J. Romero, H.-B. Schmiemayer, A.M. Dollar, D. Kragic // IEEE Transactions on Human-Machine Systems. – 2016. – Vol. 46. – No. 1. – P. 66–77.

References

1. Dokhov, D.O. Problemy sozdaniya manipulyatsionnykh sistem dlya prostranstva malogo ob'yema / D.O. Dokhov, A.N. Timofeyev // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 12(150). – S. 97–103.

© А.Н. Тимофеев, Д.О. Дохов, 2024

УДК 622.243

Н.А. КУРМАЗОВА, А.П. ЩЕРБАТЮК

ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», г. Чита

КОМПЛЕКСНОЕ СНИЖЕНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ВОЗДУШНУЮ СРЕДУ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА, В УСЛОВИЯХ ЗАБАЙКАЛЬЯ

Ключевые слова: антропогенная трансформация геосистем; загрязнение воздушной среды; комплекс экологических мероприятий; моделирование; орографические особенности; Читино-Ингодинская котловина Забайкальского типа; эколого-географические исследования.

Аннотация. Технология добычи угля открытым способом характеризуется большим количеством выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, которые негативно влияют на здоровье людей, работающих на горных предприятиях, и при определенных климатических условиях распространяется на десятки километров, загрязняя окружающую среду близлежащих населенных пунктов. Традиционно для очистки воздуха в рабочей зоне карьера используются принудительное проветривание или гидрообеспыливание. Но в условиях сурового климата и низких температур, характерных для Забайкалья, эти способы обеспыливания не оправданы.

Цель исследования – очистка воздуха населенного пункта.

Задача исследования – защита атмосферы карьера путем совершенствования существующих и создания новых, эффективных инженерно-технических средств борьбы с пылью на открытых горных работах с ростом интенсификации производства.

Гипотеза исследования: исследование процесса пылеподавления определит техногенную нагрузку на воздушную среду.

Методы: в научных исследованиях применялись методы дистанционных наблюдений (инновационных космических технологий геоинформационных *Internet*-ресурсов: интерактивная карта России с высотами, системы подспутникового позиционирования *GPS*); эко-

лого-географический метод; метод моделирования – математического, геоинформационного, натурального, имитационного.

Результат исследования: предлагается разработанный и запатентованный комплекс экологических мероприятий для снижения загрязнения атмосферного воздуха населенного пункта от угольного разреза, расположенного в условиях внутриконтинентальных межгорных котловин.

Введение

В последние годы резко возрос интерес к горным регионам как к специфическим территориям на планете, имеющим большой экологический, хозяйственный, экономический и ресурсный потенциал, которые представляют собой крупнейшую экосистему, влияющую на устойчивость процессов на нашей планете [2].

Котловинный фактор территориальной организации городов способствует не только удобному сосредоточенному расселению населения, но также возникновению экологических проблем, заключающихся в негативных антропогенных трансформациях геосистем или их отдельных компонентов (качества атмосферного воздуха), доминировании природно-антропогенных, снижении экологического потенциала и высокой заболеваемости жителей [1; 3; 9].

Материалы и методы исследования

Забайкальский край – территория горной страны, в которой впадины занимают не менее 30 % его площади, где на уровне котловин происходит смыкание природных, природно-

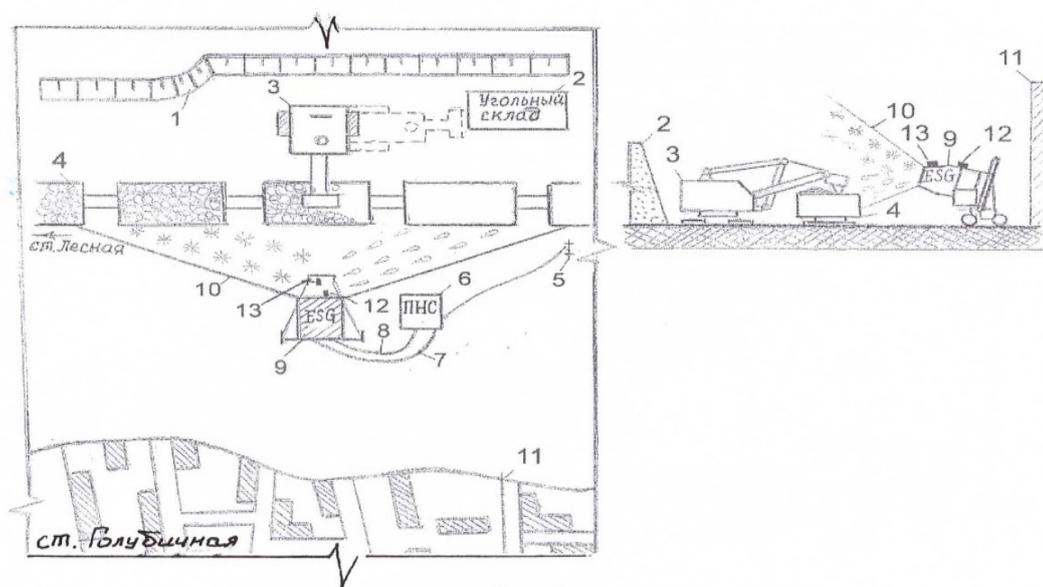


Рис. 1. Схема расположения системы пылеподавления в месте погрузки угля в вагоны

хозяйственных и социально-экономических секторов районирования [5].

Исследуемый объект, населенный пункт Голубицкая, расположен в Читино-Ингодинской котловине забайкальского типа.

Читино-Ингодинская впадина расположена между Яблоновым хребтом (с севера и северо-запада) и Черского (с юга и юго-востока). Впадина состоит из двух частей: Ингодинской (длиной более 190 км) и Читинской (более 70 км), которые в окрестностях города Читы соединяются, имея, таким образом, общую протяженность более 260 км. Ширина впадины колеблется от 2–4 до 25 км [7].

В исследуемой котловине преобладают сильно- и жесткоморозные погоды без ветра с суточными температурами $-22,5$ – $42,4$ °C [4].

Господствующий в зимнее время антициклон обуславливает штилевую со слабыми ветрами погоду, усугубляющуюся преобладанием горно-котловинного рельефа, усиливающего эффект застоя и загрязнения воздушных масс еще примерно на 50–75 %, особенно в осенне-зимние месяцы, когда выбросы в атмосферный воздух максимальны [6].

Преобладающее западное направление ветров способствует загрязнению пылегазовой смесью, образующейся на разрезе воздушного бассейна ст. Голубицкая, расположенной на расстоянии менее 840 м от разреза к востоку.

Результаты и обсуждение

Авторами предлагается комплекс мероприятий по снижению антропогенного воздействия на воздушную среду. Модель ESG 310 – универсальный снегогенератор, эксплуатируемый круглогодично. Зимой засыпает искусственным снегом. Летом используется в качестве распылителя. Оптимальная схема расположения снегогенератора для защиты и очистки населенного пункта ст. Голубицкая представлена на схеме (рис. 1).

Система обеспечит два режима пылеподавления: холодный период (температура воздуха от $-1,50$ °C до -400 °C) – пылеподавление с нанесением на пылящую поверхность искусственного снега, который будет предотвращать вынос угля и удерживать пылевые частицы, переносимые ветровым потоком; теплый период (температура воздуха от $-1,50$ °C до $+400$ °C) – туманообразование с помощью распыления холодной водой и дальностью струи 15–20 м [8].

Вторым фактором снижения антропогенной нагрузки на исследуемый объект является предложение по строительству лесозащитной полосы, отделяющей населенный пункт Голубицкое от территории угольного разреза.

На рис. 2 изображены ореол рассеяния пыли и примерное расположение лесозащитной полосы.

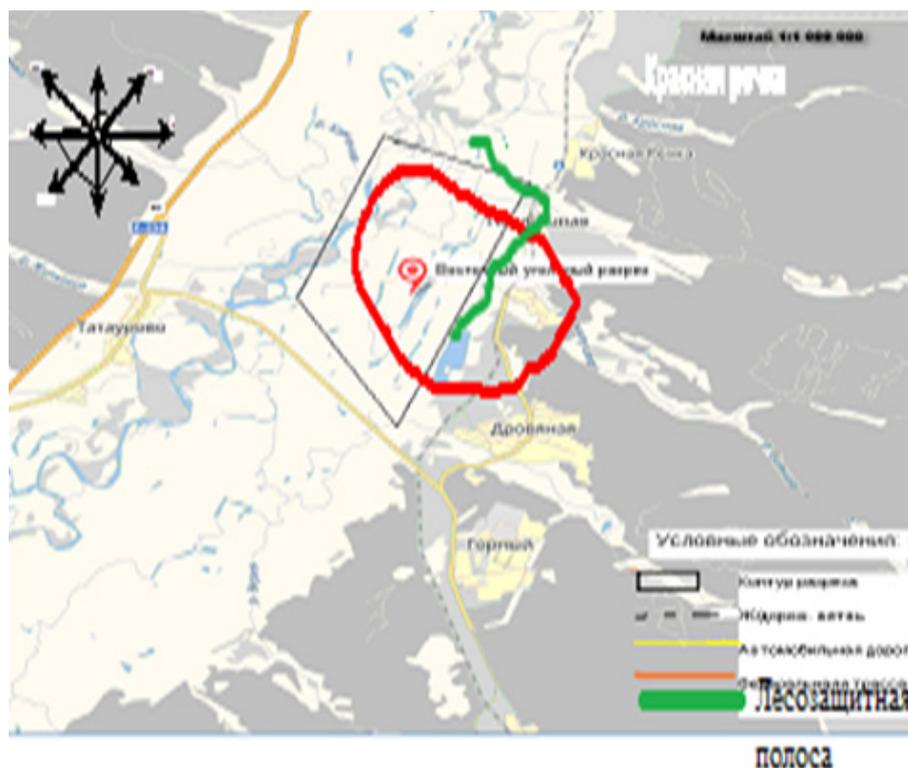


Рис. 2. Карта угольного разреза и местоположение населенного пункта Голубичное, приблизительное расположение лесозащитной полосы

Вывод

Научно-обоснованный выбор способов снижения антропогенной нагрузки на воздуш-

ную среду исследуемого объекта позволяет существенно снизить уровень антропогенного воздействия на компоненты окружающей среды.

Список литературы

1. Акимова, Т.А. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник для вузов / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000 – 30 с.
2. Бугаева, Г.Г. К методологии оценки влияния технологических процессов открытых горных работ на окружающую среду / Г.Г. Бугаева, В.С. Завалишин, А.В. Когут // Труды института горного дела им. Д.А. Кунаева. Том 72. Алма-Ата, 2006. – С. 191–200.
3. Верхотуров, А.Г. Геоэкологические проблемы разработки Татауровского месторождения бурого угля в Забайкалье / А.Г. Верхотуров, И.Б. Размахнина // Статья в сборнике трудов конференции, 2015. – С. 499–503.
4. Воронов, Е.Т. Борьба с пылью при разведке месторождений в условиях вечной мерзлоты / Е.Т. Воронов. – М. : Недра, 1977. – 93 с.
5. Вотях, О.А. Ресурсные комплексы тектонических впадин Забайкалья (Читинская область) / О.А. Вотях, Н.Н. Чабан, И.С. Коломыцев // Природные ресурсы Забайкалья: Сб. науч. тр. Новосибирск: ОИГГМ СО АН СССР, 1991. – С. 8–20.
6. Дегтев, А.В. Климат / А.В. Дегтев, Г.А. Юргенсон ; Гл. ред. Р.Ф. Гениатулин // Энциклопедия Забайкалья: Читинская область: в 2 т. Т. 1: Общий очерк. – Новосибирск : Наука, Сиб. отделение, 2000. – С. 40–41.
7. Кулаков, В.С. Географическое положение, территория границы / В.С. Кулаков ; гл. ред. Р.Ф. Гениатулин // Энциклопедия Забайкалья. Читинская область. В 4-х т. – Новосибирск : Наука,

2002. – Т. 1. – С. 13–14.

8. Курмазова, Н.А. Использование пылеподавляющих устройств на угольном разрезе (на примере разреза «Восточный» Забайкальского края) / Н.А. Курмазова // Наука и бизнес: Пути развития. – 2015. – № 3(45). – С. 59–62.

9. Межгорные котловины Забайкалья: географические аспекты освоения и охраны окружающей среды. / А.А. Томских. Отв. Ред. А.Т. Напрасников; Рос.академ.наук, Сиб. Отд-ние ИПРЭК. – Новосибирск : Издательство СО РАН, 2006 – 54 с.

References

1. Akimova, T.A. Ekologiya. Chelovek – Ekonomika – Biota – Sreda: uchebnik dlya vuzov / T.A. Akimova, V.V. Khaskin. – 2-ye izd., pererab. i dop. – M. : YUNITI-DANA, 2000 – 30 s.

2. Bugayeva, G.G. K metodologii otsenki vliyaniya tekhnologicheskikh protsessov otkrytykh gornykh rabot na okruzhayushchuyu sredu / G.G. Bugayeva, V.S. Zavalishin, A.V. Kogut // Trudy instituta gornogo dela im. D.A. Kunayeva. Tom 72. Alma-Ata, 2006. – S. 191–200.

3. Verkhoturov, A.G. Geoekologicheskiye problemy razrabotki Tataurovskogo mestorozhdeniya burogo uglya v Zabaykal'ye / A.G. Verkhoturov, I.B. Razmakhnina // Stat'ya v sbornike trudov konferentsii, 2015. – S. 499–503.

4. Voronov, Ye.T. Bor'ba s pyl'yu pri razvedke mestorozhdeniy v usloviyakh vechnoy merzloty / Ye.T. Voronov. – M. : Nedra, 1977. – 93 s.

5. Votakh, O.A. Resursnyye komplekсы tektonicheskikh vpadin Zabaykal'ya (Chitinskaya oblast') / O.A. Votakh, N.N. Chaban, I.S. Kolomytsev // Prirodnyye resursy Zabaykal'ya: Sb. nauch. tr. Novosibirsk: OIGGM SO AN SSSR, 1991. – S. 8–20.

6. Degtev, A.V. Klimat / A.V. Degtev, G.A. Yurgenson ; Gl. red. R.F. Geniatulin // Entsiklopediya Zabaykal'ya: Chitinskaya oblast': v 2 t. T. 1: Obshchiy ocherk. – Novosibirsk : Nauka, Sib. otdeleniye, 2000. – S. 40–41.

7. Kulakov, V.S. Geograficheskoye polozheniye, territoriya granitsy / V.S. Kulakov ; gl. red. R.F. Geniatulin // Entsiklopediya Zabaykal'ya. Chitinskaya oblast'. V 4-kh t. – Novosibirsk : Nauka, 2002. – Т. 1. – С. 13–14.

8. Kurmazova, N.A. Ispol'zovaniye pylepodavlyayushchikh ustroystv na ugol'nom razreze (na primere razreza «Vostochnyy» Zabaykal'skogo kraya) / N.A. Kurmazova // Nauka i biznes: Puti razvitiya. – 2015. – № 3(45). – С. 59–62.

9. Mezhhornyye kotloviny Zabaykal'ya: geograficheskkiye aspekty osvoyeniya i okhrany okruzhayushchey sredy. / А.А. Томских. Отв. Ред. А.Т. Напрасников; Рос.академ.наук, Сиб. Отд-ние ИПРЭК. – Новосибирск : Izdatel'stvo SO RAN, 2006 – 54 с.

© Н.А. Курмазова, А.П. Щербатюк, 2024

УДК 006.91

А.Л. БЛИНОВА, Т.В. МОЛОТКОВА

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет», г. Владивосток

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ КАЧЕСТВ МЕТРОЛОГОВ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Ключевые слова: востребованность бакалавров-метрологов; профессиональные стандарты; профориентация школьников; федеральный государственный образовательный стандарт.

Аннотация. Качество и безопасность пищевой продукции зависит от точности измерений ее характеристик и параметров технологических процессов при проведении технического контроля в пищевой промышленности. Результаты измерений востребованы во всех сферах жизнедеятельности общества, а их точность и достоверность помогают принимать оптимальные решения на всех уровнях управления качеством. Это требует обеспечения научных и прикладных работ в области метрологии компетентными кадрами. Важность повышения качества профессиональной подготовки будущих кадров в области метрологического обеспечения предприятий является актуальной задачей для государства, общества, для высших учебных заведений, имеющих направление подготовки студентов в области метрологии.

Актуальность темы исследования заключается в том, что в настоящее время разрабатывается федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки «Стандартизация и метрология» четвертого поколения, в содержании которого целесообразно усилить практическую составляющую для большей востребованности выпускников на рынке труда.

области метрологии была упомянута в «Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 г.». Двухуровневое обучение на метрологов и стандартизаторов в настоящее время соединено в одно направление подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» для бакалавров и 27.04.01 «Стандартизация и метрология» для магистров.

Подготовка метрологов в России берет начало в 1899 г. в главной палате мер и весов, правопреемником которой является ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» – ФГУП «ВНИИМ». В высших учебных заведениях обучение на метрологов начато более 40 лет назад, и самое непосредственное участие в организации кафедр метрологии приняли сотрудники вышеупомянутого научноинститута, в то время Всесоюзного научно-исследовательского института имени Д.И. Менделеева.

Процесс обучения студентов осуществляется по ФГОС ВО в соответствии с Основными образовательными программами (ООП). Базой для разработки ФГОС ВО и ООП являются Профессиональные стандарты (ПС), на основе которых с целью отбора будущих работников оценивается их профессиональная квалификация [1; 2]. Также содержание профессиональных стандартов должно осуществлять связь процесса образования с запросами рынка труда.

Цель исследования – рассмотреть профессиональные компетенции студентов-метрологов, овладение которыми сформируют их знания, умения и навыки с учетом рынка труда.

Введение

Значимость подготовки специалистов в

Задачи исследования

Были поставлены следующие задачи исследова-

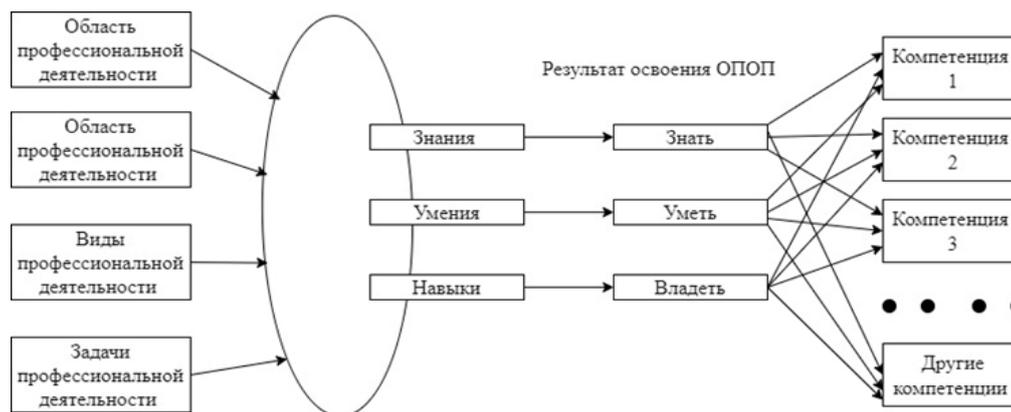


Рис. 1. Общее содержание профессиональных компетенций

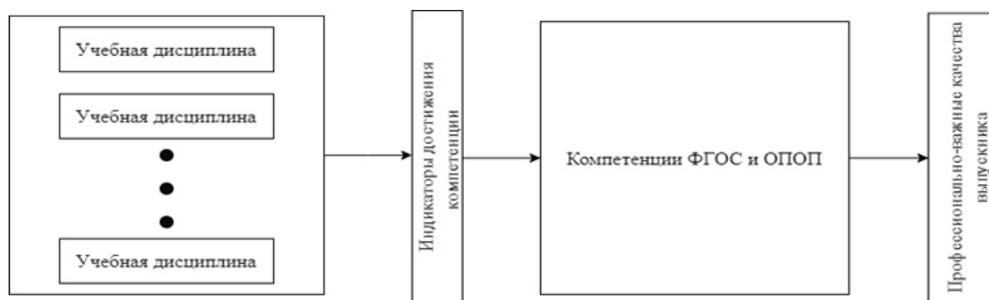


Рис. 2. Схема формирования компетенций на основе учебных планов

дования.

1. Провести анализ содержания профессиональных компетенций во ФГОС ВО, установленных для студентов-метрологов.

2. Рассмотреть востребованность профессии метролога на рынке труда.

3. Предложить мероприятия по усилению практической направленности обучения в образовательных программах.

Объект исследования – профессиональная подготовка будущих метрологов.

Предмет исследования – способы формирования профессиональных компетенций с учетом запросов рынка труда.

Методическая основа исследования: обобщение опыта и практики подготовки метрологов.

Результаты и их обсуждение

ФГОС ВО третьего поколения направлены на реализацию компетентного подхода получения результатов профессионального образования, который предусматривает эффек-

тивное соотношение теоретических знаний, умений и навыков, профессионально значимых для будущего специалиста для соответствия потребностям общества и государства с учетом запросов рынка труда. Компетентный подход направляет содержание учебного процесса в зависимости от планируемых результатов обучения.

Профессиональные компетенции – это способность выполнять профессиональные задачи, имея соответствующие знания и умения, а также практический опыт или навыки.

Общее содержание компетенций во ФГОС ВО 3++ сформулировано и представлено на рис. 1, 2 [1; 2].

В ФГОС ВО направления подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» для уровня бакалавриата дана характеристика профессиональной деятельности студентов, освоивших уровень бакалавриата; определены область, объекты, виды и задачи профессиональной деятельности выпускника:

– область предусматривает участие выпускников в разработке метрологического

обеспечения на предприятиях, умение проводить метрологический контроль и надзор за состоянием метрологических объектов, проводить измерения с заданной точностью и достоверностью;

– объекты: оборудование и технические устройства предприятий, метрологических лабораторий, методы и средства испытаний и контроля, а также нормативная документация в области метрологии;

– виды: научно-исследовательская, производственно-технологическая и организационно-управленческая;

– профессиональные задачи: совершенствование метрологического обеспечения организаций.

По окончании вуза выпускник должен обладать общекультурными компетенциями (ОК), общепрофессиональными компетенциями (ОПК) и профессиональными компетенциями (ПК), перечисленными в ФГОС ВО.

Любая организация заинтересована при приеме на работу знать уровень подготовки выпускника, его компетентность для соответствия требованиям, установленным в ПС. Анализ государственных программ, направленных на повышение конкурентоспособности отечественных предприятий, показал, что развивающаяся промышленность в России имеет потребность в квалифицированных кадрах, в том числе обученных в области метрологии. Практически все достижения в области знаний оцениваются результатами измерений, поэтому метрологов необходимо обучать широкого профиля, чтобы они были востребованы в различных отраслях промышленности [3].

Метрология трактуется как наука о методах и средствах обеспечения измерений и способах достижения их точности.

Цель вуза – подготовить выпускника к тому, чтобы он обладал базовыми принципами метрологического обеспечения производств, умел находить новшества в выбранном направле-

нии и внедрять их на практике. Тогда будущий специалист сможет приносить пользу на предприятиях любой отрасли. Существует мнение, что невостребованность выпускников связана с низким качеством образования. По мнению авторов, одной из причин невостребованности студента на рынке труда даже при достаточном уровне знаний может стать его слабая практическая подготовка. Нужно быть способным применять свои знания, полученные в вузе, в практической деятельности. Этому должны способствовать практики, которые студенты проходят в течении обучения. Для работодателя важен практический опыт выпускника, но его отсутствие – не единственная причина нетрудоустройства.

Привлекая абитуриентов в специальность «метролог», необходимо показать молодому поколению прикладной характер данной науки, обеспечивающей работу во всех отраслях промышленности. Школьникам надо объяснить, что для востребованности в качестве метролога необходимо иметь хорошие базовые знания по информатике, математике, физике и химии, которые являются основой метрологии. Профессия метролога предполагает получение и переработку большого объема измерительной информации, а, значит, метролог должен уметь аналитически мыслить, при работе с зарубежными приборами знать английский язык и специальное программное обеспечение.

В настоящее время связь между школами, вузами, научными организациями и потенциальными работодателями, имеющими современную метрологическую базу и наставников, желающих передавать свои знания и опыт, необходимо укреплять за счет создания Метрологических образовательных кластеров, готовых выполнять профессиональную ориентацию школьников, студентов, а также проводить профессиональную переподготовку преподавателей вузов.

Список литературы

1. Невматулина, Х.А. Профессиональные стандарты для формирования компетенций в образовательных программах / Х.А. Невматулина, Р.В. Графушин, А.Д. Зерекидзе // Компетентность / Competency (Russia). – 2022. – № 4.
2. Окрепилов, М.В. Применение компетентностного подхода при подготовке специалистов-метрологов в высших учебных заведениях / М.В. Окрепилов, А.Н. Кравцов, В.С. Солдатенко // Законодательная и прикладная метрология. – 2021. – № 3(171). – С. 43–47.
3. Блинова, А.Л. Анализ рисков при осуществлении метрологического контроля в фор-

ме поверки СИ / А.Л. Блинова, П.В. Афанасьева // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 11(149). – С. 61–64.

References

1. Nevmatulina, K.H.A. Professional'nyye standarty dlya formirovaniya kompetentsiy v obrazovatel'nykh programmakh / K.H.A. Nevmatulina, R.V. Grafushin, A.D. Zerekidze // Kompetentnost' / Competency (Russia). – 2022. – № 4.
2. Okrepilov, M.V. Primeneniye kompetentnostnogo podkhoda pri podgotovke spetsialistov-metrologov v vysshikh uchebnykh zavedeniyakh / M.V. Okrepilov, A.N. Kravtsov, V.S. Soldatenko // Zakonodatelnaya i prikladnaya metrologiya. – 2021. – № 3(171). – S. 43–47.
3. Blinova, A.L. Analiz riskov pri osushchestvlenii metrologicheskogo kontrolya v forme poverki SI / A.L. Blinova, P.V. Afanas'yeva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 11(149). – S. 61–64.

© А.Л. Блинова, Т.В. Молоткова, 2024

УДК 658.516

А.Л. БЛИНОВА, А.В. ЧЕРНОВА, Т.В. МОЛОТКОВА
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет», г. Владивосток

ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА ДЛЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ НА ОСНОВЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА, БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Ключевые слова: пищевая безопасность; системы менеджмента; экология.

Аннотация. В статье рассмотрены наиболее востребованные для пищевых производств системы пищевой безопасности и экологического менеджмента. Установлена целесообразность интегрирования названных систем менеджмента в единую систему, внедрение которой позволит создавать экологически чистые производства и выпускать безопасную продукцию. В статье даны рекомендации по построению интегрированных систем менеджмента путем дополнения элементов, содержащихся в стандартах на рассматриваемые системы, которые ориентированы не только на обеспечение потребителей безопасной продукцией, но и общества в получении оптимальных экологических результатов.

Рыбная отрасль играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности в России. Цели, которые необходимо достигнуть рыбной промышленности до 2030 г., указаны в «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года». Достижение этих целей будет способствовать экономическому росту российских предприятий на зарубежных рынках в области вылова и обработки рыбных биоресурсов.

Результаты деятельности компаний рыбной отрасли показывают преимущество тех из них, кто на основе системного подхода внедряет системы менеджмента (СМ), построенные в соответствии с требованиями международных и на-

циональных стандартов.

Цель работы – проанализировать возможности интеграции систем менеджмента качества (СМК), систем пищевой безопасности (СМБПП) и систем экологического менеджмента (СЭМ).

Были поставлены следующие задачи.

1. Рассмотреть виды деятельности рыбной отрасли.
2. Определить наиболее приемлемые для отрасли СМ.
3. Охарактеризовать выбранные СМ.
4. Дать рекомендации по разработке интегрированной системы менеджмента.

Как правило, в основе построения интегрированных систем менеджмента (ИСМ) используется действующая практически во всех компаниях СМК. Для более эффективного их развития функционирование СМК недостаточно, то есть возникает необходимость внедрять и другие СМ, приемлемые для видов их деятельности [1]. Для рыбной отрасли можно выделить основные виды:

- добыча и переработка водных биоресурсов;
- аквакультура;
- хранение и транспортирование готовой продукции.

Для названных видов деятельности выбраны три СМ и соответствующие стандарты для их построения (рис. 1).

СМК направлена на достижение целей компаний по выпуску качественной продукции, отвечающей требованиям потребителей. Эти системы успешно внедрены во многих российских компаниях рыбной отрасли.

Объект менеджмента	Стандарт, содержащий требования к объекту	Область применения документов
Система менеджмента качества (СМК)	ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования»	Стандарт содержит требования к разработке, внедрению и функционированию СМК, которая охватывает процессы создания продукта или услуги, от покупки сырья до реализации продуктов покупателю. Требования ко всем этапам, влияющим на качество объектов, содержатся в СМК
Система менеджмента безопасности пищевой продукции (СМБПП)	ГОСТ Р ИСО 22000-2019 «Система безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции»	Стандарт содержит требования безопасности к пищевой продукции на всей цепи ее создания, эти требования гармонизированы с системой ХАССП, обязательной для всех пищевых производств
Система экологического менеджмента (СЭМ)	ГОСТ Р ИСО 14001-2016 «Системы экологического менеджмента»	Стандарт устанавливает требования к поддержанию экологической безопасности всех процессов компаний, дает рекомендации по смягчению возможных экологических рисков

Рис. 1. Объекты менеджмента, применимые к деятельности рыбной отрасли

Наличие СЭМ в компании диктуется нормативными требованиями, которые предъявляет государство к субъектам деятельности с целью защиты общества от неблагоприятных экологических воздействий [2].

СМБПП предназначена для всех пищевых производств, включая общественное питание и розничную торговлю, транспортные компании с

целью обеспечения безопасности пищевой продукции; позволяет компаниям оценивать и согласовывать требования потребителей к безопасности продукции путем обмена информацией с ними.

Опыт функционирования отдельных стандартизованных систем менеджмента привел к возможности их интегрирования. При этом не-

обходимо обеспечить согласованность систем не только между собой, но и с общей СМ компании, направленной на эффективную деятельность [3].

Изучение требований стандартов, приведенных в таблице на рис. 1, показало, что могут возникнуть трудности из-за отличающихся требований в документах. Поэтому для эффективной интеграции необходимо выявить элементы стандартов, совпадающие и различные. Затем принять общую политику в области качества, безопасности и в области экологических аспектов. Общая стратегия должна быть нацелена на взаимодействие интегрируемых систем и понятна не только руководству компании, но и персоналу, а также клиентам. Для этого требуется обучение сотрудников компании с целью приобретения новых знаний.

Интеграция СМК, СМБПП и СЭМ является важным направлением в области управления качеством и безопасностью, в том числе и экологической.

Интеграция рассмотренных СМ сократит расходы на внедрение и функционирование отдельных систем, что скажется на повышении конкурентоспособности компаний.

Для определения эффективности интеграции следует определить ключевые показатели эффективности (KPI), включая показатели качества и безопасности продукции, экологические показатели.

ИСМ требует управления возможными рисками с учетом потенциальных возможностей. Необходимо определить эти риски и разработать мероприятия по их смягчению. Одновременно ИСМ требует постоянного мониторинга и оценки эффективности ее использования, в том числе путем регулярных аудитов, по результатам которых выполняются корректирующие действия.

Интеграция систем требует совмещения процедур, единой документации. Это возможно после нахождения общих элементов и установления взаимосвязи между ними. Следует отметить, что успех интеграции напрямую зависит от вовлеченности высшего руководства

в процесс, так как, помимо решения вопросов стандартизации процессов, проведения аудитов и выполнения единых процедур, действия руководства в части «интеграционного подхода» должны быть понятны и признаны персоналом компании.

Предприятия рыбной отрасли производят продукцию, имеющую важное значение в обеспечении продовольственной безопасности России. При этом приоритетом является поставка потребителям продукции, качество и безопасность которой должны гарантироваться за счет действующей эффективной системы управления. Результаты деятельности компаний рыбной отрасли показали, что функционирование у них отдельных стандартизованных СМ не дает высокой эффективности из-за несогласованности требований каждой с требованиями к общей СМ.

Процесс внедрения ИСМ во многом зависит от специфики компании, вовлеченности высшего руководства в процесс интеграции, компетентности и осведомленности персонала. Компании рыбной отрасли, не являясь мощными загрязнителями окружающей среды, все же ухудшают состояние атмосферного воздуха, влияют на окружающую среду отходами своего производства, поэтому приоритетом при выборе интегрирования СМ были определены СМК, СМБПП и СЭМ, построенные на соответствии требованиям определенных стандартов, элементы которых предусматривают процессный и риск-ориентированный подходы к ведению бизнеса. Исследование содержания разделов стандартов на СМК, СМБПП и СЭМ показало возможность их гармонизации для разработки общей ИСМ. С этой целью к требованиям СМК добавляются требования к СМБПП и СЭМ, и после аудита разработанной ИСМ на предмет ее эффективности можно внедрять понятную и признанную всем персоналом общую систему менеджмента, которая может стать ключевым элементом в обеспечении конкурентоспособности компании за счет выпуска безопасной продукции и достижения высоких экологических показателей.

Список литературы

1. Малков, А.В. Создание интегрированных систем менеджмента – один из механизмов реализации целей устойчивого развития / А.В. Малков // Менеджмент в России и за рубежом. – 2019. – № 3. – С. 36–40.
2. Заика, И.Т. Системное управление качеством и экологическими аспектами / И.Т. Заика,

В.М. Смоленцев, Ю.П. Федулов. – М. : ИНФРА-М, 2014. – 384 с.

3. Лаптева, Е.П. Теоретические основы интеграции систем менеджмента / Е.П. Лаптева, Е.В. Глебова, Е.Г. Тимчук, А.Л. Блинова, Е.А. Заяц // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 4(154). – С. 136–143.

References

1. Malkov, A.V. Sozdaniye integrirovannykh sistem menedzhmenta – odin iz mekhanizmov realizatsii tseyey ustoychivogo razvitiya / A.V. Malkov // Menedzhment v Rossii i za rubezhom. – 2019. – № 3. – S. 36–40.

2. Zaika, I.T. Sistemnoye upravleniye kachestvom i ekologicheskimi aspektami / I.T. Zaika, V.M. Smolentsev, YU.P. Fedulov. – М. : INFRA-М, 2014. – 384 с.

3. Lapteva, Ye.P. Teoreticheskiye osnovy integratsii sistem menedzhmenta / Ye.P. Lapteva, Ye.V. Glebova, Ye.G. Timchuk, A.L. Blinova, Ye.A. Zayats // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2024. – № 4(154). – S. 136–143.

© А.Л. Блинова, А.В. Чернова, Т.В. Молоткова, 2024

УДК 658.5

А.В. ГОРЕЛИК, А.В. ИСТОМИН, Е.В. КУЗЬМИНА
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва

ТЕОРЕТИКО-ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПОВТОРНОГО РАСПИСАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Ключевые слова: командная игра; математическая теория принятия решений; метод Калаи-Смородинского; организация и создание коалиции; NTU-игры.

Аннотация. В настоящем исследовании представлена новая стратегия, созданная и построенная с использованием кооперативной игровой теории; мы реализуем совместную стратегию без передаваемой полезности, где принимается во внимание важность игрока. Цель заключается в том, чтобы включить незначительные корректировки в запланированный период технических работ, и затем можно задействовать ограниченный набор должностных обязанностей операторов на железнодорожном транспорте, не ограничивая функциональность других. Наша идея состоит в том, чтобы начать с железнодорожного расписания технического обслуживания транспортной инфраструктуры, предложенного менеджером инфраструктуры (МИ). Решение задачи состоит из двух этапов. Первоначально следует составить обновленное расписание, которое оптимизирует процессы сервисного обслуживания сервисных служб, вступивших во взаимодействие. На втором этапе нужно получить численное решение проблемы. Изменение расписания может привести к тому, что некоторые из участников оказываются в худшей финансовой ситуации (пример).

Введение

Особенностью структуры железнодорожного транспорта в предыдущем столетии было участие государственных монополистических организаций по всему миру. Данные консолиди-

рованные организации координировали инфраструктуру и сервис. Эта категория учреждений выявила массу проблем, в 1990 г. Европейская комиссия приняла решение об открытии рынка для конкуренции. Комиссия потребовала разделить управление внутренней структурой от управления службой [1]. Инфраструктура становится доступной для нескольких операторов в результате конкуренции на рынке или борьбы за рынок.

Эскалация конкуренции предполагает применение научных подходов для рационализации процессов распределения доступных ресурсов, особенно в процессе разработки графика расписания сервисного и технического обслуживания. К решению проблемы подходили теоретически, разными способами – от классического руководства до сложного программного обеспечения.

Ручной подход основывается на существующем расписании и направлен на его улучшение или обновление с учетом требований к вводу и/или отмене технического обслуживания. Такой подход зависит от наличия квалифицированного эксперта по расписанию технического обслуживания.

Допустимо предположить неопределенным момент начала и продолжительность технического обслуживания каждого объекта инфраструктуры и обозначить ограничения по времени обслуживания в интервале между другим техническим обслуживанием и отдельные ограничения, обусловленные техническими характеристиками и качеством оказанных услуг. В этих условиях есть возможность улучшить расписание, учитывая полезность каждого агента.

1. Теория игр.

Игра для нескольких игроков без переда-

ваемой продуктивности и целесообразности (NTU-игра). Таким образом, можно сказать, что коалиция $G = (N, V)$ (в данной представленной формуле $N = \{1, \dots, n\}$ – составная численность, а V – особенная функция, представляющая собой множественные альянсы $S \in N$ в регистрационной книге финансирования), C -условия:

- $V(S) \subset R^S$;
- $V(S)$ является закрытым и непустым;
- $V \delta SP \frac{1}{4} V \delta SP - R^S_{>}$.

Определение 1. Содружество (тандем) $G = (N, v)$, в котором $N = \{1, \dots, n\}$ – это состав участников, а v – функция случайной величины, которая сопоставляет каждой коалиции $S \in N$ практическую важность, акцентирующую ее весомость, с $v(\emptyset) = 0$, является командной игрой с передаваемой эффективностью и ценностью (TU-игра) [2].

$v(S)$ можно рассматривать как наибольшую выгоду, которую игроки в S могут обрести самостоятельно от остальных участников. Принимая во внимание TU-игру (N, v) , всегда возможно выявить подходящую NTU-игру (N, V) , где $V(S) = \{(x_i)_{i \in S} \in R^S, \text{ т.к. } \sum_{i \in S} x_i \leq v(S)\}$.

Определение 2. Задача торга – это пара (F, d) , где $F \subseteq R^n$ – набор вариантов, в которых претенденты могут достигнуть соглашения после переговоров, а $d = (d_1, \dots, d_n)$, $d \in F$ – начальный выигрыш или минимум, который участники в состоянии обещать в случае их разногласий.

Для решения проблемы ведения переговоров было предложено множество решений.

Решение Нэша соответствует точке эффективности по Парето, которая максимизирует результат увеличения полезности агентов [3].

Решение Калаи-Сморозинского дает точку эффективности по Парето, при которой увеличение полезности агентов пропорционально их максимальному увеличению [4].

Эгалитарное решение определяет точку эффективности по Парето, которая присваивает каждому агенту одинаковое увеличение полезности.

Таким образом, мы получаем, что (X, dom) – это команда, в которой значение X представляет собой ту или иную комбинацию, а $dom \subset X \times X$ – это бинарные отношения на X (именуемые доминантностью). Соответственно, принимая во внимание $x, y \in X$, можно достигнуть из y или $y \rightarrow x$, если $x = y$ или если существует $z_1, \dots, z_m \in X$, т.к. $x = z_1 \text{ dom } z_2 \text{ dom } \dots \text{ dom } z_{m-1} \text{ dom } z_m = y$. Из вышеизложенного и

перечисленного это утверждение носит название абстрактной игры, а данное обозначение $S \subseteq X$ выступает как легкий выход, который соответствует данным стандартам и требованиям:

- $x \in S, y \in X \setminus S \Rightarrow y$ не поддается решению из x (отсутствующие элементы в S невозможны из элементов S) [5];
- $x, y \in S \Rightarrow y \rightarrow x$ и $x \rightarrow y$ (двухэлементные наборы в S открыты друг для друга).

Динамическим решением называется множество P , которое является объединением всех элементарных динамических решений.

Для динамических решений справедлива следующая теорема: если X конечно, то P непусто.

Далее мы предполагаем, что:

- NTU-игра – это набор чисто торговых игр: $H^S = \{(F^S, d^S)\}, S \subseteq N$, где F^S – возможный регион, а d^S – точка разногласий;
- каждый игрок может присоединиться к одной коалиции;
- игроки договариваются о распределении полезностей в каждой игре.

Парето-оптимальности: $x \in R_S^N, x > \phi^S(F^S, d^S) \Rightarrow x \notin F^S$.

Три решения являются возможными вариантами.

Конфигурация выигрыша представляет собой пару $(P, x) \in \cup_{P \in \Pi} (P \times F_V(P))$, где $P \in \Pi$ – структура коалиции, т.е. разбиение набора игроков N , а $F_V(P)$ – набор: $\{x \in R^N \mid x \in V(S), S \in P\}$.

Соотношение доминирования между двумя различными конфигурациями выплат $(P_1, x_1), (P_2, x_2)$:

$$(P^1, x^1) \text{ dom } (P^2, x^2) \Leftrightarrow \exists R \in P^1 \mid x^1_i > x^2_i, i \in R.$$

Набор соответствующих коалиций для игры V, \mathcal{E}^V – это набор коалиций $S, |S| \geq 2$, т.к. $\exists y \in V(S) \mid y > \underline{x}_S$, где $\underline{x}_S = (x_i)_{i \in S}$ и $\underline{x}_i = \sup\{t \in R \mid t e^i \in V(i)\}$.

Сокращенная игра по отношению к коалиции S , или V^{-S} – это игра:

$$V^{-S}(T) = \begin{cases} V(T), & \text{если } T \neq S \\ \{y \in R_T^N \mid y \leq \underline{x}_T\}, & \text{если } T = S. \end{cases}$$

Функция выполнимости – это функция ϕ^V_S :

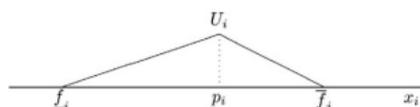


Рис. 1. Априорная функция полезности

Таблица 1. Данные, передаваемые ФОТ в МИ (пример)

	Время начала сервисного обслуживания	Продолжительность работ	Время окончания сервисного обслуживания	Временное окно	Максимальная полезность
ФОТ1	9:20	25	9:45	[8:50, 9:50]	30
ФОТ2	9:58	32	10:30	[9:28, 10:28]	30
ФОТ3	10:00	86	11:36	[9:30, 10:30]	30
ФОТ4	10:30	43	11:13	[10:00, 11:00]	30
ФОТ5	11:00	40	11:40	[10:30, 11:30]	30

$\{x \in R_T^N | x \geq x_S\} \rightarrow R_T^N$, которая возвращает допустимое распределение для коалиции S , если решение V^{-S} , связанное с внешними возможностями, неосуществимо:

$$\varphi_V^S(x) = \begin{cases} \varphi^S(V(S), x), & \text{если } x \in V(S) \\ \varphi^S(V(S), \underline{x}_S, x) & \text{иначе.} \end{cases}$$

Концепция C -решения определяется путем индукции на основе количества элементов множества соответствующих коалиций \mathcal{E}^V . Начальный шаг $|\mathcal{E}^V| = 0 \Rightarrow \mathcal{E}^V = \emptyset$.

C -решение имеет вид $(\{\{1\}, \{2\}, \dots, \{n\}\}, (x_1, x_2, \dots, x_n))$ [6].

Шаг итерации $|\mathcal{E}^V| = m \geq 1$.

C -решение – это динамическое решение абстрактной игры (X, dom) , где $X = \{(P, x) \in \Pi \times R^N\}$,

$$c x_T = \begin{cases} \varphi^T(V(T), y^T), & \text{если } T \in \mathcal{E}^V \text{ и } T \geq 2 \\ \underline{x}_i, & \text{если } T = \{i\} \end{cases},$$

для каждого $T \in P$,

$$y^T = \frac{1}{k(T)} \sum_{h=1}^{K(T)} x_T^h \text{ и } dom,$$

это доминирование, определенное выше.

Точка y^T представляет собой среднее

значение выигрыша игроков в C -решении $\{(P^1, x^1), \dots, (P^{K(T)}, x^{K(T)})\} \in \cup_{P \in \Pi} (P \times F^V - T^P)$ игры V^{-T} , что представляет собой внешние возможности игроков в T в других коалициях.

Чтобы определить расписание технического обслуживания железнодорожной инфраструктуры, мы предполагаем, что каждый пункт $i = 1, \dots, n$ передает в МИ небольшой набор данных, сформированных из оптимального времени начала технического обслуживания, которым он руководствуется, p_i , продолжительности t_i и затраченного времени завершения этапа (финальной стадии) работ $a_i = p_i + t_i$, соответствующего предельного уровня полезности, \underline{U}_i , приемлемого временного периода, $\hat{f}_i = [f_i, f_i]$, в котором $p_i \in \hat{f}_i$ и пользовательского интерфейса – это временный промежуток, в течение которого еще рентабельно планировать проведение технического обслуживания на железнодорожной инфраструктуре. На этом этапе МИ назначает каждому объекту инфраструктуры априорную функцию полезности (рис. 1).

$$\hat{u}(x_i) = \begin{cases} U_i \frac{x_i - f_i}{p_i - f_i}, & \text{если } x_i \in [f_i, p_i] \\ U_i \frac{f_i - x_i}{f_i - p_i}, & \text{если } x_i \in [p_i, f_i] \\ 0 & \end{cases}$$

Большой объем информации может привести к изменению графика движения, что уве-

Таблица 2. Планирование, предложенное МИ и априори полезность ФОТ (пример 1)

	Время начала работ	Полезность априори
ФОТ1	9:20	$\hat{u}_1(9,20) = 30$
ФОТ2	9:58	$\hat{u}_2(9,58) = 30$
ФОТ3	10:00	$\hat{u}_3(10,00) = 30$
ФОТ4	10:45	$\hat{u}_4(10,45) = 15$
ФОТ5	11:00	$\hat{u}_5(11,00) = 30$

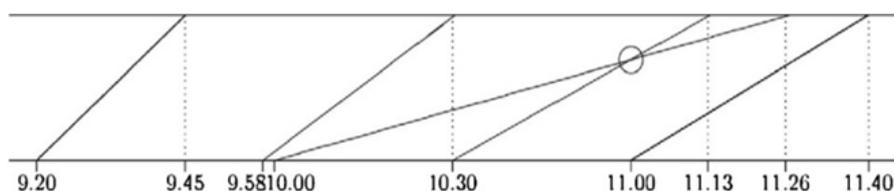


Рис. 2. Пример ленточной диаграммы, содержащей конфликт между ФОТ

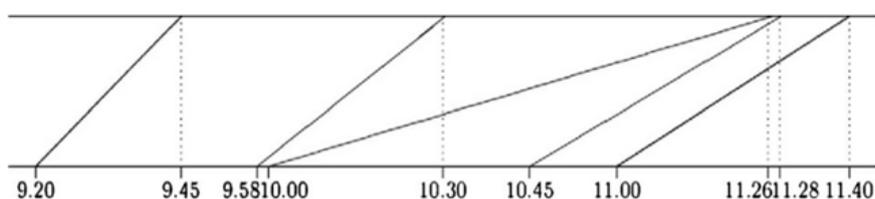


Рис. 3. Ленточная диаграмма, предложенная МИ

личит прибыль сотрудничающих служебных функций операторов технического обслуживания (ФОТ), не влияя на расписание других технических работ.

Пример относится к простой ситуации с пятью техническими обслуживаниями, два из которых имеют противоречивые запросы, и для разрешения конфликта может быть задействовано также третье сервисное обслуживание. В этом примере мы предполагаем, что ФОТ согласны передавать полезность между собой, т.е. разрешены дополнительные платежи.

Пример 1 технического обслуживания с передаваемой полезностью. Рассмотрим ситуацию с пятью пунктами обслуживания, требования к которым приведены в табл. 1, а структур-

ная схема приведена на рис. 2. Для того чтобы разрешить конфликт между техническими обслуживаниями 3 и 4, МИ вычисляет оптимальное расписание, используя априорные функции полезности пункта обслуживания.

Для разрешения конфликта необходимо опередить расписание технического обслуживания 3 или перенести проведение технического обслуживания 4, или и то и другое.

В табл. 2 мы приводим время начала технического обслуживания и соответствующие априорные полезности ФОТ, связанные с расписанием технического обслуживания, которое максимизирует глобальную полезность; соответствующая строковая диаграмма показана на рис. 3.

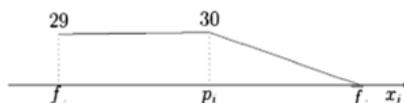


Рис. 4. «Реальные» функции полезности ФОТ2, ФОТ3, ФОТ4 (пример)

Таблица 3. Характеристическая функция $V(S)$ и максимальная глобальная полезность $M(S)$ для каждой коалиции $S \subseteq N$ (пример)

S	$V(S)$	$M(S)$
{2}	$\{u \in R^{(2)} \mid u_2^r \leq 30\}$	$u_2^r(9,58) = 30$
{3}	$\{u \in R^{(3)} \mid u_3^r \leq 30\}$	$u_3^r(10,00) = 30$
{4}	$\{u \in R^{(4)} \mid u_4^r \leq 15\}$	$u_4^r(10,45) = 15$
{2, 3}	$\{u \in R^{(2,3)} \mid u_2^r + u_3^r \leq 60\}$	$u_2^r(9,58) + u_3^r(10,00) = 30 + 30$
{2, 4}	$\{u \in R^{(2,4)} \mid u_3^r + u_4^r \leq 45\}$	$u_2^r(9,58) + u_4^r(10,45) = 30 + 15$
{3, 4}	$\{u \in R^{(3,4)} \mid u_3^r + u_4^r \leq 57\}$	$u_3^r(10,02) + u_4^r(10,00) = 28 + 29$
{2, 3, 4}	$\{u \in R^{(2,3,4)} \mid u_2^r + u_3^r + u_4^r \leq 89\}$	$u_2^r(9,43) + u_3^r(9,45) + u_4^r(10,30) = 29,50 + 29,50 + 30$

Предположим, что три ФОТ имеют схожие «реальные» функции полезности, если время начала технических работ ожидается, тогда как полезность линейно уменьшается до нуля после идеального времени начала работ (рис. 4):

$$u_i^r = \begin{cases} 30 - \frac{p_i - x_i}{30(p_i - \underline{f}_i)}, & \text{если } x_i \in [\underline{f}_i, p_i]; \\ 30 \frac{f_i - x_i}{f_i - p_i}, & \text{если } x_i \in [p_i, f_i] \quad i = 2,3,4. \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

Для каждой коалиции $S \subseteq N$ характери-

стическая функция $V(S)$ определяется на основе решения, предложенного МИ, и «реальных» функций полезности ФОТ (табл. 3). Набор соответствующих коалиций равен:

$$e^V = \{\{3, 4\}, \{2, 3, 4\}\}.$$

Начальный шаг:

$$\begin{aligned} |e^V| &= 0; \\ e^V &= \emptyset. \end{aligned}$$

Существует уникальная коалиционная структура: $(\{2\}, \{3\}, \{4\})$.

Таблица 4. Планирование и «реальные» значения полезности после согласования с ФОТ (пример)

	Время начала сервисного обслуживания	«Настоящие» значения полезности
ФОТ1	9:20	$u^r_1(9:20) = 30$
ФОТ2	9:43	$u^r_2(9:43) = 29,50$
ФОТ3	9:45	$u^r_3(9:45) = 30$
ФОТ4	10:30	$u^r_4(10:30) = 30$
ФОТ5	11:00	$u^r_5(11:00) = 30$

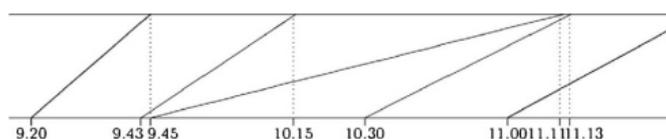


Рис. 5. Структурная схема после согласования условий использования (пример)

Основным решением является $(\{2\}, \{3\}, \{4\}), (30, 30, 15)$, в соответствии с графиком, предложенным МИ.

Итеративный шаг:

$$|e^V| = 1; \\ e^V = \{\{3,4\}\}.$$

Существуют две коалиционные структуры: $(\{2\}, \{3\}, \{4\})$ и $(\{2\}, \{3, 4\})$.

Вектор выигрыша вычисляется относительно коалиции $\{3, 4\}$.

$T = \{3, 4\}$. $y^T = (0, 30, 15)$ осуществимо.

$\phi^T = (V(T), y^T) = (0, 36, 21)$.

C-решение таково $(\{2\}, \{3, 4\}), (30, 36, 21)$, т.е. техническое обслуживание 2 происходит в 9:58 (решение МИ) с продолжительностью 30, техническое обслуживание 3 совершается в 10:02 с длительностью 28 плюс компенсация в размере 8 с четвертого ФОТ, и техническое обслуживание 4 происходит в 10:00 с продолжительностью 29 за вычетом компенсации в размере 8 третьему ФОТ:

$$e^V = \{\{2, 3, 4\}\}.$$

Существуют две структуры коалиции: $(\{2\}, \{3\}, \{4\})$ и $(\{2, 3, 4\})$.

Вектор выигрыша вычисляется относительно коалиции $\{2, 3, 4\}$.

$T = \{2, 3, 4\}$. $y^T = (30, 30, 15)$ осуществимо.

$\phi^T = (V(T), y^T) = (34,66; 34,66; 19,66)$.

$X = \{((\{2\}, \{3\}, \{4\}), (30, 30, 15)), ((\{2, 3, 4\}), (34,66; 34,66; 19,66))\}$.

C-решение таково $(\{2, 3, 4\}), (34,66; 34,66; 19,66)$, то есть сервисное обслуживание 2 происходит в 9:43 с оплатой за проезд 29,50 плюс компенсация в размере 5,16 с четвертого ФОТ, техническое обслуживание 3 совершается в 9:45 с оплатой за сервисное обслуживание 29,50 плюс компенсация в размере 5,16 с четвертого ФОТ, а техническое обслуживание 4 – в 10:30 с оплатой коммунальных услуг в размере 30,00 за вычетом компенсации в размере 10,33 другим ФОТ [7].

Заключение

Подход, предложенный в этой статье, показывает, как улучшить расписание технического обслуживания железнодорожной инфраструктуры, когда несколько агентов решают объединить усилия, обмениваясь информацией в контексте компиляции информационного массива, которую представляет МИ. Благодаря алгоритму C-решений мы можем сформировать идеальный график, выстроить объем компенсационных выплат, который предписан агенту за ратификацию графика с низким качеством, чтобы оптимизировать общую эффективность

работающих участников. Очевидно, что при таком предположении можно увеличить глобальную полезность, что положительно скажется на качестве обслуживания пользователей. Этот подход может быть применен в тех случаях, когда планирование, предлагаемое МИ, опирается на меньшее количество информации, чем та, которой обмениваются ФОТ в нашей модели. Данный процесс способен усилить полезные свойства, расширить возможности МИ, имеющие вероятность предоставить больше

маршрутизации через повышение результативности транспортной инфраструктуры или поднять цену у ФОТ, в результате формирования стратегии стимулирует их платежеспособность. Следовательно, МИ, приносящий доход и качество услуг, вероятно, мотивирован в разработке платформы для продвижения и усовершенствования связи между ФОТ. В результате отдельно взятые представители способны распознать проблемы и определить недостатки, способные достичь консенсуса.

Список литературы

1. История транспорта России: хронология : учебное пособие / А.А. Горбунов, С.В. Медведев, П.С. Селезнев [и др.]. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Проспект», 2023. – 336 с.
2. Калайдин, Е.Н. Теория игр. Кооперативные игры / Е.Н. Калайдин. – Краснодар : Кубанский государственный университет, 2021. – 80 с.
3. Лубенец, Ю.В. Теория игр : учебное пособие / Ю.В. Лубенец ; Рецензенты: кафедра гуманитарных и естественнонаучных дисциплин Липецкого филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, зав. каф., д-р техн. наук, проф. В.Н. Малыш; Е.В. Фролова – канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры математики и физики Липецкого государственного педагогического университета имени П.П. Семенова-Тян-Шанского. – Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2018. – 80 с.
4. Выбор эффективных решений в экономике на основе теории игр : учебное пособие / Ф.Ф. Юрлов, А.Ф. Плеханова, С.Н. Яшин [и др.]. – Нижний Новгород : Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2023. – 187 с.
5. Подиновский, В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М. : Физматлит, 2007. – 256 с.
6. Зайцева, И.В. Теория игр / И.В. Зайцева, О.А. Малафеев ; Российский государственный гидрометеорологический университет. – Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2021. – 174 с.
7. Горелик, А.В. Об оценке кросс-функциональных эффектов от инвестиций в развитие систем железнодорожной автоматики / А.В. Горелик, А.В. Истомин, Е.В. Кузьмина, А.Н. Малых // Наука и бизнес: пути развития, 2022. – 3 с.

References

1. Istoriya transporta Rossii: khronologiya : uchebnoye posobiye / A.A. Gorbunov, S.V. Medvedev, P.S. Seleznev [i dr.]. – M. : Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Prospekt», 2023. – 336 s.
2. Kalaydin, Ye.N. Teoriya igr. Kooperativnyye igry / Ye.N. Kalaydin. – Krasnodar : Kubanskiy gosudarstvennyy universitet, 2021. – 80 s.
3. Lubenets, YU.V. Teoriya igr : uchebnoye posobiye / YU.V. Lubenets ; Retsenzenty: kafedra gumanitarnykh i yestestvennonauchnykh distsiplin Lipetskogo filiala Rossiyskoy akademii narodnogo khozyaystva i gosudarstvennoy sluzhby pri Prezidente RF, zav. kaf., d-r tekhn. nauk, prof. V.N. Malys; Ye.V. Frolova – kand. fiz.-mat. nauk, dots. kafedry matematiki i fiziki Lipetskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni P.P. Semenova-Tyan-Shanskogo. – Lipetsk : Lipetskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet, 2018. – 80 s.
4. Vybory effektivnykh resheniy v ekonomike na osnove teorii igr : uchebnoye posobiye / F.F. Yurlov, A.F. Plekhanova, S.N. Yashin [i dr.]. – Nizhniy Novgorod : Nizhegorodskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet im. R.Ye. Alekseyeva, 2023. – 187 s.
5. Podinovskiy, V.V. Pareto-optimal'nyye resheniya mnogokriterial'nykh zadach / V.V. Podinovskiy,

V.D. Nogin. – M. : Fizmatlit, 2007. – 256 s.

6. Zaytseva, I.V. Teoriya igr / I.V. Zaytseva, O.A. Malafeyev ; Rossiyskiy gosudarstvennyy gidrometeorologicheskiy universitet. – Sankt-Peterburg : Rossiyskiy gosudarstvennyy gidrometeorologicheskiy universitet, 2021. – 174 s.

7. Gorelik, A.V. Ob otsenke kross-funktional'nykh effektiv ot investitsiy v razvitiye sistem zheleznodorozhnoy avtomatiki / A.V. Gorelik, A.V. Istomin, Ye.V. Kuz'mina, A.N. Malykh // Nauka i biznes: puti razvitiya, 2022. – 3 s.

© А.В. Горелик, А.В. Истомина, Е.В. Кузьмина, 2024

УДК 639:65:005

Е.Г. ТИМЧУК, Е.В. ГЛЕБОВА, Е.П. ЛАПТЕВА, А.Л. БЛИНОВА
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет», г. Владивосток

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ

Ключевые слова: интеграция систем менеджмента; методический подход; предприятия рыбной отрасли.

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена экономической целесообразностью уменьшения количества систем менеджмента на предприятиях рыбной отрасли путем их интеграции для уменьшения затрат на их индивидуальное поддержание с учетом особенностей отдельных сегментов рыбной отрасли. Цель исследования состоит в разработке методического подхода к интеграции систем менеджмента на предприятиях рыбной отрасли с учетом специфики отдельных сегментов рыбохозяйственного комплекса и особенностей деятельности конкретных предприятий. Разработан методический подход к интеграции систем менеджмента на предприятиях рыбной отрасли.

Введение

Существующие системы качества на предприятиях рыбной отрасли – системы внутреннего контроля качества продукции на принципах ХАССП (*Hazard Analysis and Critical Control Points* – анализ рисков и критические контрольные точки) и в редких случаях системы качества на основе международных стандартов серии 9000 – не обеспечивают эффективного управления предприятиями, т.к. носят общий характер и не нацелены на достижение конечного результата в узкой сфере деятельности.

Одним из перспективных подходов к решению проблемы эффективного управления предприятиями рыбной отрасли являются создание интегрированных систем менеджмента, состоящих из совокупности разноплановых систем, и

развитие между организациями взаимодействия с целью взаимовыгодного увеличения прибыли.

Исходя из этого, целью работы являлся методический подход к интеграции систем менеджмента на предприятиях рыбной отрасли с учетом специфики отдельных сегментов рыбохозяйственного комплекса и особенностей деятельности конкретных предприятий.

Для достижения поставленных целей решали следующие задачи:

- анализ состояния и распределения предприятий рыбной отрасли по территории РФ;
- моделирование структурной классификации предприятий рыбной отрасли;
- анализ внедряемых и применяемых систем менеджмента на предприятиях рыбной отрасли;
- разработка методического подхода, содержащего рекомендации по организации и применению систем менеджмента на предприятиях рыбной отрасли.

Оценить количество частных предприятий, реально осуществляющих свою деятельность в области рыбного хозяйства, достаточно проблематично: по данным Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор), на конец 2020 г. в России было зарегистрировано более 7 тысяч предприятий и организаций, занятых в рыбной отрасли, включая предприятия по вылову, переработке и разведению рыбы и других водных биоресурсов. Данные же налоговой службы РФ свидетельствуют, что у 36 813 частных организаций в Уставе имеется такой вид деятельности, как «Рыбоводство и рыболовство».

Их распределение по карте Российской Федерации с учетом объемов выручки и их количества представлено на рис. 1.

Анализ распределения предприятий рыб-

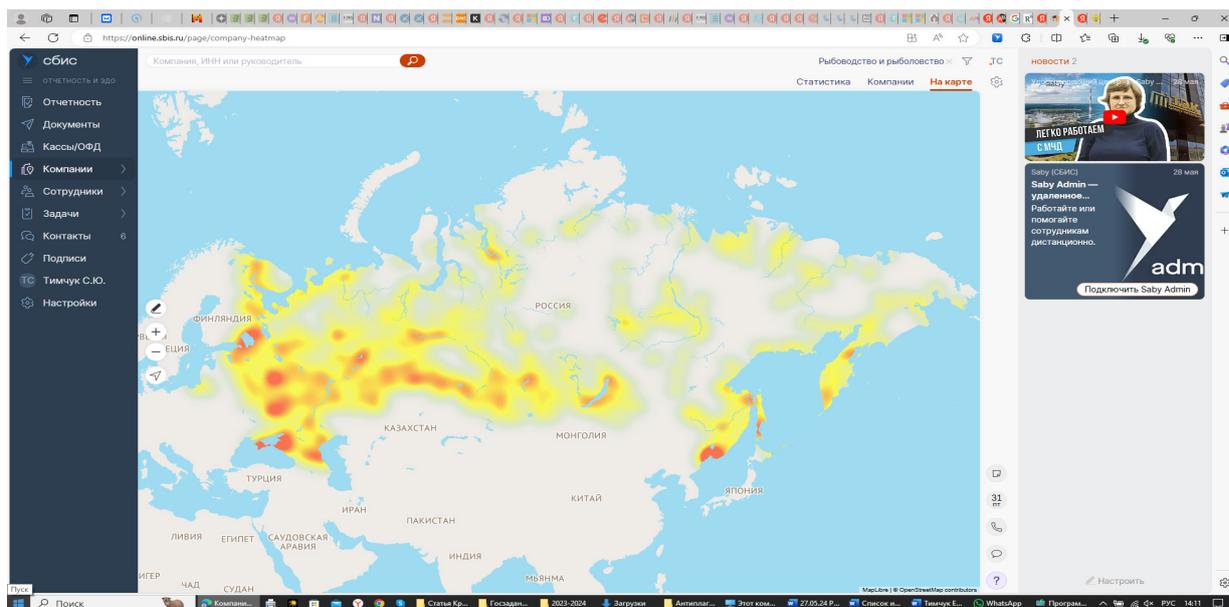


Рис. 1. Распределение зарегистрированных предприятий рыбной отрасли по карте Российской Федерации с учетом объемов выручки и количества

ной отрасли по территории Российской Федерации свидетельствует о том, что положение предприятий тяготеет к близости к водным объектам, таким как океаны, моря, реки и озера, и логистическим хабам, таким как города с развитой логистической инфраструктурой.

За основу при построении структурной модели классификации предприятий рыбной отрасли можно взять структуру рыбохозяйственного комплекса, представленного О.И. Бетиным в работе «Рыбохозяйственный комплекс: понятие, определение, структура» [1].

Результаты построения структурной модели классификации предприятий рыбной отрасли представлены на рис. 2.

Проведенный анализ структурной модели классификации предприятий рыбной отрасли позволил выделить такие секторы рыбной отрасли, как обеспечивающий сектор, добывающий сектор, обрабатывающий сектор, логистический сектор и реализующий сектор.

Анализ деятельности предприятий в вышеперечисленных секторах рыбной отрасли позволил построить матрицу соответствия, состоящую из двух показателей: сектор рыбной отрасли и система менеджмента, рекомендуемая к внедрению и применению, результаты представлены в табл. 1.

Анализ матрицы соответствия позволяет прийти к выводу о том, что различные сектора

рыбной отрасли требуют применения большого количества разноплановых систем менеджмента. При этом часть из них имеет общую структуру требований, что упрощает их интегрирование в единую систему, а часть не имеет единой структуры требований, но при этом направлена на совершенствование управления в конкретном секторе рыбной отрасли [2]. Идея интеграции систем менеджмента в единую систему согласуется с известными идеями Д.В. Кондратьева, предложенными для аграрного сектора [3].

Таким образом, следует рекомендовать часть систем менеджмента интегрировать для сокращения расходов на их поддержание, а узкоспециализированные системы, не имеющие общей структуры требований, использовать в неизменном виде. Поэтому систему менеджмента на предприятии рыбной отрасли можно представить в виде следующей модели (формула (1)):

$$SM = f(SM_i) + \sum_{j=1}^m SM_j, \quad (1)$$

где $i = \{1, 2, 3, \dots, n\}$; SM – система менеджмента предприятия рыбной отрасли, усл. ед.; SM_i – системы менеджмента, имеющие общую структуру требований, усл. ед.; SM_j – системы менеджмента, не имеющие общей структуры требований, усл. ед.

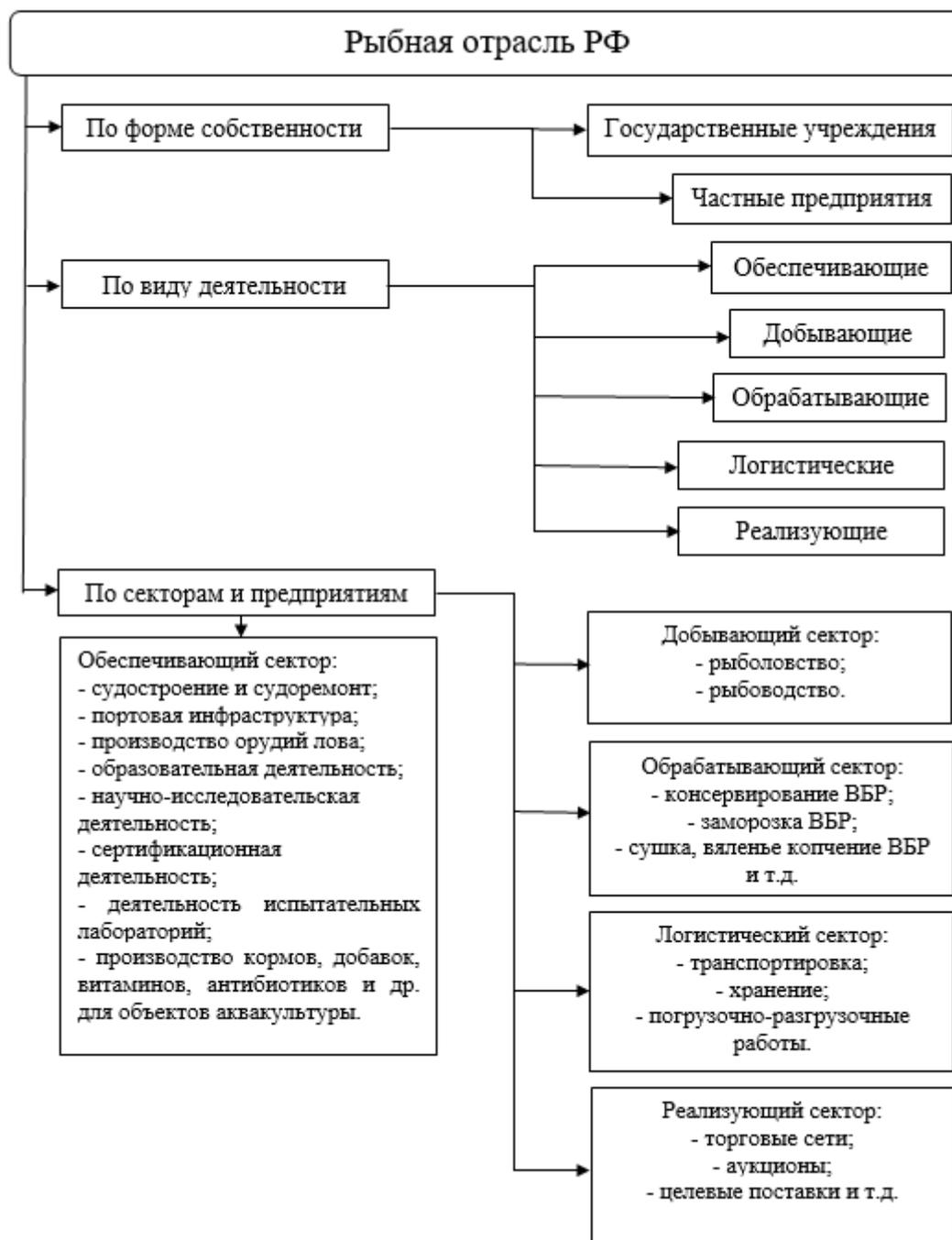


Рис. 2. Усовершенствованная структура предприятий рыбной отрасли РФ

При этом в условиях антироссийских санкций и недостаточной конкуренции среди контрагентов успех в работе конкретного предприятия, относящегося к рыбной отрасли, может зависеть не только от качественных показателей собственного управления, но и от качественных показателей управления в партнерских организациях. Так, успешная работа рыбодо-

бывающего предприятия во многом зависит не только от качества собственной системы управления, но и от качества управления предприятиями судостроения и судоремонта, от портов, от предприятий, производящих орудия лова, от образовательных и научных учреждений, от логистических предприятий и т.д. Представленный подход в иностранной литературе получил

Таблица 1. Матрица соответствия: сектор рыбной отрасли РФ, система менеджмента

Система менеджмента	Сектор рыбной отрасли РФ				
	Обеспечивающий	Добывающий	Обрабатывающий	Логистический	Реализующий
Система менеджмента качества	+	+	+	+	+
Система менеджмента безопасности пищевой продукции			+	+	+
Система менеджмента безопасности труда и охраны здоровья	+	+	+	+	+
Система экологического менеджмента	+	+	+	+	+
Менеджмент риска	+	+	+	+	+
Бережливое производство	+	+	+	+	+
Система энергетического менеджмента	+	+	+	+	+

название «*Theory of Interaction of Management Systems among Business Partners*» и, по мнению зарубежных авторов, ведет к взаимной выгоде всех сторон [4].

Поэтому успех деловых отношений предприятия рыбной отрасли можно представить в виде следующей модели, формула (2):

$$Y = \sum_{p=1}^w k_p SM, \quad (2)$$

где Y – успех деловых отношений предприятия рыбной отрасли, усл. ед.; k_p – весомость индивидуальной системы менеджмента предприятия рыбной отрасли в цепочке контрагентов.

Заключение

Таким образом, успешная деятель-

ность предприятия рыбной отрасли зависит от качества систем менеджмента как самого предприятия, так и его деловых партнеров.

При разработке методологии внедрения и применения систем менеджмента на предприятиях рыбной отрасли следует часть систем интегрировать в единую систему для сокращения затрат на их применение, а часть узкоспециализированных систем, не имеющих общих структурных требований, использовать в неизменном виде.

Разработанную модель системы менеджмента качества предприятия рыбной отрасли и модель успеха предприятия рыбной отрасли рекомендуется использовать для совершенствования деятельности предприятия рыбной отрасли.

Список литературы

1. Бетин, О.И. Рыбохозяйственный комплекс: понятие, определение, структура / О.И. Бетин, А.С. Труба, Т.О. Мухамедова // Труды ВНИРО. – 2022. – Т. 188. – С. 166–173.
2. 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.
3. Organizational and management mechanism for reforming agricultural organizations based on cooperation and integration of economic systems / D.V. Kondratiev, G.Ya. Ostaev, A.K. Osipov [et al.] //

Amazonia Investiga. – 2020. – Vol. 9. – No. 25. – P. 376–388.

4. Armando Luis Vieira. Business-to-business relationship quality / Armando Luis Vieira // Portuguese journal of management studies. – 2009. – Vol. XIV. – No. 3. – P. 197–215.

References

1. Betin, O.I. Rybokhozyaystvennyy kompleks: ponyatiye, opredeleniye, struktura / O.I. Betin, A.S. Truba, T.O. Mukhamedova // Trudy VNIRO. – 2022. – T. 188. – S. 166–173.

2. 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, Е.В. Глебова, Е.П. Лаптева, А.Л. Блинова, 2024

УДК 658.562

А.В. ХОДИКОВА¹, Ф.Н. СЕМАКИН², А.А. СПИРИДОНОВА¹, М.В. СЕМАКИНА³,
Е.В. КОПЫЛОВА¹

¹ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»;

²ФГУП «Эндофарм», г. Москва;

³ООО «САТ», г. Санкт-Петербург

КВАЛИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ: РОЛЬ ЛАМИНАРНЫХ БОКСОВ И БОКСОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Ключевые слова: боксы микробиологической безопасности; квалификация; контроль качества; лабораторное оборудование; ламинарные боксы.

Аннотация. Целью исследования является изучение принципов применения боксов микробиологической безопасности и ламинарных боксов в современных лабораториях. Основные задачи исследования включают: рассмотрение нормативной документации, устанавливающей правила контроля и эксплуатации оборудования; сравнительный анализ требований; процедуру квалификации оборудования. Гипотеза исследования предполагает, что проведение квалификации оборудования позволяет осуществить надлежащий контроль качества продукции и обеспечение безопасности персонала. Методы исследования основаны на обзоре актуальной литературы и проведении сравнительного анализа боксов микробиологической безопасности и ламинарных боксов. В результате исследования выполнен сравнительный анализ испытаний ламинарных боксов и боксов микробиологической безопасности, проводимых с целью оценки пригодности этого оборудования к эксплуатации. В статье уделяется особое внимание демаркации двух типов оборудования: ламинарных боксов и боксов микробиологической безопасности, а также их роли в обеспечении безопасности и качества продукции в лабораторных условиях.

Боксы микробиологической безопасности

(БМБ) и ламинарные боксы являются неотъемлемой частью современных лабораторий. Они играют важную роль при работе в стерильных условиях [3], а также при необходимости обеспечить безопасность продукции, персонала или окружающей среды от загрязнения. Многие пользователи оборудования не различают термины «ламинарный бокс» и бокс «микробиологической безопасности», используя их как синонимы. В действительности эти типы оборудования различаются конструкционно и применяются для различных целей.

Ламинарный бокс, или ламинарное укрытие, – это основное оборудование, используемое для защиты продукта путем создания беспылевой абактериальной воздушной среды в рабочей зоне. Ламинарный бокс не сможет обеспечить защиту ни персонала, ни окружающей среды, поскольку поток воздуха движется сверху вниз через все пространство бокса и выбрасывается в область рабочей зоны и пространство лаборатории, не подвергаясь фильтрации. Ламинарный бокс используется при работе с веществами, не представляющими угрозы здоровью оператора [5].

Бокс микробиологической безопасности используется для физической изоляции (удержания и контролируемого удаления из рабочей зоны) микроорганизмов с целью предотвращения возможности заражения персонала и контаминации воздуха рабочей зоны и окружающей среды.

Боксы микробиологической безопасности разделяются на несколько классов в зависимости от степени необходимой защиты. В СанПиН

Таблица 1. Сравнение характеристик бокса согласно П.190 СанПиН 3.3686-21

БМБ I класса	БМБ II класса	БМБ III класса
Средняя скорость входящего потока – от 0,70 до 1,00 м/с, при этом значения индивидуальных замеров не должны отличаться более чем на 20 % от общего среднего. При замере скорости анемометр располагается на расстоянии 50–55 мм от правого, левого, нижнего и верхнего края рабочего проема	Средняя скорость нисходящего потока воздуха для обеспечения защиты продукта должна быть в диапазоне 0,25–0,50 м/с, при этом значения индивидуальных замеров не должны отличаться более чем на 20 % от общего среднего. Средняя скорость входящего потока воздуха для обеспечения защиты оператора должна быть не менее 0,40 м/с. Замеры производятся с помощью анемометра внутри бокса в горизонтальной плоскости на расстоянии 50–100 мм над верхним краем рабочего проема. Минимум в восьми точках, в том числе в четырех точках, расположенных на линии, удаленной на расстояние 1/4 глубины рабочего пространства от задней стенки, и в четырех точках на линии, удаленной на то же расстояние от рабочего проема	Средняя скорость входящего потока через перчаточный порт – не менее 0,70 м/с (при одной снятой перчатке), при этом значения индивидуальных замеров не должны отличаться более чем на 20 % от общего среднего. Измеряется скорость потока воздуха в центре одного открытого перчаточного порта
Защитная эффективность фильтра – соответствие методике контроля	Защитная эффективность фильтра – соответствие методике контроля	Защитная эффективность фильтра – соответствие методике контроля
Направление потоков – входящий вдоль всего сечения рабочего проема	Направление потоков – входящий вдоль всего сечения рабочего проема. Измеряется кратность и скорость потока на вытяжном фильтре. Направление потоков – нисходящий по всему сечению камеры бокса	Разряжение в рабочей камере бокса – не менее 200 Па по отношению к помещению лаборатории

3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» приводится разделение боксов микробиологической безопасности на три класса [6], однако там содержится только перечень эксплуатационных характеристик трех классов без подробного описания различий строения и применения боксов. Характеристики представлены в табл. 1.

Функциональные различия трех классов боксов приведены в ГОСТ Р ЕН 12469-2010 [1].

Оборудование первого класса защиты характеризуется наиболее простой конструкцией среди всех трех классов. Такие боксы микробиологической безопасности предназначены в первую очередь для защиты персонала лаборатории и окружающей среды. Бокс имеет конструкцию с частично открытым проемом в рабочую зону. Такое устройство позволяет

оградить окружающую среду и сотрудников от биологически опасных агентов. Однако бокс первого класса не защищает продукт от контаминации загрязненным воздухом. Аэрозоль с токсичными агентами в рабочей зоне выдувается входящим через окно ламинарным восходящим потоком воздуха, проходит через фильтры и удаляется во внешнюю среду.

Боксы второго класса биологической безопасности используются для обеспечения защиты как для лаборантов, так и окружающей среды, а также для предотвращения загрязнения материалов в рабочей зоне. Они предназначены для безопасной работы с инфекционными агентами групп риска 1, 2 и 3. Воздушный поток, поступающий в бокс из окружающей среды через частично открытый проем, удерживает выброс аэрозоля во внешнюю среду. Вместо того чтобы напрямую поступать в пространство

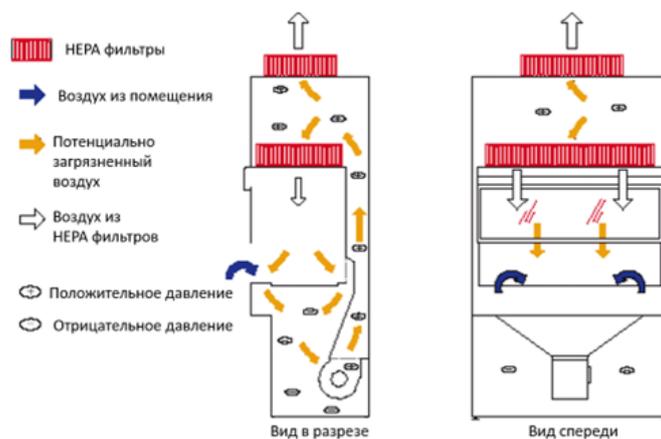


Рис. 1. Шкаф биологической безопасности класса II типа A1

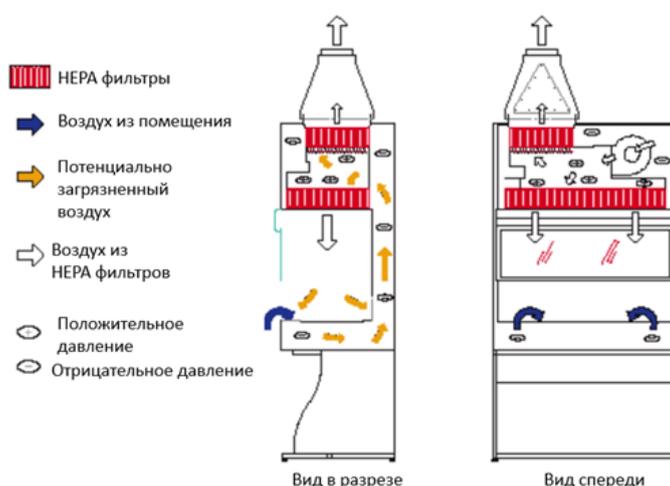


Рис. 2. Шкаф биологической безопасности класса II типа A2

бокса, вертикальный однонаправленный ламинарный поток сначала проходит через решетку воздухозабора и после фильтрации от микро-частиц внешней среды достигает рабочей зоны. Этот процесс предотвращает загрязнение материала на рабочей поверхности, в отличие от боксов первого класса защиты, где поток воздуха поступает непосредственно. Схемы перемещения воздуха для боксов второго класса A1 и A2 представлены на рис. 1 и на рис. 2.

Основные отличия между вариантами боксов второго класса проявляются в методах выведения выходящего потока (возвращение воздуха в лабораторию или использование внешней системы вытяжки) и в соотношении между рециркулирующим и выходящим воздухом.

Боксы второго класса биологической без-

опасности типа A с отводом воздуха в атмосферу считаются наиболее распространенной модификацией. Процентное соотношение воздушных потоков в этих боксах составляет 30 % на выходящий воздух в лабораторию (вытяжной поток) и 70 % на рециркуляцию воздуха через фильтр обратно в рабочую зону. Наиболее востребованной на сегодняшний день моделью является бокс типа A2 благодаря максимальному уровню безопасности и удобству.

Этот бокс оборудован специальными зонами пониженного давления, окруженными зонами повышенного давления, которые при возможной утечке способны задерживать и предотвращать выпуск потенциально опасных веществ в окружающую среду. Система фильтрации обеспечивает защиту продукта от

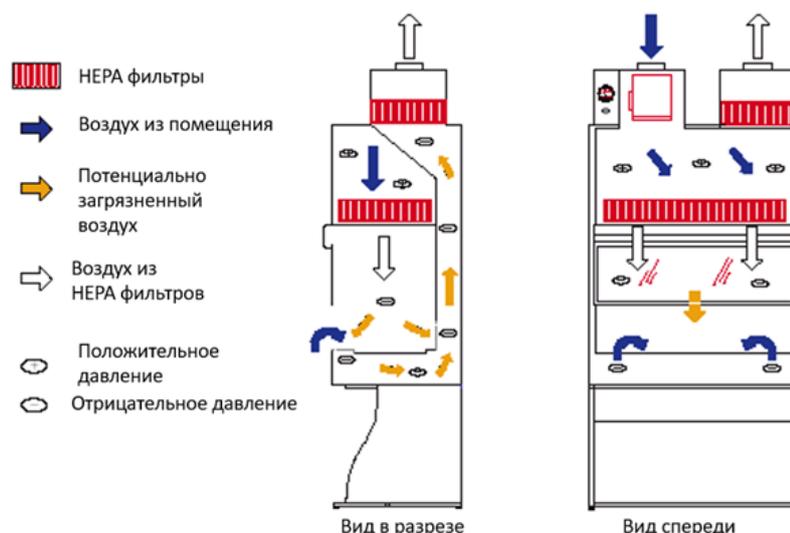


Рис. 3. Шкаф биологической безопасности класса II типа B2

загрязнений и перекрестной контаминации, очищая поступающий воздух от потенциально опасных частиц. Благодаря этому ниспадающий ламинарный поток предотвращает возможное загрязнение продукции.

Боксы типа A1 и A2 рециркулируют воздух в помещении, поэтому их использование недопустимо при работе с летучими токсичными веществами.

Боксы второго класса биологической безопасности типа B отличаются необходимостью подключения к внешней вытяжке с вентилятором, что обеспечивает больший уровень безопасности. Поступление воздуха с потенциально опасными агентами из рабочей зоны во внешнюю вытяжку обеспечивает надежную защиту персонала, в том числе работает подстраховкой при непредвиденной неисправности фильтра или сбое направления воздуха в нисходящем потоке.

Защита продукта от загрязнений осуществляется аналогично боксу типа A2 через фильтрацию поступающего воздуха. Процентное соотношение воздушных потоков в боксах типа B1 составляет 30 % на рециркуляцию и 70 % на выходящий поток за пределы лаборатории. Бокс типа B1 также не рекомендуется применять при работе с летучими химическими соединениями из-за рециркуляции грязного воздуха в помещении.

По конструкции бокса типа B2 весь отработанный воздух выбрасывается наружу, поскольку

отсутствует рециркуляция потока (100 % выходящий поток). В таких боксах также предусмотрена дополнительная система очистки воздуха. Поэтому бокс типа B2 является наиболее безопасным среди всех разновидностей боксов второго класса, и в них допустимо проводить лабораторные работы с летучими токсичными веществами. Схема перемещения воздуха для боксов второго класса B2 представлена на рис. 3.

Третий класс защиты представляет собой оборудование, обеспечивающее максимальный уровень безопасности, больше всего защищает оператора, продукт и окружающую среду. Боксы характеризуются цельным каркасом, полной герметичностью и физическим барьером, разделяющим персонал и рабочую поверхность. Работа с продуктом осуществляется через встроенные в панель бокса перчатки [4].

Таким образом, второй класс боксов микробиологической безопасности пусть и может использоваться для защиты продукции от контаминации, однако основной его задачей предполагается защита персонала и окружающей среды, в отличие от ламинарного бокса. При обустройстве лаборатории и выборе оборудования, а также эксплуатации необходимо учитывать эти различия. Основные проблемы, связанные с эксплуатацией боксов, рассмотрены авторами исследования [2].

В табл. 2 представлены испытания квалификации с целью оценки функционирования

Таблица 2. Испытания квалификации бокса микробиологической безопасности второго класса типа А2 и ламинарного бокса

№	Бокс микробиологической безопасности	Ламинарный бокс	Комментарий
Общие испытания для БМБ и ламинарных боксов			
1	Измерение перепада давления на финишном фильтре (не должно превышать 600 Па)		Испытания аналогичны
2	Измерение скорости нисходящего потока воздуха для обеспечения защиты продукта. Средняя скорость должна быть в диапазоне 0,25–0,50 м/с	Измерение скорости нисходящего потока воздуха для обеспечения защиты продукта. Средняя скорость должна быть в диапазоне 0,36–0,54 м/с	Различаются критерий средней скорости, а также методика определения местоположения точек измерения
3	Проверка освещенности рабочей зоны. Значение освещенности должно быть не менее 750 Лк		Испытания аналогичны
4	Визуализация воздушных потоков. Поток воздуха должен быть нисходящим, без завихрений, конструктивные особенности бокса должны обеспечивать отсутствие застойных зон и защиту оператора	Визуализация воздушных потоков. Ламинарный поток должен двигаться от приточных HEPA фильтров вниз и далее к рабочей зоне ламинарного бокса и после удаляться	Испытание призвано продемонстрировать движение потоков воздуха внутри бокса. Конструктивные особенности БМБ должны обеспечить воздушный барьер между внешней средой и внутренним объемом бокса, в то время как поток в ламинарном боксе должен быть однонаправленным и нисходящим (без завихрений)
5	Проверка целостности и герметичности установленной системы фильтрации		Испытания аналогичны
6	Подтверждение класса чистоты. Концентрация частиц в каждой точке измерения не должна превышать значений, соответствующих классу чистоты		
Испытания, характерные только для БМБ			
7	Измерение скорости входящего потока воздуха. Средняя скорость должна быть не менее 0,40 м/с (защита оператора)	–	Испытание доказывает, что воздух из рабочей зоны бокса не попадет в окружающую среду, что обеспечивает защиту персонала
8	Измерение скорости выходящего воздуха в пересчете на кратность, указанную производителем	–	
9	Поддержание температуры внутри бокса. Максимальная температура внутри бокса не должна превышать минимальную температуру внутри помещения более чем на 8 °С	–	Испытание необходимо для контроля размножения микроорганизмов в рабочей зоне

боксов. Эти испытания указывают на направления применения бокса микробиологической

безопасности второго класса типа A2 и ламинарного бокса.

Проверка распределения температуры и влажности, измерение скорости воздушного потока, определение уровня освещенности и уровня шума, а также визуализация воздушных потоков при помощи парогенератора (результат фиксируется на видео) являются общими испытаниями, позволяющими подтвердить пригодность оборудования для надлежащего контроля качества продукции.

Однако такие испытания, как измерение скорости выходящего и нисходящего потока воздуха для обеспечения защиты продукта характерны именно для ламинарного бокса, поскольку служат подтверждением ламинарности потоков воздуха, предназначенной для защиты продукции. Это относится и к испытанию по подтверждению класса чистоты внутри рабочего пространства бокса. Испытание применимо для оборудования, от которого требуется обеспечение максимальной защиты от загрязнения продукции внутри рабочего пространства.

Альтернативой этим испытаниям для бокса микробиологической безопасности служит проверка целостности установленной системы

фильтрации. Целью испытания является проверка способности фильтров не пропускать биологически опасные агенты в окружающую среду, обеспечивая защиту персонала.

Таким образом, боксы микробиологической безопасности и ламинарные боксы имеют существенные отличия как в конструкции, так и в эксплуатации, но и те и другие играют важную роль в обеспечении качества работы в лабораториях. Разнообразие боксов микробиологической безопасности позволяет адаптировать рабочее пространство в соответствии с уровнем безопасности, требуемым для конкретных исследований, в том числе позволяет защитить и персонал от заражения и продукцию от контаминации, когда это требуется.

Однако стоит обращать внимание на рекомендации по применению того или иного типа оборудования для учета всех условий безопасности, а также корректно составлять план испытаний квалификации с целью стабильного функционирования лабораторного оборудования. Надлежащая квалификация оборудования повышает уверенность в безопасности продукции и позволяет проводить достоверный контроль ее качества.

Список литературы

1. ГОСТ Р EN 12469-2010 «Биотехнология. Технические требования к боксам микробиологической безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200084156>.
2. Жирнов, О.Ю. Квалификация боксов биологической безопасности. Основные проблемы. Типичные ошибки пользователей / О.Ю. Жирнов, П.Н. Ляхов // Фармацевтические технологии и упаковки. – 2023. – № 3. – С. 54–55.
3. От проектирования до эксплуатации: как создать эффективное чистое помещение / Т.Д. Ильинов, Ф.Н. Семакин, А.А. Спиридонова [и др.] // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 9(147). – С. 46–53.
4. Классификация боксов биологической безопасности. Как выбрать бокс биологической безопасности. Сайт Gulex [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://gluvexlab.com/blog/klassifikaciya-boksov-biologicheskoy-bezopasnosti-kak-vybrat-boks-biologicheskoy-bezopasnosti.html>.
5. Оборудование для фармацевтики. Сайт LAMSYSTEMS [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.lamsys.ru>.
6. САНПИН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/573660140>.

References

1. GOST R YEN 12469-2010 «Biotekhnologiya. Tekhnicheskiye trebovaniya k boksam mikrobiologicheskoy bezopasnosti» [Electronic resource]. – Access mode : <https://docs.cntd.ru/document/1200084156>.
2. Zhirnov, O.YU. Kvalifikatsiya boksov biologicheskoy bezopasnosti. Osnovnyye problemy.

Tipichnyye oshibki pol'zovateley / O.YU. Zhirnov, P.N. Lyakhov // Farmatsevticheskiye tekhnologii i upakovki. – 2023. – № 3. – S. 54–55.

3. Ot proyektirovaniya do ekspluatatsii: kak sozdat' effektivnoye chistoye pomeshcheniye / T.D. Il'inov, F.N. Semakin, A.A. Spiridonova [i dr.] // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 9(147). – S. 46–53.

4. Klassifikatsiya boksov biologicheskoy bezopasnosti. Kak vybrat' boks biologicheskoy bezopasnosti. Sayt Gulex [Electronic resource]. – Access mode : <https://gluvexlab.com/blog/klassifikatsiya-boksov-biologicheskoy-bezopasnosti-kak-vybrat-boks-biologicheskoy-bezopasnosti.html>.

5. Oborudovaniye dlya farmatsevtiki. Sayt LAMSYSTEMS [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.lamsys.ru>.

6. SANPIN 3.3686-21 «Sanitarno-epidemiologicheskkiye trebovaniya po profilaktike infeksionnykh bolezney» [Electronic resource]. – Access mode : <https://docs.cntd.ru/document/573660140>.

© А.В. Ходикова, Ф.Н. Семакин, А.А. Спиридонова, М.В. Семакина, Е.В. Копылова, 2024

УДК 330.3

*Т.В. ДУБРОВСКАЯ, А.А. СТАРОДУБЦЕВА**ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск*

ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ключевые слова: инвестиции; инвестиционная привлекательность; инвестор; интегральный метод; методы бизнес-анализа; оценка; показатели; рейтинговый метод; семифакторный метод.

Аннотация. Цель статьи – исследование проблем современного состояния оценки инвестиционной привлекательности промышленных предприятий. Задачи: определить роль и место оценки инвестиционной привлекательности предприятий, а также основные проблемы; провести оценку привлекательности исследуемых предприятий; обосновать необходимость комплексного подхода. Гипотеза исследования: использование современных подходов, учет внешних факторов и сотрудничество различных функциональных областей позволят компаниям достичь успеха и привлечь необходимые инвестиции для своего развития. Совершенствование методов бизнес-анализа является важным фактором для повышения инвестиционной привлекательности производственных предприятий. В ходе исследования были использованы методы анализа, синтеза, моделирования. Выводы и практические рекомендации, полученные по результатам исследования, позволяют усовершенствовать процесс оценки и способствуют более взвешенному принятию инвестиционных решений.

Анализ основных показателей российской экономики в 2023 г. показал уверенный рост по большинству пунктов. Если потери внутреннего валового продукта (ВВП) в 2022 г. составили –2,1 %, то по итогам 2023 г., по оценке Банка России, ВВП увеличится более чем на 3 %. Наблюдается повышенная инвестиционная актив-

ность предприятий, которая стимулируется как бюджетными источниками разных уровней, так и реакцией самих компаний на оживление импортозамещающего спроса, при этом доля прибыльных компаний растет. Это играет решающую роль для инвестиций, поскольку собственные средства у большинства компаний являются основным источником финансирования капитальных вложений. В то же время предприятия испытывают ограничения ресурсов, необходимых для расширения производства: проблемы с поставками оборудования и жесточайший дефицит кадров при низкой безработице (2,9 %). Конкурентные преимущества возникают у тех предприятий, которые могут быстро адаптировать свои производственные процессы и бизнес-модели к гибкому взаимодействию с контрагентами. Данная ситуация стимулирует предприятия мебельной промышленности к поиску и разработке современных технологий и созданию высокотехнологичных бизнес-моделей. Это требует значительных инвестиционных вложений. Совершенствование методов бизнес-анализа является важным фактором для повышения инвестиционной привлекательности производственных предприятий. Использование современных подходов, учет внешних факторов и сотрудничество различных функциональных областей позволят компаниям достичь успеха и привлечь необходимые инвестиции для своего развития [1]. При проведении анализа инвестиционной привлекательности предприятия изучаются все значимые стороны его деятельности, оказывающие существенное влияние на финансовый результат и эффективность работы. При этом применяются многие виды анализа: производственный, финансовый, ретроспективный, перспективный, инвестиционный и др. Для реализации необходимых аналити-

ческих процедур и достижения конечного результата используют такие методы экономического анализа: табличный, графический, метод сравнения, балансовый, коэффициентный, трендовый, корреляционно-регрессионный и др. Применение широкого спектра видов и направлений анализа, способов и методов исследования обосновано сущностью и содержанием понятия «инвестиционная привлекательность». Под ней авторы понимают «комплекс показателей, который характеризует экономическое и финансовое состояние предприятия, его активность на рынке, структуру управления, форму капитала, уровень спроса на производимые товары и услуги, их конкурентоспособность на рынке, а также уровень привлекательности инновационного развития страны, региона и отрасли, в которых находится предприятие» [1]. Неотъемлемым элементом организации инвестиционной деятельности на предприятии является оценка его инвестиционной привлекательности для инвестора. Выбор предприятия является важным процессом, требующим тщательного анализа и взвешенных решений [1]. Рассмотрим на примере предприятий мебельной промышленности, каким показателям необходимо уделять наибольшее внимание инвестору. В настоящее время в Российской Федерации выделяют три основных методологических подхода к изучению инвестиционной привлекательности фирм: метод интегральной оценки; метод рейтинговой оценки; семифакторный метод.

Интегральный метод представляет собой комплексный подход, который позволяет систематизировать информацию о финансовом состоянии, рыночной позиции и перспективах развития компании. Основной целью данного метода является создание единого коэффициента, отражающего влияние различных факторов на инвестиционную привлекательность [4]. При применении интегрального метода относительные показатели суммируются обычно в пяти блоках. Выведенные результаты показателей во всех пяти блоках заносятся в таблицу и суммируются. Вычисляется определенный цифровой показатель инвестиционной привлекательности. Данные коэффициенты обычно рассматриваются в динамике. В качестве объектов исследования авторами были определены три предприятия мебельной отрасли (предприятия-конкуренты), которые в 2023 г. показа-

ли следующие результаты: ООО «А» – выручка 141 828 тыс. руб., ООО «Б» – 144 773 тыс. руб., ООО «В» – 140 270 тыс. руб. Наиболее инвестиционно привлекательным по итогам расчетов за 2023 г. является предприятие ООО «Б» с показателем 412,95, на втором месте ООО «В» (оценка 99,16) и далее ООО «А» (оценка 82,69).

При использовании рейтингового метода проводился анализ двух групп финансовых показателей [2]. В первую из них объединены пять показателей, которые характеризуют эффективность деятельности предприятий, во вторую группу – финансовые показатели, характеризующие платежеспособность предприятий. Результаты анализа показывают, что по рейтинговому методу наиболее инвестиционно привлекательным является предприятие ООО «А» с баллом 10, далее ООО «В» – балл 7, далее ООО «Б» – 5 баллов.

Критерием инвестиционной привлекательности предприятия при использовании семифакторного метода выступает рентабельность активов. Согласно полученным результатам значение интегрального индекса инвестиционной привлекательности на предприятии ООО «А» выше единицы и равно 1,4075, это свидетельствует о высоком уровне инвестиционной привлекательности. На втором месте предприятие ООО «В» со значением 0,9132, далее ООО «Б» – значение 0,3890.

Анализируя расчеты, проведенные с использованием трех методов оценки, можно прийти к выводу о том, что рейтинговый и семифакторный методы дают схожие показатели, в отличие от интегрального метода. Методы оценки инвестиционной привлекательности, несмотря на свою схожесть в конечной цели, нередко приводят к разным результатам из-за различий в подходах и используемых критериях. Поэтому при окончательном выборе предприятия, в которое инвестировать денежные средства, необходимо обращать внимание не только на объемы производства и доходность, но и на совокупность других факторов [3]. Прежде всего это финансовая стабильность предприятия, отражающаяся в коэффициентах ликвидности и рентабельности. К ним относятся такие показатели, как коэффициент текущей ликвидности, рентабельность активов и собственного капитала. Качество управления и корпоративная культура существенно влияют на доверие инвесто-

ров, поэтому важны и показатели, связанные с эффективностью управления, такие как оборот основных средств и численность работников на одного руководителя. Важное значение имеют внешние факторы: состояние отрасли, конкуренция и макроэкономические условия. Наконец, полезно рассмотреть отзывы других инвесторов и анализы экспертов. Это поможет сформировать более полное представление о компании. Интеграция этих показателей позво-

ляет формировать объективное представление о способности предприятия генерировать прибыль и осуществлять эффективное управление ресурсами [4]. Внедрение различных методов в оценку инвестиционной привлекательности дает возможность инвесторам получить оцифрованное представление о конкурентоспособности предприятия, что способствует более взвешенному принятию инвестиционных решений.

Список литературы

1. Исследование возможности сочетания разных видов анализа при оценке инвестиционной привлекательности предприятия / А.А. Стародубцева, Т.В. Дубровская // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием). Красноярск, 2024. – С. 954–956.
2. Дубровская, Т.В. Использование метода рейтинговой оценки для определения инвестиционной привлекательности предприятия / Т.В. Дубровская, А.А. Стародубцева // Экономика и управление в современных условиях : Международная научно-практическая конференция, Красноярск, 18–20 октября 2023 года / Сост. Л.М. Ашихмина. – Красноярск : Сибирский институт бизнеса, управления и психологии, 2023. – С. 33–37.
3. Стародубцева, А.А. Инвестиционная привлекательность как комплексный показатель / А.А. Стародубцева // Молодежь Сибири – науке России : Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 19 апреля 2023 года / Сост. Л.М. Ашихмина. Том II. – Красноярск: Сибирский институт бизнеса, управления и психологии, 2023. – С. 165–169.
4. Повышение эффективности инвестиционной привлекательности предприятия / Е.В. Костюкова, И.В. Шадрина, Л.Н. Ридель, Т.В. Дубровская // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 11(125). – С. 164–166.

References

1. Issledovaniye vozmozhnosti sochetaniya raznykh vidov analiza pri otsenke investitsionnoy privlekatel'nosti predpriyatiya / A.A. Starodubtseva, T.V. Dubrovskaya // Molodyye uchenyye v reshenii aktual'nykh problem nauki. Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh (s mezhdunarodnym uchastiyem). Krasnoyarsk, 2024. – С. 954–956.
2. Dubrovskaya, T.V. Ispol'zovaniye metoda reytingovoy otsenki dlya opredeleniya investitsionnoy privlekatel'nosti predpriyatiya / T.V. Dubrovskaya, A.A. Starodubtseva // Ekonomika i upravleniye v sovremennykh usloviyakh : Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Krasnoyarsk, 18–20 oktyabrya 2023 goda / Sost. L.M. Ashikhmina. – Krasnoyarsk : Sibirskiy institut biznesa, upravleniya i psikhologii, 2023. – S. 33–37.
3. Starodubtseva, A.A. Investitsionnaya privlekatel'nost' kak kompleksnyy pokazatel' / A.A. Starodubtseva // Molodezh' Sibiri – nauke Rossii : Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Krasnoyarsk, 19 aprelya 2023 goda / Sost. L.M. Ashikhmina. Tom II. – Krasnoyarsk: Sibirskiy institut biznesa, upravleniya i psikhologii, 2023. –

S. 165–169.

4. Povysheniye effektivnosti investitsionnoy privlekatel'nosti predpriyatiya / Ye.V. Kostoustova, I.V. Shadrina, L.N. Ridel', T.V. Dubrovskaya // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 11(125). – S. 164–166.

© Т.В. Дубровская, А.А. Стародубцева, 2024

УДК 338.2

Е.С. КУЛИКОВА, О.А. РУЩИЦКАЯ, Т.И. КРУЖКОВА, Л. РУЩИЦКИЙ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», г. Екатеринбург

АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА В РОССИИ: АНАЛИЗ И КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТОРЫ РОСТА

Ключевые слова: государственная поддержка; динамика производства; животноводство; продовольственная безопасность; технологии.

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена важностью животноводства для продовольственной безопасности России и его значительным вкладом в экономику страны. В условиях глобальных изменений и растущего спроса на продукцию животноводства особенно важно понимать динамику производства в этом секторе и выявлять ключевые факторы, влияющие на его устойчивый рост. Целью статьи является анализ изменений в производстве продукции животноводства в различных категориях хозяйств России за период с 2020 по 2023 гг. Гипотеза исследования предполагает, что устойчивый рост животноводства обеспечивается за счет сочетания государственной поддержки, внедрения современных технологий и оптимизации производственных процессов. Для достижения поставленной цели в статье был проведен анализ данных по индексам производства продукции животноводства, что позволило выявить основные тенденции в развитии этого сектора. Результаты исследования показали, что крупнейший рост отмечается в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах, в то время как личные подсобные хозяйства сталкиваются с трудностями, связанными с ограниченным доступом к ресурсам и снижением объемов производства. Выводы статьи подтверждают необходимость усиления государственной поддержки, внедрения инновационных технологий и разработки мер, направленных на поддержку личных подсобных хозяйств. Эти меры позволят обеспечить устойчивое развитие животноводства

и укрепить продовольственную безопасность страны.

Животноводство является важнейшей отраслью сельского хозяйства России, обеспечивающей население мясной, молочной и другой продукцией. В условиях растущего спроса на продукты питания как внутри страны, так и на международных рынках устойчивое развитие животноводства приобретает особое значение. Помимо обеспечения продовольственной безопасности, животноводство играет важную роль в создании рабочих мест, особенно в сельской местности, а также в развитии смежных отраслей, таких как переработка продукции, производство кормов и ветеринарных препаратов. В последние годы животноводство в России сталкивается с множеством вызовов, включая изменение климатических условий, рост затрат на производство, а также изменение структуры спроса.

В научной литературе различные аспекты производства продукции животноводства рассматриваются с акцентом на эффективность, технологические инновации и цифровизацию. О.В. Баянова в своем исследовании акцентирует внимание на эконометрическом анализе эффективности деятельности аграрного производства, подчеркивая важность оптимизации производственных процессов для повышения рентабельности продукции животноводства [2]. В.С. Буяров рассматривает экономико-технологические аспекты производства продукции животноводства и птицеводства, отмечая, что внедрение современных технологий является ключевым фактором повышения производительности и устойчивости отрасли [3]. Д.М. Назаров и соавторы фокусируются на цифровиза-

Таблица 1. Индексы производства продукции животноводства по категориям хозяйств (в сопоставимых ценах; в процентах) [1]

Годы	Хозяйства всех категорий	В том числе		
		сельскохозяйственные организации	хозяйства населения	крестьянские хозяйства
2020 = 100				
2021	101,9	103,6	98,0	105,3
2022	101,9	104,9	95,1	108,5
2023	104,4	110,6	92,1	109,5
К предыдущему году				
2010	101,9	103,9	97,9	104,9
2021	101,9	103,6	98,0	105,3
2022	100,0	101,3	97,0	103,0
2023	102,5	105,4	96,9	101,0

ции сельского хозяйства, приводя примеры из Румынии, и утверждают, что цифровые технологии могут существенно улучшить управление ресурсами и повысить общую эффективность производства [4]. Таким образом, исследователи сходятся во мнении, что для устойчивого развития животноводства необходимо сочетание оптимизации производственных процессов, внедрения современных технологий и активного использования цифровых инструментов.

Целью настоящей статьи является анализ динамики производства продукции животноводства по различным категориям хозяйств за период с 2020 по 2023 гг. В статье рассмотрена табл. 1, включающая индексы производства продукции животноводства по категориям хозяйств в сопоставимых ценах, выраженных в процентах. Анализ этих данных позволит выявить основные тенденции в развитии животноводства в России, а также оценить роль различных типов хозяйств в обеспечении роста производства.

Динамика производства продукции животноводства в России в период с 2020 по 2023 гг. демонстрирует разнообразные тенденции, обусловленные различиями в категориях хозяйств. В 2021 г. общий индекс производства животноводческой продукции по всем категориям хозяйств составил 101,9 % по сравнению с предыдущим годом, что указывает на умерен-

ный, но стабильный рост. В частности, сельскохозяйственные организации показали заметное увеличение объемов производства с индексом 103,6 %, что свидетельствует о значительной эффективности и способности к адаптации к экономическим изменениям. В то же время крестьянские (фермерские) хозяйства также продемонстрировали позитивные результаты с приростом 105,3 %. Однако хозяйства населения показали противоположную тенденцию: объем производства снизился на 2 %, достигнув уровня 98,0 %. Это снижение может быть связано с сокращением числа личных подсобных хозяйств, что, в свою очередь, обусловлено ограничениями в доступе к ресурсам и рынкам, а также недостаточным уровнем государственной поддержки. К 2022 г. положительные тренды в сельскохозяйственных и фермерских хозяйствах сохранились, увеличив индекс до 104,9 % и 108,5 % соответственно. Однако общий индекс по всем категориям хозяйств остался на уровне 101,9 %, что связано с продолжающимся снижением производства в хозяйствах населения, где индекс упал до 95,1 %. Это указывает на углубление проблем в данном секторе, особенно в условиях усиливающейся конкуренции и недостаточного доступа к ресурсам. В 2023 г. сельскохозяйственные организации достигли значительных успехов, увеличив индекс производства до 110,6 %. Крестьянские (фермерские) хозяйства также продолжили наращивать объ-

емы производства, достигнув индекса 109,5 %. Несмотря на эти достижения, ситуация в хозяйствах населения продолжала ухудшаться: их индекс снизился до 92,1 %. Тем не менее общий индекс производства для всех категорий хозяйств поднялся до 104,4 %, что свидетельствует о существенном улучшении в секторе животноводства, несмотря на проблемы, наблюдающиеся в личных подсобных хозяйствах. При сравнении показателей 2023 г. с предыдущим годом можно отметить восстановление отрасли после замедления темпов роста в 2022 г. Общий прирост производства составил 2,5 %, что было достигнуто благодаря значительным успехам сельскохозяйственных организаций и стабилизации в фермерских хозяйствах. Однако хозяйства населения продолжают демонстрировать сниженные показатели, что требует активного вмешательства и разработки эффективных мер поддержки для этого сектора.

Анализ производственных показателей за период с 2020 по 2023 гг. указывает на устойчивый рост в крупных сельскохозяйственных и фермерских хозяйствах, что подтверждает их способность эффективно реагировать на внешние вызовы и использовать доступные ресурсы.

В то же время снижение объемов производства в хозяйствах населения вызывает обеспокоенность, поскольку они играют важную роль в обеспечении продовольственной безопасности на локальном уровне. Решение проблем этого сектора требует повышения доступности ресурсов, таких как финансирование и инфраструктура, а также целенаправленных мер государственной поддержки.

Для дальнейшего устойчивого развития животноводческой отрасли в России необходимо уделить внимание не только развитию крупных сельскохозяйственных и фермерских хозяйств, но и усилению мер поддержки для личных подсобных хозяйств. Комплексный подход, включающий субсидии, доступ к кредитам и техническую помощь, может способствовать увеличению производства и укреплению продовольственной безопасности в стране.

Таким образом, увеличение объемов производства, повышение устойчивости сектора и удовлетворение растущего спроса на продукты питания возможно только при комплексном подходе к развитию всех категорий хозяйств.

Список литературы

1. Сельское хозяйство в России. 2023. Основные показатели сельского хозяйства: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Sel_xoz_2023.htm.
2. Баянова, О.В. Эконометрическое исследование эффективности деятельности аграрного производства на примере производства продукции животноводства / О.В. Баянова // Московский экономический журнал. – 2020. – № 6. – С. 45.
3. Буяров, В.С. Экономико-технологические аспекты производства продукции животноводства и птицеводства / В.С. Буяров // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 6(81). – С. 77–88.
4. Назаров, Д.М. Цифровизация сельского хозяйства на примере Румынии / Д.М. Назаров, И.С. Кондратенко, В.В. Сулимин, В.В. Шведов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 6(390). – С. 622–624.

References

1. Sel'skoye khozyaystvo v Rossii. 2023. Osnovnyye pokazateli sel'skogo khozyaystva: Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki [Electronic resource]. – Access mode : https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Sel_xoz_2023.htm.
2. Bayanova, O.V. Ekonometricheskoye issledovaniye effektivnosti deyatel'nosti agrarnogo proizvodstva na primere proizvodstva produktsii zhivotnovodstva / O.V. Bayanova // Moskovskiy ekonomicheskij zhurnal. – 2020. – № 6. – S. 45.

3. Buyarov, V.S. Ekonomiko-tekhnologicheskiye aspekty proizvodstva produktsii zhivotnovodstva i ptitsevodstva / V.S. Buyarov // Vestnik agrarnoy nauki. – 2019. – № 6(81). – S. 77–88.

4. Nazarov, D.M. Tsifrovizatsiya sel'skogo khozyaystva na primere Rumynii / D.M. Nazarov, I.S. Kondratenko, V.V. Sulimin, V.V. Shvedov // Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal. – 2022. – № 6(390). – S. 622–624.

© Е.С. Куликова, О.А. Рущицкая, Т.И. Кружкова, Л. Рущицкий, 2024

УДК 332.146.2:615.1

*С.А. РОМАНОВ¹, А.В. ПРОКОПЬЕВА², И.А. РОМАНОВ³, П.А. ЖИЛЬЦОВ¹,
И.А. ПОЖАРНОВ¹*¹Ассоциация «Калужский фармацевтический кластер», г. Обнинск;²ФГКОУ ВО «Восточно-Сибирский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации», г. Иркутск;³ПАО ПЗ «Сигнал», г. Обнинск

РОЛЬ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ В РАЗВИТИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ РФ

Ключевые слова: инновационное развитие; региональная экономика; синергетический эффект; фармацевтическая отрасль; фармацевтический кластер; экономика; экономический рост.

Аннотация. Статья посвящена исследованию места фармацевтических кластеров в развитии экономики регионов. Актуальность темы обусловлена необходимостью поиска результативных механизмов стимулирования инновационного развития фармацевтической отрасли в условиях глобальной конкуренции и решения задач обеспечения лекарственной безопасности страны.

Цель исследования – получение целостного представления о воздействии фармацевтических кластеров на экономическую сферу (региональный уровень) и об оптимальных механизмах их создания, организации, ведения (принимая во внимание специфику российских реалий).

В ходе работы выявлены противоречия между необходимостью локализации производства для обеспечения лекарственной безопасности и потребностью в интеграции в глобальные цепочки создания стоимости для повышения конкурентоспособности. Также отмечается несоответствие между темпами развития кластерных инициатив и скоростью адаптации регуляторной среды к потребностям новейших фармацевтических производств.

Авторы приходят к выводу о том, что формирование фармацевтических кластеров является результативным инструментом стимулирования регионального экономического

развития; это содействует созданию высокооплачиваемых рабочих мест, привлечению инвестиций, повышению инновационной активности. Ключевые факторы успеха кластеров: активная поддержка региональных властей, тесное взаимодействие между бизнесом, наукой, образованием, а также ориентация на инновации.

Введение

В течение последних десятилетий наблюдается достаточно отчетливая тенденция к формированию фармацевтических кластеров: речь идет о локализации (географический аспект) тесным образом связанных друг с другом организаций, субъектов, занимающихся поставками, научно-исследовательской деятельностью, образованием, которые функционируют в области разработки, изготовления, продажи лекарств и медицинских изделий. В данной связи многие современные исследования вполне обоснованно посвящены разностороннему и детализированному анализу влияния таких кластеров на региональную экономику и характеристике механизмов их формирования и последующего развития.

В условиях современности очень важно корректно определить действенные механизмы, позволяющие формировать и модернизировать фармацевтические кластеры на пути их преобразования в мощные инструменты интенсификации инновационно-экономического развития регионов с учетом многочисленных вызовов глобального характера.



Рис. 1. Показатели емкости фармрынка [9]

Методы материалы

Авторами задействованы методы кейс-стади (описание наглядных примеров) и сравнительный анализ. Оценены сводки по статистике, отражающие современные реалии. С целью формулировки результирующих положений авторы обращаются к обобщению.

При анализе современных публикаций по теме был обозначен ряд наиболее популярных исследовательских направлений.

Так, в центре особого интереса ученых – проблематика организации и результативности функционирования кластерных структур в фармацевтической отрасли. Например, И.Э. Есауленко с соавторами обосновывают эффективность организации таких форм бизнеса, подчеркивая их роль в повышении конкурентоспособности региональной экономики [1]. В работе Т.Ю. Кудрявцевой и коллег описываются методологические нюансы изучения вопроса с опорой на информационные и аналитические системы (в качестве объекта выступают кластеры в сфере биофармацевтики), что позволяет более точно оценивать продуктивность соответствующих инициатив [2].

С.Ю. Черников, С. Наги и Е.А. Дегтерева обращаются к вопросам управления инновационной деятельностью в данной сфере, акцентируя внимание на механизмах стимулирования

активности участников кластера [10]. В.С. Просалова, А.А. Николаева, Н.А. Осипова анализируют специфику функционирования фармацевтических кластеров в условиях современных вызовов, выделяя базовые факторы, воздействующие на их работу [6].

Е.Н. Селищев рассматривает возможности развития инновационно-промышленных кластеров в Ярославском регионе, высвечивая их роль в стимулировании хозяйственного роста [7]. В свою очередь, Т.Н. Субботина анализирует факторы инвестиционной привлекательности Калужской области, где успешно функционирует фармацевтический кластер; автор предлагает методики оценки влияния кластерных структур на инвестиционный климат региона [8].

Актуальным направлением научных изысканий становится изучение трансформации фармацевтических кластеров в современных экономических условиях. Например, А.Ф. Мухамадеев выделяет ключевые направления преобразований, обусловленные глобальными технологическими и экономическими трендами [4]. Также данный автор акцентирует внимание на необходимости учета экологического и социального измерений функционирования кластеров, что отражает усиливающееся значение концепции устойчивого развития в соответствующей отрасли [5].

Ю.Б. Миндлин дает характеристику пер-

Таблица 1. Направления влияния фармацевтических кластеров на экономику регионов (составлено авторами на основе [4; 6; 8; 10])

Направления	Характеристика
1. Создание высокооплачиваемых рабочих мест	Фармацевтические кластеры генерируют значительное количество рабочих мест, требующих высокой квалификации. Это способствует повышению уровня занятости населения, росту средней заработной платы в регионе. Например, в Калужской области, где успешно функционирует фармацевтический кластер, средняя заработная плата в отрасли превышает среднерегionalный показатель
2. Приток финансовых вложений	Крупные компании и венчурные фонды охотнее вкладывают средства в проекты, реализуемые в рамках кластера, что положительным образом сказывается на притоке капитала в региональную экономику. К примеру, объем инвестиций в фармацевтический кластер Санкт-Петербурга и Ленинградской области за период 2010–2020 гг. составил более 50 млрд рублей
3. Интенсификация активности в ракурсе инноваций	Это приводит к увеличению числа патентов, регистрируемых в регионе, и росту доли инновационной продукции в валовом региональном продукте (ВРП)
4. Поддержка смежных сфер деятельности	Это способствует диверсификации региональной экономики вкпе со снижением ее зависимости от отдельных секторов
5. Повышение экспортного потенциала региона	Фармацевтические кластеры ориентированы не только на удовлетворение внутреннего спроса, но и на экспорт продукции. Увеличение объемов экспорта лекарственных средств и медицинских изделий положительно влияет на торговый баланс региона, содействует росту ВРП
6. Улучшение качества жизни населения	Развитие фармацевтической отрасли в регионе обеспечивает более широкий доступ населения к современным лекарственным препаратам, медицинским технологиям

спективам развития кластерного подхода в России в условиях санкционных ограничений, высвечивая важность адаптации стратегий к новым геополитическим реалиям [3].

Для анализа текущего состояния и тенденций развития фармацевтического рынка РФ исследователи обращаются к аналитическим отчетам (в статье проанализирована сводка «*DSM Group*» (2024), в которой отражены актуальные данные о рыночной динамике) [9].

Обзор литературы свидетельствует о многоаспектности исследований фармацевтических кластеров; освещаются вопросы их организации, инновационного развития, региональной специфики, адаптации к вызовам.

Результаты и обсуждение

При обращении к статистической сводке обнаруживается, что в первом полугодии 2024 г. фармацевтический рынок в России превысил показатель 2022 г. (рис. 1) при заметном росте сегмента аптек.

Фармацевтические кластеры представля-

ют собой комплексные «экосистемы», объединяющие различных участников инновационного процесса в области фармацевтики. Структурные элементы представлены следующими звеньями.

1. Производственные предприятия.
2. Научно-исследовательские институты, лаборатории, которые занимаются фундаментальными и прикладными исследованиями в сфере фармакологии, биотехнологий.
3. Образовательные организации.
4. Инновационные стартапы, в рамках которых разрабатываются новые лекарственные формы, а также методы лечения.
5. Поставщики материалов и оборудования.
6. Логистические компании, обеспечивающие хранение, транспортировку препаратов.
7. Финансовые институты, предоставляющие инвестиции, кредитные механизмы и схемы в целях развития фармацевтических проектов [1; 4].

Синергетический эффект, возникаю-

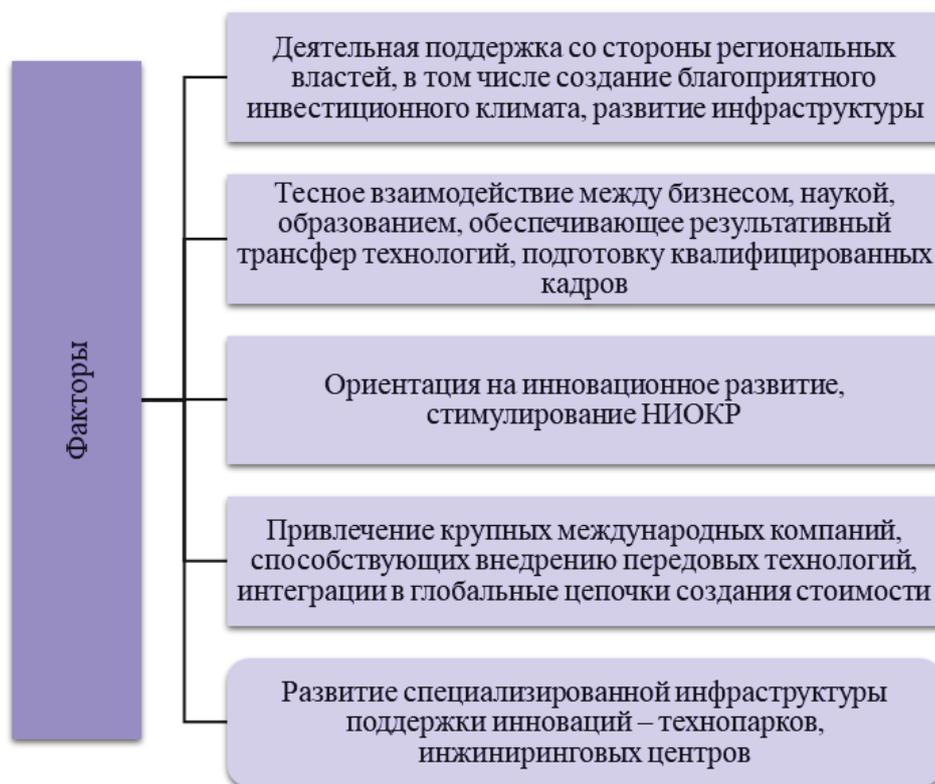


Рис. 2. Систематизация факторов успеха развития фармацевтических кластеров в регионах России (составлено авторами)

щий в результате взаимодействия участников кластера, содействует повышению конкурентоспособности региона, стимулирует инновационную активность в соответствующей отрасли.

Формирование и развитие фармацевтических кластеров оказывает многоплановое воздействие на экономику региона. Ключевые эффекты систематизированы в табл. 1.

Успешное функционирование фармацевтических кластеров требует структурированного (в организационно-функциональном плане) подхода и участия различных заинтересованных сторон.

В свою очередь, региональные власти играют ключевую роль в создании благоприятных условий для развития фармацевтических кластеров. Формирование современной инфраструктуры является необходимым условием для результативного функционирования фармацевтического кластера. Речь идет о строительстве и модернизации производственных площадок, соответствующих международным стандартам *GMP*, создании центров кол-

лективного пользования научным оборудованием, развитию транспортно-логистической инфраструктуры, обеспечении доступа к высокоскоростному интернету и современным средствам коммуникации.

Развитие горизонтальных и вертикальных связей между участниками кластеров способствует повышению их эффективности. Для этого целесообразно прибегать к использованию следующих механизмов: создание отраслевых ассоциаций и консорциумов, организация совместных научно-исследовательских проектов, проведение отраслевых выставок, конференций, форумов, формирование единых информационных баз данных и платформ для обмена знаниями.

Интеграция региональных фармацевтических кластеров в глобальные цепочки создания стоимости содействует повышению их конкурентоспособности. В увязке с этим требуется выделить первоочередные направления международного взаимодействия: привлечение иностранных инвестиций технологий, участие в научно-исследовательских проектах, развитие

экспортных каналов сбыта фармацевтической продукции, гармонизация стандартов качества, а также регуляторных требований с международными нормами.

Для наглядной иллюстрации влияния фармацевтических кластеров на региональную экономику предлагается рассмотреть ряд конкретных примеров из российской практики. Калужская область стала одним из пионеров в этой сфере. Кластер в Калужском регионе был создан в 2011 г. и за короткий срок продемонстрировал впечатляющие результаты. В его состав входит более 60 предприятий и организаций, в том числе крупные международные компании. Создано свыше трех тысяч рабочих мест (высокотехнологичные позиции). Ключевыми факторами успеха Калужского кластера стали создание особой экономической зоны «Калуга» с льготным налоговым режимом, развитие образовательной инфраструктуры, формирование технопарка и научно-технологического центра [8]. В состав фармацевтического кластера Санкт-Петербурга и Ленинградской области входят более 100 компаний, в том числе производственные предприятия, научно-исследовательские организации, образовательные учреждения. На предприятиях кластера трудоустроено свыше десяти тысяч сотрудников. Ярославский фармацевтический кластер демонстрирует пример успешного развития в регионе, не имевшем ранее сильных позиций в данной отрасли. Кластер объединяет свыше 40 компаний. Имеет место активная поддержка региональных властей (предоставление налоговых льгот, субсидирование части затрат на создание инфраструктуры). Существует развитая система подготовки кадров, центр трансфера фармацевтических технологий [7].

По итогам характеристики примеров целесообразно обозначить определяющие факторы успеха; они систематизированы на рис. 2.

Опыт российских регионов демонстрирует,

что формирование фармацевтических кластеров становится весьма действенным инструментом диверсификации хозяйства и стимулирования инновационного развития. При этом требуется учитывать специфику каждого региона, адаптировать стратегию развития к местным условиям, а также имеющимся в распоряжении ресурсам.

Выводы

В условиях современности фармацевтические кластеры уместно рассматривать в качестве действенных инструментов стимулирования экономики, в том числе на региональном уровне. Синергетический эффект, возникающий в результате взаимодействия участников кластера, содействует «оживлению», интенсификации инновационной деятельности, притоку финансовых ресурсов, созданию дополнительных вакансий с высокой оплатой. Продуктивное воплощение в жизнь кластерной политики в рассматриваемой отрасли требует продуманного подхода, в рамках которого принимается во внимание специфика региона и рыночная конъюнктура.

Опыт регионов, успешно развивающих фармацевтические кластеры, демонстрирует значительный потенциал данного подхода для диверсификации экономики, повышения конкурентоспособности территорий. Вместе с тем требуется в обязательном порядке учитывать, что создание кластера – это долгосрочный процесс, опирающийся на системную работу и координацию усилий всех заинтересованных сторон.

В условиях глобальных вызовов, которые сопряжены с необходимостью обеспечения лекарственной безопасности и развития импортозамещения в фармацевтической отрасли, роль региональных кластеров как центров инноваций и экономического роста будет возрастать.

Список литературы

1. Есауленко, И.Э. Обоснование эффективности организации кластерных форм фармацевтического бизнеса / И.Э. Есауленко, Т.Н. Петрова, О.В. Судаков, О.Н. Крюкова, А.Ю. Гончаров // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2020. – Т. 19. – № 1. – С. 146–151.
2. Кудрявцева, Т.Ю. Исследование региональных кластеров с использованием информационно-аналитических систем (на примере биофармацевтического кластера) / Т.Ю. Кудрявцева, А.Е. Схведиани // Регионология. – 2020. – Т. 28. – № 1(110). – С. 48–79.

3. Миндлин, Ю.Б. Перспективы развития кластерного подхода в России в условиях санкций / Ю.Б. Миндлин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. – 2024. – № 3. – С. 53–56.
4. Мухамадеев, А.Ф. Направления трансформации фармацевтических кластеров в современной экономике / А.Ф. Мухамадеев // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2023. – № 1-2(95). – С. 34–36.
5. Мухамадеев, А.Ф. Учет экологического и социального измерений функционирования фармацевтических кластеров / А.Ф. Мухамадеев // Экономические науки. – 2022. – № 217. – С. 254–258.
6. Просалова, В.С. Деятельность инновационных фармацевтических кластеров в условиях современных вызовов / В.С. Просалова, А.А. Николаева, Н.А. Осипова // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 11-3. – С. 489–493.
7. Селищев Е.Н. Инновационно-промышленные кластеры и возможности их развития в Ярославском регионе / Е.Н. Селищев // Механизмы информационного обеспечения устойчивого развития экономики. Сборник статей ежегодной региональной межвузовской научно-практической конференции. – М., 2021. – С. 118–125.
8. Субботина, Т.Н. Инвестиционная привлекательность Калужской области: факторы и методики оценки / Т.Н. Субботина // Научное обозрение: теория и практика. – 2020. – Т. 10. – № 8(76). – С. 1600–1614.
9. Фармацевтический рынок России. DSM GROUP [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://dsm.ru/docs/presentations/DSM%20Group%20Итоги%201%20полугодия%202024.pdf>.
10. Черников, С.Ю. Управление инновационной деятельностью в фармацевтических кластерах / С.Ю. Черников, С. Наги, Е.А. Дегтерева // Вестник МИРБИС. – 2022. – № 4(32). – С. 90–99.

References

1. Yesaulenko, I.E. Obosnovaniye effektivnosti organizatsii klasternykh form farmatsevticheskogo biznesa / I.E. Yesaulenko, T.N. Petrova, O.V. Sudakov, O.N. Kryukova, A.YU. Goncharov // Sistemnyy analiz i upravleniye v biomeditsinskikh sistemakh. – 2020. – Т. 19. – № 1. – С. 146–151.
2. Kudryavtseva, T.YU. Issledovaniye regional'nykh klasterov s ispol'zovaniyem informatsionno-analiticheskikh sistem (na primere biofarmatsevticheskogo klastera) / T.YU. Kudryavtseva, A.Ye. Skhvediani // Regionologiya. – 2020. – Т. 28. – № 1(110). – С. 48–79.
3. Mindlin, YU.B. Perspektivy razvitiya klasterного podkhoda v Rossii v usloviyakh sanktsiy / YU.B. Mindlin // Sovremennaya nauka: aktual'nyye problemy teorii i praktiki. Seriya: Ekonomika i pravo. – 2024. – № 3. – С. 53–56.
4. Mukhamadeyev, A.F. Napravleniya transformatsii farmatsevticheskikh klasterov v sovremennoy ekonomike / A.F. Mukhamadeyev // Ekonomika i biznes: teoriya i praktika. – 2023. – № 1-2(95). – С. 34–36.
5. Mukhamadeyev, A.F. Uchet ekologicheskogo i sotsial'nogo izmereniy funktsionirovaniya farmatsevticheskikh klasterov / A.F. Mukhamadeyev // Ekonomicheskiye nauki. – 2022. – № 217. – С. 254–258.
6. Prosalova, V.S. Deyatel'nost' innovatsionnykh farmatsevticheskikh klasterov v usloviyakh sovremennykh vyzovov / V.S. Prosalova, A.A. Nikolayeva, N.A. Osipova // Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava. – 2022. – № 11-3. – С. 489–493.
7. Selishchev Ye.N. Innovatsionno-promyshlennyye klastery i vozmozhnosti ikh razvitiya v Yaroslavskom regione / Ye.N. Selishchev // Mekhanizmy informatsionnogo obespecheniya ustoychivogo razvitiya ekonomiki. Sbornik statey yezhegodnoy regional'noy mezhvuzovskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – М., 2021. – С. 118–125.
8. Subbotina, T.N. Investitsionnaya privlekatel'nost' Kaluzhskoy oblasti: faktory i metodiki otsenki / T.N. Subbotina // Nauchnoye obozreniye: teoriya i praktika. – 2020. – Т. 10. –

№ 8(76). – С. 1600–1614.

9. Farmatsevticheskiy rynek Rossii. DSM GROUP [Electronic resource]. – Access mode : <https://dsm.ru/docs/presentations/DSM%20Group%20Itogi%201%20polugodiya%202024.pdf>.

10. Chernikov, S.YU. Upravleniye innovatsionnoy deyatelnost'yu v farmatsevticheskikh klasterakh / S.YU. Chernikov, S. Nagi, Ye.A. Degtereva // Vestnik MIRBIS. – 2022. – № 4(32). – С. 90–99.

© С.А. Романов, А.В. Прокопьева, И.А. Романов, П.А. Жильцов, И.А. Пожарнов, 2024

UDC 336.7

JIGEER SHAWUYA, E.V. KOROLEVA

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

PHYGITALIZATION OF THE FINANCIAL SECTOR: CASE STUDY OF CHINA

Keywords: financial inclusion; financial services; phygitalization.

Abstract. The relevance of the study is justified by the importance of physical channels for providing financial services despite the active digital transformation of the financial sector. This situation has contributed to the phigitalization of the financial sector – the unification of physical and digital channels for providing financial services to ensure inclusiveness. The study of the interaction and integration of these channels is important for improving the efficiency and accessibility of financial products and services. The purpose of this article is to analyze the current state of development of the financial sector in the context of the phigitalization of services using China as an example. The research hypothesis is based on the assumption that phygitalization of the financial sector contributes to the increase of accessibility and inclusiveness of financial services. The article mainly uses general scientific research methods. The result of the study is an analysis of the features of the development of the financial sector in China, as well as a justification for the need to develop tools for assessing the availability of financial services as a result of their phigitalization at the level of a territorial unit.

Introduction

The financial sector has undergone a substantial shift from physical to digital due to technological advancements. This transformation has altered customer behavior and their interaction with financial services, giving rise to the concept of phygitalization. Today, the financial sector offers services through phygital finance, which integrates both physical and digital channels to

meet consumer needs. Digital finance not only opens opportunities for creating diverse financial services but also introduces new channels for delivering them. Nevertheless, it should be highlighted the differences in consumption habits of financial services between those born before (digital immigrants) and after (digital natives) the technological revolution [1]. Digital natives as the new generation born into the digital age are more likely to use of digital financial services. For digital immigrants, those who learned to use digital technologies at some stage during their adult life, moving from traditional physical finance to digital finance is more challenging. The demand for different types of financial infrastructure by various groups of consumers is a reality. Accenture [2] has revealed that consumers across a wide range of countries continue to favor the accessibility of financial services at physical bank branches.

It is not easy to achieve the financial inclusion by relying only on promoting physical or digital finance. There is a competitive relationship between digital and physical finance. Nevertheless, the massive implementation of digital technology in the financial sphere has accelerated the process of integration of physical and digital finance, which significantly improves the efficiency of offering financial services. Phygitalisation can be defined as the practice of financial institutions using digital technology to precisely deliver personalized financial services to their customers. Taking China as an example, the main reason for the rapid growth of fintech companies in China is the reality that insufficient financial services are being provided by traditional physical finance, especially in terms of financial inclusion. According to the Fintech 100 report by KPMG, Chinese companies account for 10 of the top 100 global fintech companies in 2019 [3]. The implementation of digital technology in the financial sector has made possible to provide financial services to those who are hard to be

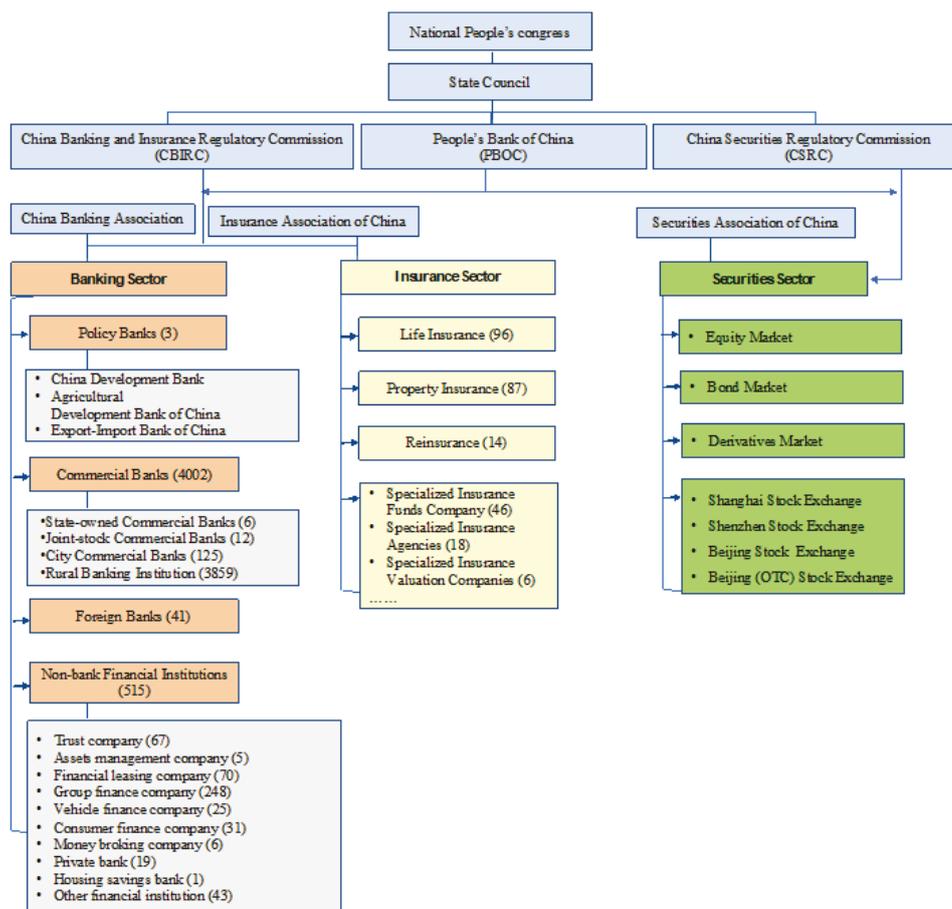


Fig. 1. The structure of China's financial system and its regulatory authorities

served by physical financial infrastructure. Digital finance offers potential solutions for realizing the national strategy of promoting financial inclusion and achieving balanced regional development.

The concept of phygitalisation

Although the terms phygital and phygitalization are widely used in various press reports and academic studies, the term phygitalization lacks academic conceptualization. The term phygital (combining words physical and digital) was coined in 2007 by Chris Weil to describe the inseparable connections between the physical and the digital world [4]. Phygital is a new term that describes the integration of the digital experience with the physical experience. As the types of customer interaction channels expand, companies want to integrate them seamlessly [5]. Phygital fills the gap between the physical and the digital world to bring the best parts of the physical customer experience into the digital reality and vice versa [6].

In the context of digitalization, the term phygital has become more relevant as the marketing industry navigates the rise of new channels for providing goods and services to customers. Information Communication Technologies enable the possibilities for new mixed realities, merging physical and digital resources. Phygital describes how companies try to engage customers through a combination of the virtual and real world [7]. Existing studies define phygitalization as a combination of offline and online methods of providing goods or services to consumers to enhance the customer experience. Phygital is understood as a new type of interactive system in which the digital permeates the physical space and is integrated with the person's experience of perception [8]. Wided Batat (2022) proposed the concept of phygital customer experience (PH-CX), which suggests basic managerial practices for managers to develop compelling customer experiences [9].

The term phygital lacks a clear definition

and offers several interpretations. This conceptual vagueness complicates academic discourse on the opportunities and limits of the phygital phenomenon and its transformation [10]. Based on the literature review, we conclude that phygital is more than just a combination of two words physical and digital. Phygital is a comprehensive framework of supply and demand, which can be considered as a collection of physical and digital channels to provide a unified, customized, and efficient consumer experience. In the context of phygitalization, businesses aim to create a seamless and integrated experience that synchronizes the advantages of both physical and digital mediums.

Phygitalization as the main feature of financial sector: case of China

China's financial industry consists of intermediaries engaged in finance-related activities and markets where investments take place. Major participants in China's financial sector include the banking sector, the insurance sector, and the securities market. Fig. 1 illustrates the structure of China's financial system, which includes the financial regulatory authorities (People's bank of China or the Central bank of China, China Banking and Insurance Regulatory Commission, China Securities Regulatory Commission and Self-regulatory organizations) and the main financial service providers (the banking sector, the insurance sector, and the securities sector).

According to the statistics from CBIRC, there were 4561 banking and non-banking institutions in the country on June 30, 2023. Banking institutions include 6 state-owned large commercial banks, 12 joint-stock commercial banks, 125 city commercial banks, 3859 rural banking institutions, as well as 515 non-banking financial institutions, such as trust companies, asset management companies, financial leasing companies, etc. [11]. According to the statistics available from the Insurance Association of China, there were 352 insurance organizations, which include: 13 insurance group (holding) companies, 87 property insurance companies, 96 life insurance companies, 14 reinsurance companies, 70 insurance intermediaries, and other insurance related organizations on December 31, 2023 [12]. China's securities market includes the market for the issuance and trading of various securities such as stocks, bonds, securities investment funds, and financial derivatives. China's major financial

markets include the Shanghai Stock Exchange, Shenzhen Stock Exchange, Beijing Stock Exchange, and Beijing (OTC) Stock Exchange. According to the data released by the Exchanges, by the end of 2022, there were 5,079 listed companies in China. According to Wind statistics, by the end of 2022, the size of China's bonds reached 141.34 trillion yuan [13].

The essence of financial intermediation is to connect the supply and demand of funds and to realize the conversion of maturity, scale, and risk. Digital technology generally refers to the technology of computing, processing, storing, transmitting, disseminating, and restoring data. China has witnessed the rapid development of digital technologies such as big data, artificial intelligence, and cloud computing in recent years. The continuous integration of these digital technologies with financial practices has profoundly impacted China's traditional financial institutions and financial markets while giving rise to emerging digital financial practices and improving the efficiency of providing financial services to the public.

The financial sector has witnessed a significant transformation due to technological development from physical to phygital and changing customer behavior towards financial services, leading to the adoption of phygitalization. This combination of digital and physical channels aims to give a consistent experience to customers [14]. China's experience in the development of phygitalization of financial sector by combining traditional and digital channels is of great significance in realizing the goal of inclusive finance, and it is a very important reference for other developing countries, where traditional financial institutions are the main pillar of the financial industry, in realizing the goal of inclusive finance.

The goal of implementing the phygitalization approach into business is to enhance customer experience, create unique experiences, and offer more convenience and personalization. Phygitalization in financial sector can take various forms depending on the nature of the business and the behavior of its customers. Phygitalization of financial services refers to the blending of physical and digital experiences in the financial sector. From the perspective of providing financial services, phygitalization might involve a combination of providing the financial service via online financial services and physical branches. Phygitalization can provide several benefits to

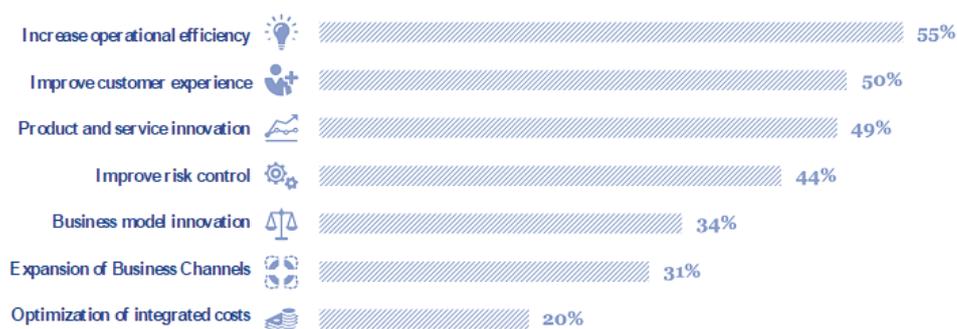


Fig. 2. Impacts of fintech on the traditional financial institutions [15]

both financial institutions and their customers. For financial institutions, it can help reduce operating costs, reach more customers, and provide more personalized services. For customers, it can offer greater convenience, personalized service, and a more satisfied experience.

In recent years, China's financial industry has been transforming from “IT + Finance” to “Internet + Finance” to “Intelligent Finance”, and the efficiency and quality of financial services have been continuously improved. During this process of transformation, new competitors such as fintech companies have entered the financial market, which has challenged the traditional financial intermediaries, however, at the same time; traditional financial institutions have implemented fintech to their business process [15]. PWC's survey report shows that the rapid development of technology has not only changed the front-end business such as marketing and customer acquisition but is also driving changes in the middle and back-end such as product designing, risk monitoring and business compliance. PWC's report surveyed respondents from traditional financial institutions regarding the impact of fintech on the traditional financial intermediaries. According to the survey results illustrated as figure 2, the main impacts of FinTech on the traditional financial institutions are: “increase operational efficiency” (55 %), “improve customer experience” (50 %), “product and service innovation” (49 %), “improve risk control” (44 %) and “business model innovation” (34 %).

Traditional financial institutions are continuously increasing their investment in and deepening their adoption of digital technologies. Despite the deep integration of technology into all areas of financial services, the focus of banks, insurance, asset management and other industry

segments in applying digital technologies is different, which is inextricably linked to the characteristics of these industry segments themselves. The banking sector prioritizes the achievements of digital technology implementation. Currently, China's commercial banks are inclined to cooperate with fintech companies, and banks focus on promoting their own technological capacity via cooperation. The most frequent cooperation between commercial banks and fintech companies has been in the field of anti-fraud, encryption, risk control etc. The utilization of fintech in insurance companies is mainly in the field of reducing operational costs. Collaboration between the insurance and fintech companies involves various aspects of operations, as well as marketing and sales, product development, customer management and personalized pricing. The cooperation between the asset and investment management companies and fintech companies is mainly based on three aspects: online customer acquisition platforms or portals, intelligent investment consulting, and customer profiling based on big data. The utilization of digital technology has given customers a diverse range of accessibility to financial service.

The relevance of developing the tool for measuring the phygitalization of financial sector

At present, most of the financial institutions have been actively promoting digital transformation: (a) traditional financial institutions have taken the initiative to use digital technology to realize digital and intelligent transformation in terms of service paradigm, channel innovation, technological empowerment and ecological construction; (b) traditional financial institutions have taken the initiative to learn from some of the

Table 1. Indicators for measuring the development of China's financial sector

Index	Organization	Main components	Availability
Internet Finance Development Index	Peking University	Internet payment, Internet money fund, Internet credit, Internet insurance, Internet investment, wealth management, and Internet credit	Available
Financial Technology Development Index	Beijing FinTech Industry Alliance	"Strategic development of fintech", "rational application of fintech", "enhancement of the quality and efficiency of financial services", and "foundation and support of fintech"	Not available
China Intelligent Finance Development Index	China Finance 40 Forum	Depth of intelligent finance development, performance, environment, and evaluation	Not available
Digital Financial Inclusion Index of China	Peking University	Breadth of digital finance coverage, the depth of digital finance usage, and the degree of digitalization of financial inclusion	Available

business methods of digital finance to improve financial services. For example, learning big data risk control methods based on digital technology and combining them with traditional risk control models to improve the efficiency of risk control; (c) financial regulators actively responding to some of the new issues arising from the development of digital finance and balancing the equilibrium between financial innovation and financial stability. The combination of traditional and digital financial channels plays to each other's strengths, and together they can realize the accessibility of financial services and improve the user experience in all aspects.

It is worth pointing out that despite the rapid progress made in recent years in China in the integration of digital technology and financial activities, the digital transformation of Chinese financial institutions still faces several challenges, especially the imbalance of development between regions is an existing practical problem. Financial development depends to a certain extent on the degree of development of the region's physical and digital infrastructure. At present, the government authorities and researchers have focus on measuring the level of development of Internet finance, the digital finance, and inclusive finance. There are no published indicators for measuring the phygitalization level of China's financial sector. Table 1 shows the current existing indicators for measuring the development of China's financial sector.

The Internet Finance Research Center of Peking University collaborated with the Shanghai

Institute of New Finance and Ant Group, compiled a set of "Peking University Internet Finance Development Index" in 2016. The index is based on data from Ant Group, as well as other representative Internet financial enterprises or third-party organizations such as Zhongan Insurance, Mimo Gold Service, Fun Staging, People's Bank of China, and Zero-One Finance. Researchers have categorized Internet financial businesses into six segments according to their attributes – payment, money fund, credit, insurance, investment, wealth management, and credit. The researchers also synthesized development indices for each business segments and aggregated them into a total index and regional sub-index reflecting the overall development of Internet finance.

In January 2023, Beijing FinTech Industry Alliance released the Financial Technology Development Index (FTDI) Report (2019–2021). The report comprehensively summarizes the fintech development of 31 provinces (autonomous regions and municipalities) and 212 major commercial banks across the country, and systematically demonstrates China's fintech development trend from 2019 to 2021 to provide useful references for different regions and financial institutions to review their developmental highlights and shortcomings, and to seek for solutions for existing problems. The index selects four primary metrics, including "strategic development of fintech", "rational application of fintech", "enhancement of the quality and efficiency of financial services", and "foundation and support of fintech". The strategic development of fintech reflects the degree

of overall planning and protection of fintech development by each institution, which is mainly examined from the aspects of capital investment and talent reserve. Rational application of financial technology reflects the application level of financial technology of each institution. Enhancing the quality and efficiency of financial services reflects the ability of each institution to reduce costs and increase efficiency through fintech, mainly evaluating the ability of omni-channel services, the level of cost-effectiveness and the ability to expand external cooperation. Foundation and support of financial technology reflects the basic research and innovation capabilities of institutions in technology research, standardization and patent declaration related to financial technology. It mainly evaluates the intellectual property rights related to fintech [16]. However, this index is not yet publicly available for the general public in open resources.

On September 1, 2021, the China Finance 40 Forum (CF40, an unofficial, non-profit professional think tank focusing on policy research in the economic and financial fields) released the “CF40 China Intelligent Finance Development Report 2020”. In the Report, the “China Intelligent Finance Development Index” was released. The index consists of four aspects: depth of intelligent finance development, performance, environment, and evaluation. The full text of report and detailed information about the composition of the index are not available in existing public academic resources. However, an overview of the main contents of the report can be found in reports on various Chinese government websites and press releases of the China Financial Forty (CF40). Based on the description of the report's findings, in terms of the depth of intelligent finance development in each financial sector in China, the securities sector has better performance than the banking and insurance sector. In terms of the development performance of intelligent finance, the achievements of the insurance sector are more remarkable. From the viewpoint of intelligent financial environment, there is not much difference between different financial sectors. In terms of intelligent financial service and evaluation, the insurance industry has better integration, recognition, and satisfaction. By further analyzing the indicators at province level, the Report draws the following conclusions: there are large differences in the level of intelligent financial development between regions, with a few provinces and cities pulling

up the national average. The level of regional intelligent financial development is positively correlated with the overall level of regional economic development. Regions with a better level of economic development tend to have the industrial foundation, technological infrastructure and talent reserves needed for intelligent financial development, as well as higher consumer financial literacy and acceptance of emerging financial technologies [17].

Another representative index is “The Peking University Digital Financial Inclusion Index of China (PKU_DFIIIC)”. Since 2016, a research team from Peking University Digital Finance Research Center and Ant Group Research Institute has developed the PKU_DFIIIC by using Ant Group's database. The index is designed to measure the breadth of digital finance coverage, the depth of digital finance usage, and the degree of digitalization of financial inclusion. The index includes three-level subsets: subindex for 31 provinces (centrally administered municipalities and autonomous regions), 337 cities (regions, autonomous prefectures, leagues, etc.), and about 2,800 counties (county-level cities, municipal districts, etc.) in mainland China [18]. PKU_DFIIIC has become the most widely cited index in the current empirical studies on digitization of finance and financial inclusion in China.

As mentioned before, there are no published indicators for measuring the phygitalization level of China's financial sector. At present, the development of the financial sector in various China's regions (i.e., provinces) is unbalanced, which is to a large extent caused by the disparity in the development of financial infrastructure (including traditional physical infrastructure and modern digital infrastructure) and the unbalanced allocation of financial resources. In developed regions, financial infrastructure is well developed, and financial resources are concentrated, which leads to a high level of accessibility of financial service. While people in less developed regions still do not have sufficient access to financial services. This imbalance in the allocation of financial resources has led to socio-economic issues such as the concentration of financing and the increase in the gap between the developed and underdeveloped regions. This is the main reason why China proposed the inclusive financial development action in 2016. Financial inclusion emphasizes that the individuals have access to affordable financial products and services that meet

their needs delivered in a sustainable way.

Guo Feng and Wang Yaopei [19] examined the impact of physical financial infrastructure and the education level of households on the use of digital finance based on the data obtained from a survey conducted by the Shanghai University of Finance and Economics in 2015. The empirical result shows a positive correlation between the traditional finance and digital finance, users with high frequency of using offline financial services from traditional financial institutions are more likely to use digital finance. Another conclusion is that the level of education has a positive effect on digital finance. The higher the level of education is, the higher the likelihood of using digital finance is. Researchers believe that digital finance is a complement to traditional finance and a major safeguard for the realization of access to financial services for all, but it is hardly realistic to rely on digital finance alone to realize the availability of financial services in rural areas, leaving aside traditional finance. It can be concluded that digital finance is complementary to traditional finance and is a major guarantee for the realization of access to financial services for all. It is not practically realistic to rely on only digital finance to realize the accessibility of financial services especially in underdeveloped regions, without providing any traditional physical finance.

From the perspective of supply, digital finance can overcome obstacles such as geographical barriers and can make it possible for people in geographically remote areas to access financial services. However, from the perspective of demand, there are certain barriers to get involved in digital finance, which require consumers to have the support of digital infrastructure and to have mastered the skills of using digital technologies [20]. Lack of basic practical skills may prevent effective use of digital finance. For digital immigrants those who learnt to use digital technologies at some stage during their adult life, moving from traditional physical finance to digital finance is more challenging. For digital natives as the new generation born into the digital age, they are relatively more experienced in digital practices in various fields, and thus the more likely they are to favor the use of digital financial services. According to Guo Feng and Wang Yaopei [19], 42 % of respondents who do not use digital finance do so because they "do not understand", 30 % because they "do not know how to use it", 17 % because they "do not have the conditions", "do not

know how to use it", and "do not know how to use it". The proportion of "don't understand" and "can't use" options exceeds 70 %, indicating that the popularization of digital finance is hindered by the existence of thresholds for use. Increasing financial literacy and developing digital infrastructure are important ways to reduce digital financial exclusion.

Conclusion

Although digital finance can overcome geographical barriers and provide financial services at low cost in geographically distant areas with low population density and low density of economic activity, it is not so easy for people to access these contemporary digital financial services, and there are certain thresholds and barriers. The universality of digital finance has not yet reached the desired level, and it is difficult to realize financial inclusion by relying only on the promotion of digital finance or just physical finance. In the process of promoting the development of digital finance, the development of digital infrastructure also needs to ensure the availability of traditional physical financial services, which is of practical significance for the realization of the accessibility of financial services. In this context, it is of theoretical significance and practical relevance to establish a set of indicators that can measure the level of phygitalization of financial sector in China. Therefore, the future direction of the authors' research is to develop a set of indicators that can measure the level of phygitalization of finance, to supplement the theoretical gap and to provide a practical implementation for decision-making from the perspective of regional economic management. Although digital finance can overcome geographical barriers and provide financial services at low cost in geographically distant areas with low population density and low density of economic activity, it is not so easy for people to access these contemporary digital financial services, and there are certain thresholds and barriers. The universality of digital finance has not yet reached the desired level, and it is difficult to realize financial inclusion by relying only on the promotion of digital finance or just physical finance. In the process of promoting the development of digital finance, the development of digital infrastructure also needs to ensure the availability of traditional physical financial services, which is of practical significance for the realization of the accessibility

of financial services. In this context, it is of theoretical significance and practical relevance to establish a set of indicators that can measure the level of phygitalization of financial sector in China. Therefore, the future direction of the authors'

research is to develop a set of indicators that can measure the level of phygitalization of finance, to supplement the theoretical gap and to provide a practical implementation for decision-making from the perspective of regional economic management.

Список литературы

1. Koroleva, E. Attitude towards using fintech services: Digital immigrants versus digital natives / E. Koroleva // *International Journal of Innovation and Technology Management*. – 2022. – Vol. 19. – No. 08. – P. 2250029.
2. Accenture. Banking Consumer Study: Reignite human connections [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.accenture.com/us-en/insights/banking/consumer-study-banking-reignite-human-connections>.
3. KPMG. Fintech100 Report [Electronic resource]. – Access mode : <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/tw/pdf/2019/11/tw-2019-fintech-100.pdf>.
4. Cennamo, C. Phygital transformation: Components, challenges and prospects / C. Cennamo, G.B. Dagnino, A. Di Minin // *Special Issue of the Journal R&D Management*. – 2022.
5. TechTarget. What is phygital? [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.techtarget.com/searchcustomerexperience/definition/phygital>.
6. GIOSG. What is Phygital? Here are 4 Spot-On Industry Examples for 2024 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.giosg.com/blog/what-is-phygital>.
7. Ballina, F.J. The Phygital experience in the smart tourism destination / F.J. Ballina, L. Valdes, E. Del Valle // *International Journal of Tourism Cities*. – 2019. – Vol. 5. – No. 4. – P. 656–671.
8. Generation Z and Its Value Transformations: Digital Reality Vs. Phygital Interaction / I. Tolstikova, O. Ignatjeva, K. Kondratenko, A. Pletnev // *Communications in Computer and Information Science*. – 2020. – Vol. 1242. – P. 47–60.
9. Batat, W. What does phygital really mean? A conceptual introduction to the phygital customer experience (PH-CX) framework / W. Batat // *Journal of Strategic Marketing*, 2022. – P. 1–24.
10. Mele, C. The phygital transformation: a systematic review and a research agenda / C. Mele [et al.]. // *Italian Journal of Marketing*. – 2023. – Vol. 2023. – No. 3. – P. 323–349.
11. CBIRC. List of Legal Entities of Banking Financial Institutions (as at the end of June 2023) [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.cbirc.gov.cn/branch//view/pages/common/ItemDetail.html?docId=1125015&itemId=863>.
12. Insurance Association of China. Numbers of institutions [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.iachina.cn/col/col19/index.html>.
13. China Lianhe Credit Rating Co, Ltd. Securities Industry Analysis 2023 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.lhratings.com/lock/research/f4a89bc3734>.
14. Sharma, A. Future Analysis of Phygitalisation for Financial Services in India / A. Sharma, R. Kumari // *The Sustainable Fintech Revolution: Building a Greener Future for Finance*. – IGI Global, 2023. – P. 101–113.
15. PWC, China Fintech Survey Report (2018) [Electronic resource]. – Access mode : https://www.sohu.com/a/253053366_100065989.
16. Beijing FinTech Industry Alliance. Sharing of the results of the “FinTech Development Index (FTDI) Report (2019-2021)” [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.bfia.org.cn/sites/home/MsgView.jsp?msgId=28661>.
17. AITR, Monthly Report on Artificial Intelligence Development (September 2021) [Electronic resource]. – Access mode : <https://static.aminer.cn/misc/pdf/ZPAI-21-Monthly9.pdf>.
18. Guo, F. Measurement of China’s Digital Inclusive Financial Development: Index Compilation and Spatial Features / F. Guo [et al.]. // *China Economic Quarterly*. – 2019. – Vol. 19. – P. 1401–1418.
19. Feng, G. Traditional Financial Basis, Knowledge Threshold and Digital Finance for Farmers / G. Feng, W. Yaopei // *Journal of Finance and Economics*. – 2020. – Vol. 46. – No. 01. – P. 19–33.
20. Цифровая трансформация финансового сектора экономики / Н.М. Касумова, П.А. Ши-

ков, Э.Э. Искендерли, А.М. Касумов // Глобальный научный потенциал. – 2024. – № 5(158). – С. 333–339.

References

20. Tsifrovaya transformatsiya finansovogo sektora ekonomiki / N.M. Kasumova, P.A. Shikov, E.E. Iskenderli, A.M. Kasumov // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2024. – № 5(158). – S. 333–339.

© Jigeer Shawuya, E.V. Koroleva, 2024

УДК 336.648

*Е.Н. КРАВЧЕНКО, Е.А. КРАВЧЕНКО, Е.А. РАДИОНОВА**Волгоградский филиал ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», г. Волгоград*

ИНСТРУМЕНТЫ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКИ СУБЪЕКТОВ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РАМКАХ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ ЭКОСИСТЕМЫ МСП

Ключевые слова: государственная поддержка; предпринимательство; цифровая платформа МСП; финансирование МСП; эффективный цифровой инструмент.

Аннотация. В процессе проведенного исследования были рассмотрены меры государственной поддержки бизнеса в России, возможности цифровой платформы малого и среднего предпринимательства (МСП), направленные в первую очередь на оказание им финансовой поддержки. Проведен анализ таких финансовых инструментов, как кредиты, которые дают возможность предпринимателям развивать свой бизнес и реализовывать новые проекты. Целью исследования является оценка применения финансовых инструментов, которые позволят обеспечить долгосрочный успех и процветание экономики, а также гарантировать национальную безопасность. Результаты исследования подтвердили гипотезу о взаимосвязи развития МСП и государственной финансовой поддержки. Исследование проведено с использованием таких научных методов, как анализ, синтез, и показывает тенденцию роста результатов деятельности субъектов МСП с усилением господдержки.

Для развития экономики региона важное значение имеют субъекты малого и среднего предпринимательства, так как являются основными налогоплательщиками, формирующими региональный и местный бюджеты, создают рабочие места.

В современных условиях нестабильной экономики в первую очередь за счет влияния экономических санкций и других внешних и внутренних факторов субъекты малого и среднего предпринимательства своевременно реагируют на изменение рыночной конъюнктуры, что позволяет достаточно быстро адаптировать бизнес в кризисных условиях.

Интерес государства к МСП исходит из того, что они играют ключевую роль в структуре экономики страны, а также деятельность такого бизнеса связана с интеграцией с различными сферами жизни, инновациями, внедрением новых технологий, накоплением капитала и его распределением между участниками рынка, а также формированием бизнес-среды, которая позволит раскрыть индивидуальные способности предпринимателей, задействовать в экономике страны или региона больше квалифицированных специалистов.

Развитие МСП играет важную роль в этой ситуации, поскольку оно обладает рядом преимуществ перед крупным бизнесом: гибкостью, возможностью быстрой адаптации к изменениям на рынке, лучшим пониманием потребностей потребителей, способностью внедрять инновации и создавать новые продукты и технологии.

С точки зрения государства МСП является мощным инструментом для создания новых рабочих мест, повышения деловой активности в регионах и развития их экономики.

Поставленные задачи перед Правительством РФ, а также всероссийский тренд на цифровизацию экономики побудил их на про-



Рис. 1. Динамика объема кредитов, предоставленных субъектам МСП, млн руб.



Рис. 2. Динамика среднего размера кредита субъектам МСП, млн руб.

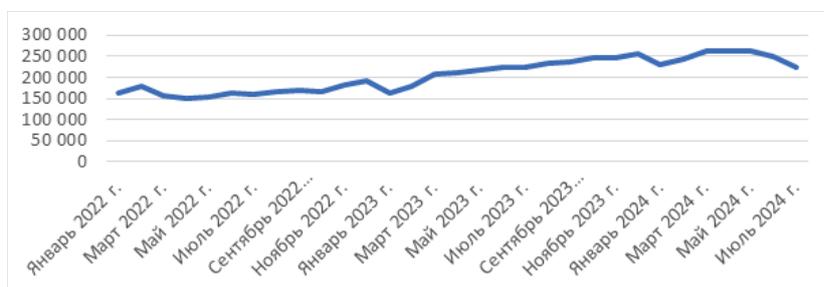


Рис. 3. Динамика количества субъектов МСП, получивших кредит в отчетном месяце, ед. [3]

ведение эксперимента по цифровой трансформации предоставления услуг, мер поддержки и сервисов в целях развития малого и среднего предпринимательства, регламентированный Постановлением от 21 декабря 2021 г. № 2 371 [1], позволяющим получить предпринимателям все доступные на государственном уровне меры поддержки.

Нехватка финансирования МСП обусловлена малыми масштабами, поэтому основной вектор государственных программ нацелен на выдачу кредитов.

Согласно данным статистического бюл-

летеня ЦБ РФ в июле 2024 г. объем кредитов, предоставленных субъектам малого и среднего предпринимательства, увеличился по сравнению с январем 2022 г. (801 529 млн руб.) в 1,75 раза и составил 1 378 978 млн рублей. Однако этот показатель с 2022 г. имел наибольшее значение в мае 2024 г. и составил 1 959 837 млн руб., а наименьшее – в январе 2024 г., что наглядно представлено на рис. 1 [3].

Немаловажным являются количество выданных кредитов и их средняя величина, так как это свидетельствует о возможностях по по-

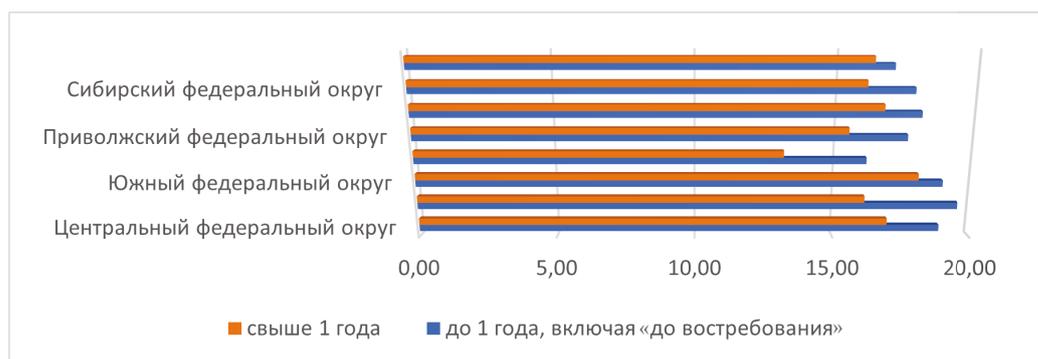


Рис. 4. Средневзвешенные процентные ставки по кредитам в рублях, предоставленные нефинансовым организациям-субъектам МСП, июль 2024 г., % годовых [3]

лучению кредита, направленных на развитие или поддержание бизнеса со снижением бюрократических преград, регулируемых на государственном уровне.

Средний размер кредита, предоставленного заемщику, субъекту МСП, в июле 2024 г. составил 5,3 млн руб., что больше значения января 2022 г. на 0,9 млн руб. и на 0,8 млн руб. ниже показателя декабря 2023 г. (рис. 2).

Изменение количества субъектов МСП показывает небольшое снижение с февраля 2022 г., которое связано с проведением специальной военной операции (СВО). Но разработка Правительством мер по поддержанию малого бизнеса и четкое выполнение требований всеми участниками кредитного процесса показывают рост количества предоставленных кредитов, которое на июль 2024 г. составило 223 943 и показало рост в 1,37 раза с началом 2022 г. (рис. 3).

Стоимость привлеченных финансовых ресурсов имеет немаловажное значение для любого хозяйствующего субъекта, величина которого связана с размером процентной ставки по кредитам. Для обобщения данной информации используем размер средневзвешенной процентной ставки, представленной по федеральным округам в разрезе кредитов сроком до одного года, выдаваемым на пополнение оборотных средств, и свыше одного года.

Эти показатели характеризуют доступность кредитных средств, и, например, по Южному федеральному округу средневзвешенная процентная ставка за июль 2024 г. показала наибольшее значение (18,9), что связано в первую очередь с развитием таких крупных регионов, как Краснодарский и Ставропольский край,

Ростовская область, как на период до одного года, так и свыше. Наименьшее значение имеет показатель по Северо-Кавказскому федеральному округу, так как входящие в него многие территории являются дотационными (рис. 4).

Тем не менее программы ЦБ РФ по поддержке кредитования малого и среднего бизнеса, дополняя государственные программы, помогают в стимулировании кредитования. Так как ЦБ РФ совместно с «Корпорацией МСП» предоставляют различные степени мер поддержки и их пересечение в методах (в частности условия предоставления кредитов и реструктуризации задолженности), укрупняются программы поддержки для малого и среднего предпринимательства.

Разработанная экосистема МСП имеет несколько особенностей, которые делают ее эффективным цифровым инструментом поддержки в рамках государственной программы развития малого и среднего предпринимательства.

К этим особенностям в первую очередь следует отнести возможность цифровой платформы при обращении предпринимателей самостоятельно выбрать и предложить те меры поддержки, которые наиболее подходят для открытия или ведения определенного вида деятельности. Это возможно с применением специального алгоритма, позволяющего платформе выполнить оценку цифрового профиля бизнеса, и на этой основе подобрать актуальные для данного предпринимателя меры по поддержке бизнеса.

Использование экосистемы «Мой бизнес» позволило в 2023 г. субъектам МСП

привлечь 528 млрд руб. в рамках программ поддержки МСП. На долю работающих в различных сферах экономики пришлось 38,5 % или 203,3 млрд руб. [4].

Следует отметить, что в 2024 г. субъекты малого и среднего предпринимательства получили по программам льготного кредитного, лизингового и гарантийного финансирования в рамках федеральной программы поддержки МСП 692 млрд руб., что повлияло на качественное изменение состава субъектов МСП: количество компаний среднего бизнеса выросло до 20 800. Но следует отметить, что все-таки большая часть получивших финансовую поддержку, а это около 70 %, относится к малому бизнесу. На долю микро- и малых предприятий пришлось более 10 млрд руб.

Только за текущий период 2024 г. об-

ращение предпринимателей к возможностям сервиса цифровой платформы позволило получить онлайн более 5,4 млрд руб. при общей сумме микрозаймов, выданных государственными микрофинансовыми организациями, более 26 млрд руб. Следует отметить, что выдача микрозаймов, привлеченных через экосистему, составила на срок до 2,6 года под 7,3 % и средней суммой микрозайма 2,4 млн руб. [4].

Таким образом, разработанная экосистема МСП служит важным цифровым инструментом поддержки в рамках государственной программы развития малого и среднего бизнеса. Она предоставляет предпринимателям доступ к ресурсам и инструментам, способствующим успешному развитию их предприятий, что представлено данными.

Список литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 декабря 2021 № 2371 «О проведении эксперимента по цифровой трансформации предоставления услуг, мер поддержки и сервисов в целях развития МСП» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://msp.pf/local/templates/extranet/docs/digital>.
2. Малышева, Е.Н. Возможности поддержки субъектов малого бизнеса в условиях развития цифровой экосистемы: проблемы и перспективы развития / Е.Н. Малышева, Е.Н. Кравченко, Е.А. Кравченко // Актуальные проблемы предпринимательства в торговле в условиях цифровой экономики : Материалы Международной научно-практической конференции в рамках Всемирной недели предпринимательства, Москва, 15–16 ноября 2023 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 2024. – С. 12–16.
3. Статистический бюллетень Банка России «Кредитование субъектов малого и среднего предпринимательства» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://cbr.ru/Collection/Collection/File/49021/stat_bulletin.
4. Цифровая платформа МСП – государственная платформа поддержки предпринимателей и тех, кто планирует начать свой бизнес [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mbnso.ru/news/o-tsifrovoy-platforme-msp-rf>.

References

1. Postanovleniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 21 dekabrya 2021 № 2371 «O provedenii eksperimenta po tsifrovoy transformatsii predostavleniya uslug, mer podderzhki i servisov v tselyakh razvitiya MSP» [Electronic resource]. – Access mode : <https://msp.rf/local/templates/extranet/docs/digital>.
2. Malysheva, Ye.N. Vozmozhnosti podderzhki sub'yektov malogo biznesa v usloviyakh razvitiya tsifrovoy ekosistemy: problemy i perspektivy razvitiya / Ye.N. Malysheva, Ye.N. Kravchenko, Ye.A. Kravchenko // Aktual'nyye problemy predprinimatel'stva v trgovle v usloviyakh tsifrovoy ekonomiki : Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v ramkakh Vsemirnoy nedeli predprinimatel'stva, Moskva, 15–16 noyabrya 2023 goda. – M. : Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Rusayns», 2024. – S. 12–16.
3. Statisticheskii byulleten' Banka Rossii «Kreditovaniye sub'yektov malogo i srednego

predprinimatel'stva» [Electronic resource]. – Access mode : https://cbr.ru/Collection/Collection/File/49021/stat_bulletin.

4. Tsifrovaya platforma MSP – gosudarstvennaya platforma podderzhki predprinimateley i tekhnologiy, kto planiruyet nachat' svoy biznes [Electronic resource]. – Access mode : <https://mbnso.ru/news/o-tsifrovoy-platfome-msp-rf>.

© Е.Н. Кравченко, Е.А. Кравченко, Е.А. Радионова, 2024

УДК 351

А.С. ХЛЫНОВ, Д.Н. ЛЕОНТЬЕВ

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

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРАКТИКИ ПОДДЕРЖКИ НЕКОММЕРЧЕСКОГО СЕКТОРА В РОССИИ: ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Ключевые слова: государственная поддержка некоммерческих организаций; некоммерческие организации (НКО); рейтинг «Регион-НКО»; социально ориентированные НКО; третий сектор.

Аннотация. В данной статье исследуются меры региональной поддержки развития третьего сектора в различных субъектах Российской Федерации. Цель исследования – проанализировать региональные практики поддержки некоммерческого сектора. Задачи исследования: определить регионы-лидеры по уровню поддержки некоммерческого сектора, проанализировать реализуемые в регионах-лидерах механизмы поддержки некоммерческих организаций, сформулировать рекомендации по распространению наиболее успешных региональных практик в масштабе страны. Гипотеза исследования состоит в наличии взаимосвязи реализуемых на региональном уровне методик содействия развитию НКО и показателей рейтинга «Регион-НКО» за 2023 г. Методы исследования включают в себя традиционные технологии сбора и анализа информации, обработки статистических данных. Используются качественные методы, применяемые в современных исследованиях: сравнение, анализ официальной статистики. Количественным образом анализировались данные рейтингов и аналитики. В качестве вывода сформулированы рекомендации по распространению накопленного регионами опыта в общероссийском масштабе.

В настоящий момент значение третьего сектора для различных отраслей экономики и об-

щества в целом неуклонно возрастает. В ноябре 2023 г. Минюст России спрогнозировал рост новых НКО в стране в ближайшие годы [1]. В то же время в Российской Федерации возрастает уровень регионального неравенства по факторам, связанным с развитием некоммерческого сектора, что демонстрирует рейтинг «Регион-НКО» за 2023 г. В этой связи исследования региональных различий в применении практик содействия развитию некоммерческих организаций приобретает особую актуальность.

В настоящее время различные виды государственной поддержки организаций, действующих в рамках «третьего сектора», непрерывно совершенствуются и претерпевают существенные трансформации. Ввиду продолжающегося развития некоммерческого сектора в целом, расширения сфер деятельности негосударственных организаций различного профиля улучшение эффективности государственного управления в отношении таких субъектов приобретает особую актуальность.

Наиболее высокое значение зачастую имеют практики, применяемые органами государственной власти на региональном уровне. Во многих случаях профильные органы власти на уровне субъектов РФ становятся инициаторами комплексной поддержки некоммерческих организаций разного профиля и достаточно эффективно реализуют меры по развитию институтов некоммерческого сектора.

Тем не менее одной из ключевых проблем государственной поддержки НКО остается отсутствие единого (системного) подхода к совершенствованию технологий развития таких организаций. Это касается как форм финанси-

рования, так и определенных административных, организационных методик содействия. В связи с этим в данной статье предпринимается попытка обобщения лучших региональных практик развития институтов некоммерческого сектора, а также формирования соответствующих рекомендаций по расширению и унификации таких усилий на различных уровнях.

Ежегодно Общественной палатой Российской Федерации совместно с аналитическим агентством *RAEX* публикуется сводный рейтинг субъектов РФ по уровню развития поддержки организаций некоммерческого сектора «Регион-НКО». Последние данные (за 2023 г.) показывают, что ряд регионов страны прочно вошел в число лидеров по нескольким показателям и с каждым годом лишь укрепляет свои позиции в итоговом рейтинге [3]. В связи с этим представляется актуальным проведение анализа тех практик, которые предлагают регионы-лидеры, в целях формирования понимания о том, какие технологии на региональном уровне в настоящее время являются наиболее эффективными и доказали свою целесообразность на протяжении нескольких лет.

Традиционно первую строчку занимает Москва как регион с наиболее высокими показателями анализируемых факторов (экономическая значимость НКО, устойчивость их существования, активность деятельности НКО, поддержка некоммерческих организаций регионом, доступность информации о такой поддержке, значимость социально ориентированных некоммерческих организаций (СО НКО) и т.д.). Обращаясь к опыту Москвы, следует подчеркнуть многофакторность реализуемых методик помощи некоммерческим организациям. Согласно данным Департамента труда и социальной защиты населения Москвы в структуру поддержки входят содействие общественным инициативам, помощь благотворительным организациям, инфраструктурная поддержка НКО, предоставление услуг профильного информационного агентства [2].

Необходимо отметить, что большинство перечисленных мер комплексного содействия предоставляется некоммерческим организациям на бесплатной основе, что, в свою очередь, снижает степень финансовой нагрузки на НКО. Ввиду особой важности экономических вопросов эффективного функционирования организа-

ций, которые не ставят своей целью получение прибыли в процессе собственной деятельности, упомянутое условие может положительно влиять на показатель экономической эффективности НКО в целом.

Высокие позиции в рейтинге «Регион-НКО» на протяжении нескольких лет занимает и Республика Татарстан. По данным за 2023 г. Татарстан в сводной таблице уступает лишь Москве. Обращаясь к опыту Татарстана, необходимо подчеркнуть высокое значение деятельности регионального министерства экономики. По данным официального интернет-портала упомянутого органа поддержка НКО в регионе отличается поэтапностью, что, в свою очередь, демонстрируют разработанные на региональном уровне методические материалы для НКО [5].

Указанные материалы отражают полный спектр вопросов и трудностей, с которыми могут столкнуться некоммерческие организации в процессе своего создания и последующей деятельности: от регистрации НКО в качестве юридического лица до успешной реализации собственных проектов и инициатив. Подобный подход имеет высокую степень влияния на показатели устойчивости функционирования НКО, отражающие способность таких организаций стабильно и эффективно работать в рамках своего профиля и в меньшей степени подвергаться риску закрытия в начальные периоды развертывания деятельности.

Еще одним регионом-лидером по уровню региональной поддержки третьего сектора является Вологодская область. Несмотря на то, что данный регион отличается весьма низким показателем экономической эффективности НКО, высокие значения приобретает фактор значимости ресурсных центров для социально ориентированных некоммерческих организаций.

В Вологодской области функционирует Ресурсный центр поддержки СО НКО и гражданских инициатив «Дом НКО». Согласно информации, размещенной на официальном интернет-портале центра, организациям предоставляется организационная, методическая, консультационная и информационная поддержка [4]. Следует отметить, что данный подход в настоящее время активно распространяется на другие регионы России, и ресурсные центры все чаще открываются в различных субъек-

тах РФ.

Таким образом, следует сделать вывод о необходимости расширения успешных региональных практик по поддержке НКО и распространения их на общероссийский уровень, что, в свою очередь, позволит сократить уровень неравенства регионов России по вопросам содействия развитию институтам третьего сектора. Благодаря использованию зарекомендовавших себя механизмов поддержки становятся возможными качественное и количественное совершенствование различных факторов, определяющих степень развития сектора НКО в субъектах РФ. Данное обстоятельство диктует необходимость непрерывного исследования лучших региональных практик и своевременного расширения накапливаемого опыта.

В соответствии с этим следует сформулировать некоторые рекомендации относительно

текущей ситуации.

1. Проработать возможность распространения практики инфраструктурной, информационной, финансовой поддержки для некоммерческих организаций на федеральном уровне, используя опыт Москвы и других регионов, успешно реализующих подобные меры на бесплатной основе.

2. Разработать методические материалы для НКО на уровне высших органов государственной власти, Общественной палаты Российской Федерации в целях унификации и повышения качества содержания общих рекомендательных элементов.

3. Распространить опыт функционирования ресурсных центров для СО НКО в качестве общероссийской практики содействия некоммерческим организациям, решающим в процессе своей деятельности социально значимые вопросы.

Список литературы

1. Минюст прогнозирует рост новых НКО в России – Российская Газета [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rg.ru/2023/11/23/miniust-prognoziruet-rost-novyh-nko-v-rossii.html>.
2. Помощь НКО – Департамент труда и социальной защиты населения города Москвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://dszn.ru/navigator/category/132>.
3. Региональный рейтинг третьего сектора «Регион-НКО» (2023 г.) – сайт рейтинговой группы RAEX [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://raex-rr.com/NKO/Region-nko/Region-nko/2023>.
4. О Программе – Ресурсный центр поддержки СО НКО и гражданских инициатив «Дом НКО» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://domnko35.wixsite.com/domnko/aboutus>.
5. Методические материалы для СО НКО – Министерство экономики Республики Татарстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mert.tatarstan.ru/metodicheskie-materiali-dlya-sonko.htm>.

References

1. Ministry of Justice forecasts the growth of new NPOs in Russia – Rossiyskaya Gazeta [Electronic resource]. – Access mode : <https://rg.ru/2023/11/23/miniust-prognoziruet-rost-novyh-nko-v-rossii.html>.
2. Pomoshch' NKO – Departament truda i sotsial'noy zashchity naseleniya goroda Moskvy [Electronic resource]. – Access mode : <https://dszn.ru/navigator/category/132>.
3. Regional'nyy reyting tret'yego sektora «Region-NKO» (2023 g.) – sayt reytingovoy gruppy RAEX [Electronic resource]. – Access mode : <https://raex-rr.com/NKO/Region-nko/Region-nko/2023>.
4. O Programme – Resursnyy tsentr podderzhki SO NKO i grazhdanskikh initsiativ

«Dom NKO» [Electronic resource]. – Access mode : <https://domnko35.wixsite.com/domnko/aboutus>.

5. Metodicheskiye materialy dlya SO NKO – Ministerstvo ekonomiki Respubliki Tatarstan [Electronic resource]. – Access mode : <https://mert.tatarstan.ru/metodicheskie-materiali-dlya-sonko.htm>.

© А.С. Хлынов, Д.Н. Леонтьев, 2024

УДК 330.3

Б.А. ДОНГАК, О.Н. МОНГУШ, Л.-С.М. ДОРЖУ, Э.Э. САРЫГ-ХАА
ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет», г. Кызыл

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ УСЛУГ

Ключевые слова: бережливое управление; взаимодействие с гражданами; государственное управление; государственные цифровые платформы; цифровизация.

Аннотация. Целью исследования в данной статье является анализ государственных цифровых платформ (ГЦП) в контексте цифровизации государственного управления. Задачами данной работы являются: анализ ключевых отличий ГЦП от государственных информационных систем (ГИС) и частных цифровых платформ; обоснование необходимости применения принципов бережливого управления и технологий электронного правительства для создания эффективных ГЦП. Гипотеза исследования состоит в том, что внедрение ГЦП позволяет оптимизировать процессы, обеспечить прозрачность, доступность и удобство использования услуг. Применены методы анализа, сравнения и обобщения научной литературы. Результатами исследования являются определения ГЦП, ее основных характеристик и приведение обоснования значимости ГЦП в настоящее время.

В условиях стремительного развития информационных технологий и растущего спроса на эффективное взаимодействие между гражданами и государством государственные цифровые платформы становятся ключевым инструментом в системе государственных услуг.

Актуальность темы обусловлена тем, что в условиях глобальной цифровизации и растущих ожиданий граждан по поводу качества взаимодействия с государственными структурами внедрение таких

платформ становится не просто желательным, а необходимым шагом для современных правительств.

В российском госуправлении термин «платформа» часто воспринимается как аналог информационной системы. Тем не менее многолетний опыт разработки различных ГИС способствовал их преобразованию в цифровые платформы. Главными отличиями ГЦП от ГИС можно считать то, что количество задач в рамках взаимодействия в ГЦП не ограничено, в ГЦП могут применяться и частные инвестиции, ГЦП накапливает данные также извне, анализируя поведение пользователей, а также архитектура масштабируема в соответствии со стандартами. К примеру, федеральные порталы по оказанию государственных услуг или госзакупок, такие как «Госуслуги», могут служить технологической основой для развития ГЦП.

Государственные цифровые платформы могут выступать в роли интегрированных информационных систем, разработанных для предоставления различных государственных услуг в электронном виде. Платформы обеспечивают гражданам и организациям доступ к широкому спектру услуг через удобные онлайн-интерфейсы, объединяя данные и процессы из различных государственных ведомств.

В своих работах Марин Янссен и Эльза Эстевез рассматривают государственные платформы как инструмент для реализации концепции бережливого правительства, сосредоточенного на достижении значимых результатов с минимальными затратами. Они утверждают, что государственные структуры создают платформы для управления инновационными взаимодействиями между различными государствен-

ными организациями, бизнесом и гражданами, при этом оставаясь «оркестраторами» этих взаимодействий [3].

Главным отличием ГЦП от коммерческих цифровых платформ является основная цель, которая заключается в предоставлении общественных благ и улучшении взаимодействия между государством и гражданами, а не в получении прибыли. ГЦП ориентированы на обеспечение равного доступа к услугам для всех граждан, соблюдение строгих нормативных требований и защиту конфиденциальных данных. Вторым отличием является то, что ГЦП часто функционируют в условиях ограниченного бюджета и должны учитывать широкий спектр социальных, юридических и этических факторов, чтобы удовлетворить общественные потребности и способствовать прозрачности и подотчетности государственных процессов [6].

Прозрачность достигается за счет открытости данных и возможности отслеживать статус запросов в режиме реального времени, что способствует повышению доверия граждан к государственным учреждениям. ГЦП позволяют гражданам выполнять различные административные задачи онлайн, такие как подача заявлений, получение справок и уплата налогов, что исключает необходимость личного посещения государственных учреждений и стояния в очередях. Это не только экономит время и усилия граждан, но и повышает их удовлетворенность качеством государственных услуг.

Технологическая инфраструктура ГЦП включает в себя совокупность аппаратных и программных средств, обеспечивающих их функционирование и безопасность. В основе лежат сильные серверные мощности и дата-центры, обеспечивающие хранение и обработку больших объемов данных. Системы управления базами данных, облачные технологии и сетевые решения позволяют обеспечить доступность и надежность платформ. Также важными компонентами являются средства защиты информации, такие как системы шифрования и многослойные механизмы кибербезопасности, которые гарантируют конфиденциальность и целостность данных. Интеграционные технологии и *API* обеспечивают взаимодействие различных государственных систем и служб, создавая единое цифровое пространство для оказания государственных

услуг [5].

Пользовательский интерфейс и опыт являются ключевыми компонентами цифровых платформ, определяющими удобство и эффективность взаимодействия граждан с государственными услугами. Интуитивно понятный и доступный интерфейс позволяет пользователям легко находить нужные функции и выполнять необходимые действия без специальных знаний. Качественный пользовательский опыт достигается за счет быстрого отклика системы, минимального количества шагов для выполнения задач и четких инструкций, что в совокупности повышает удовлетворенность пользователей и стимулирует более активное использование цифровых государственных услуг.

Безопасность и защита данных являются критически важными компонентами цифровых платформ в государственном секторе. Они обеспечивают защиту конфиденциальной информации граждан, сохранность данных организаций и целостность операционных систем платформы, что достигается через применение многоуровневых систем шифрования, строгих политик доступа и аутентификации, а также регулярное обновление и мониторинг систем безопасности. Государственные цифровые платформы должны соответствовать высоким стандартам законодательства по защите данных, чтобы минимизировать риски кибератак и утечек информации, обеспечивая надежность и доверие пользователей к использованию электронных государственных услуг [1].

Сравнение государственных и частных цифровых платформ показывает, что большинство исследователей адаптируют достижения коммерческого сектора к потребностям государственных структур. Основные различия между государственными и коммерческими платформами состоят в организационных и нормативно-правовых особенностях, а также в скорости внедрения инноваций. Государственные и частные платформы имеют ряд общих характеристик, включая концентрацию усилий на ключевом взаимодействии и персонализацию потребностей пользователей.

На основе анализа изученного материала мы сформулировали определение государственной цифровой платформы. ГЦП представляют собой набор правил и алгоритмов для сетевого взаимодействия пользователей, которые работают на базе открытых стандар-

тов программного обеспечения. Основными функциями являются снижение издержек государственного регулирования, формирование цифровых профилей пользователей, создание системы оценки общественной ценности, реализация модели монетизации и обеспечение доступа к структурированной информации о деятельности отрасли. Создание ГЦП на любом отраслевом рынке – это сложный, но важный процесс. Успех платформы во многом зависит от того, насколько удастся сбалансировать интересы пользователей, бизнес-структур и государства.

Государственная технологическая инфраструктура, сформированная за последнее десятилетие, предоставляет необходимые инструменты и ресурсы для внедрения современных решений в области цифровизации. Важно, чтобы органы власти переняли идеологию бережливых платформ, которая представляет собой подход, ориентированный на максимальную эффективность процессов с минимальными затратами. Иными словами, нужна оцифровка ключевых процессов внутри ведомств, оптимизация их внутренних процедур и улучшение

взаимодействия с различными группами клиентов и потребителей [2].

Развитие государственных цифровых платформ представляет собой важный шаг в модернизации государственного управления, обеспечивая более эффективное и прозрачное взаимодействие между органами власти, бизнесом и гражданами. Внедрение ГЦП позволит оптимизировать внутренние процессы государственных органов и трансформировать взаимодействие с различными группами клиентов, обеспечивая при этом равный доступ к технологиям и поддержке. Использование созданной технологической инфраструктуры и принципов бережливого госуправления открывает новые возможности для повышения качества государственных услуг и снижения издержек. Применение гибкого подхода к регулированию и накопленный опыт использования информационных систем создают предпосылки для успешной реализации цифровых платформ, способных проводить сложные транзакции и интегрировать коммерческие сервисы, что в конечном итоге способствует достижению целей хорошего управления.

Список литературы

1. Камолов, С.Г. Цифровое государственное управление: учебник для вузов / С.Г. Камолов. – М. : Издательство Юрайт, 2023. – 336 с.
2. Мамиконян, Н.А. Цифровые платформы в государственном управлении / Н.А. Мамиконян // Молодой ученый. – 2023. – № 6 (453). – С. 107-108.
3. Репешко, Ю.А. К вопросу о развитии государственных цифровых платформ / Ю.А. Репешко // Стратегии бизнеса. – 2021. – № 2. – С. 17–21.
4. Стырин, Е.М. Государственные цифровые платформы: от концепта к реализации / Е.М. Стырин // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2019. – № 7. – С. 31–37.
5. Чуркина, Н.С. Развитие сетевых структур: от внутренних рынков к платформизации / Н.С. Чуркина // Стратегии бизнеса. – 2020. – № 8. – С. 219–222.

References

1. Kamolov, S.G. Tsifrovoye gosudarstvennoye upravleniye: uchebnyk dlya vuzov / S.G. Kamolov. – M. : Izdatel'stvo Yurayt, 2023. – 336 s.
2. Mamikonyan, N.A. Tsifrovyye platformy v gosudarstvennom upravlenii / N.A. Mamikonyan // Molodoy uchenyy. – 2023. – № 6 (453). – S. 107-108.
3. Repeshko, YU.A. K voprosu o razvitii gosudarstvennykh tsifrovyykh platform / YU.A. Repeshko // Strategii biznesa. – 2021. – № 2. – S. 17–21.
4. Styryn, Ye.M. Gosudarstvennyye tsifrovyye platformy: ot kontsepta k realizatsii /

Ye.M. Styrin // Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya. – 2019. – № 7. – S. 31–37.

5. Churkina, N.S. Razvitiye setevykh struktur: ot vnutrennikh rynkov k platformizatsii / N.S. Churkina // Strategii biznesa. – 2020. – № 8. – S. 219–222.

© Б.А. Донгак, О.Н. Монгуш, Л.-С. М. Доржу, Э.Э. Сарыг-Хаа, 2024

УДК 316.774: 330.34

Е.В. ПЕРЕВОЗНИКОВА, Н.А. РЫТОВА, Е.В. ХАСАНОВА

ФГБОУ ВО «Донецкая академия управления и государственной службы», г. Донецк

РОЛЬ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЕНСАЦИИ ЭНТРОПИЙНЫХ ЭФФЕКТОВ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Ключевые слова: информация; снижение уровня энтропии; социально-экономическая система; энтропия.

Аннотация. Цель статьи – определить роль информации в компенсации отрицательных энтропийных эффектов в социально-экономической системе. Задачи статьи: рассмотреть взаимосвязь понятий «энтропия» и «информация» в социально-экономических системах; дать авторское определение категориям «снижение уровня энтропии» и «добавочная информация». Гипотезой исследования стало предположение о том, что понятие «информация» можно использовать как антоним энтропии, к которому стремится любая открытая социально-экономическая система. Методы: анализ, синтез, обобщение. Выводы: социально-экономическая система с более низким уровнем энтропии, при прочих равных условиях, требует меньших усилий для управления, что, в свою очередь, способствует принятию более качественных управленческих решений.

Неоспоримым фактом является то, что теория информации играет ключевую роль в процессе управления. Информация является непосредственным предметом труда субъекта управления, который в конечном итоге на выходе преобразуется в продукт управленческих решений. Информация становится основой для принятия стратегических и оперативных решений, которые помогают улучшить эффективность и результативность системы.

Актуальность исследования обусловлена поиском путей разрешения противоречий в процессе управления социально-экономическими системами в условиях неопределенности и неустойчивости.

Любой социально-экономической системе необходимо противостоять напору воздействий из внешней среды, для этого ей необходимо подняться на новый энтропийный уровень.

Уровень энтропии социально-экономической системы – мера неопределенности или хаоса в этой системе. Она отражает степень разнообразия составляющих систему элементов, их связей и взаимодействий. Система с высокой энтропией обычно характеризуется нестабильностью, неопределенностью и хаосом, в то время как система с низкой энтропией обычно более упорядочена, стабильна и предсказуема. Это означает, что система должна стать более организованной и эффективной в своем функционировании, чтобы снизить уровень хаоса и неопределенности внутри себя. При этом важно обеспечить постоянное обновление системы за счет информации, чтобы она могла адаптироваться к изменяющимся условиям и требованиям окружающей среды.

Если энтропия – это степень беспорядка, то информация – это степень упорядоченности в системе.

Поэтому необходимым является определение роли информации в компенсации отрицательных энтропийных эффектов с целью предоставления данных для принятия решений и оптимизации процессов в социально-экономической системе.

Еще в 1948 г. К. Шеннон определил энтропию как меру неопределенности или неожиданности, а информацию как то, что уменьшает эту неопределенность. Он трактовал понятие «информация» как коммуникация и связь, в процессе которых устраняется неопределенность (энтропия) [1].

В 1956 г. Л. Бриллюэн считал информацию противоположностью энтропии. С точки зрения теории информация может быть измерена как

Таблица 1. Степень взаимосвязи понятий «энтропия» и «информация» в социально-экономических системах

Автор	Определение
И.В. Прангишвили	Мера неопределенности относительно будущего состояния экономической системы выражается через энтропию, а под измерением энтропии понимается объем доступной информации о данной системе
Л. Больцман	Определяет энтропию как исчезающую информацию
А.Н. Колмогоров	Энтропия представляет собой показатель скорости утраты информации и может быть интерпретирована как мера «памяти» системы или как индикатор скорости «забывания» исходных условий
Р. Балиан	Энтропия – это мера количества недостающей информации до получения
Г.А. Краснов, В.В. Виноградов, А.А. Краснов	Энтропия представляет собой показатель внутренней неорганизованности системы. Она возрастает при хаотичном распределении информационных ресурсов и снижается, когда они упорядочиваются

количество неожиданности или неопределенности, которая уменьшается при получении новой информации [2].

Хотя их исследования лежали в области информационной энтропии и теории вероятности, но эти результаты могут быть использованы и применительно к социально-экономическим системам любого уровня.

С целью установления связи определений «энтропия» и «информация» в социально-экономических системах сведем данные в табл. 1.

Во всех определениях прослеживается, что информация является главной составляющей в процессе повышения или снижения уровня энтропии.

Проанализировав разные определения понятия «энтропия», предложим собственную трактовку понятия «снижение уровня энтропии» относительно социально-экономических систем.

Снижение уровня энтропии – это процесс уменьшения уровня неопределенности в социально-экономической системе вследствие своевременного получения и эффективного использования добавочной информации.

Первая часть определения остается неизменной – такой, как ее трактует большинство исследователей. Авторами добавляется последняя часть: «вследствие своевременного получения и эффективного использования добавочной информации». И подчеркивается, что именно при выполнении этих двух условий и будет про-

исходить снижение уровня энтропии в системе. Объясним почему.

Снижение уровня энтропии в системе происходит за счет обмена информацией с системами более высокого или низкого порядка. Увеличение объема информации о состоянии управляемого объекта способствует повышению коэффициента эффективности управления, однако это возможно только в том случае, если на основе полученных данных система управления сможет принимать своевременные и результативные решения.

В.Р. Молодецкий подчеркивает тот факт, что в социально-экономических системах сама по себе информация не влияет на уровень организованности системы, а следовательно, на ее энтропию, она является необходимым, но недостаточным условием для изменения энтропийного баланса системы [3].

Не все информационные потоки, поступающие в систему, способствуют снижению ее энтропии. Некоторые данные могут быть уже известными системе, либо неактуальными и недостоверными, что не изменит ее энтропию. Только использование «добавочной информации» будет препятствовать увеличению уровня энтропии. Также своевременность получения информации будет одним из необходимых условий для принятия эффективных управленческих решений. Задержка в поступлении информации к субъекту управления приведет к потере ее ценности.

В контексте открытости социально-эконо-

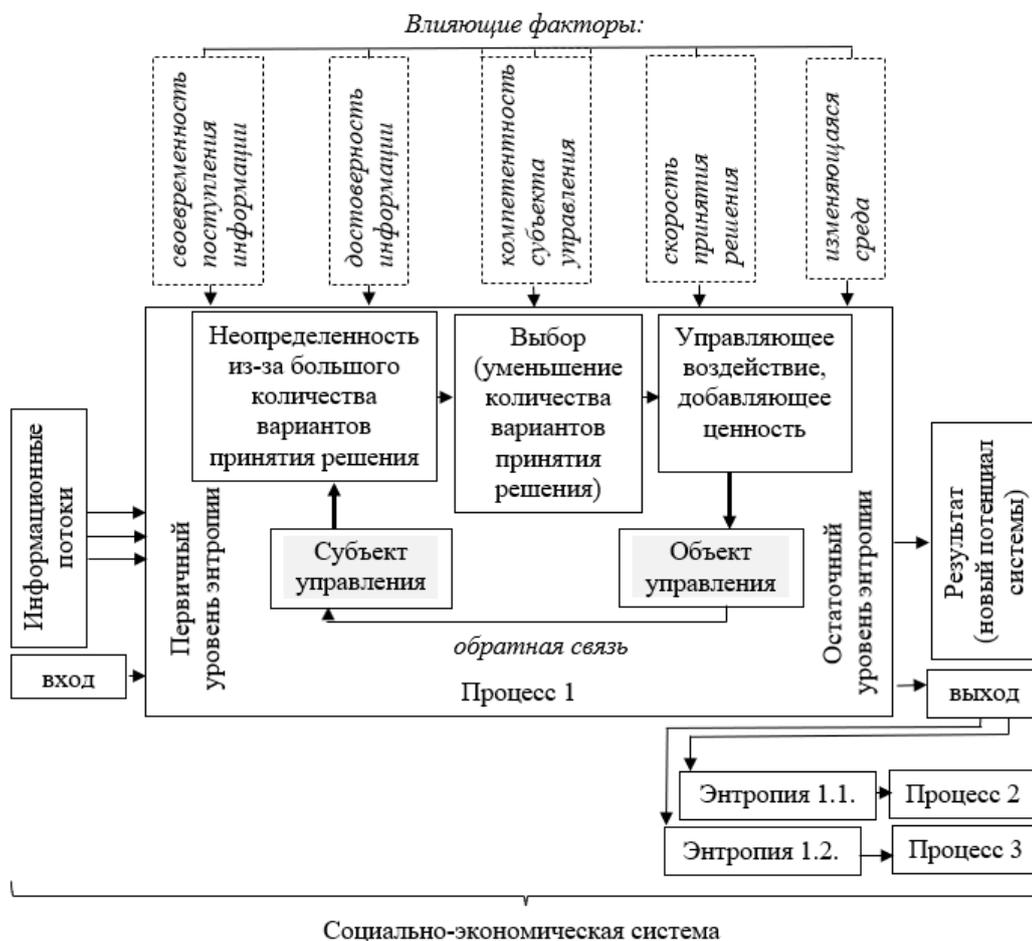


Рис. 1. Процесс принятия решения на основе полученной добавочной информации

мической системы дадим определение понятию «добавочная информация» – это поток информации, который своевременно поступил к субъекту управления и на его основе были приняты управленческие решения, которые способствовали улучшению состояния системы (информация добавила некоторую ценность, новый потенциал).

Учитывая все вышеперечисленное, можно отметить, что в социально-экономических системах необходимо больше внимания уделять динамике процесса принятия решений (своевременности поступления информации, скорости принятия решения и т.д.), что позволит сделать более обоснованные и эффективные шаги для достижения поставленных целей и задач.

Процесс принятия решения на основе полученной добавочной информации представлен на рис. 1.

Неопределенность (энтропия) является не-

отъемлемой частью любой социально-экономической системы, и умение ею управлять и минимизировать важно для успешного ее функционирования. Неопределенность всегда проявляется в ситуации выбора при принятии управленческих решений. Это связано с тем, что существует множество факторов, влияющих на результаты принимаемых решений, и невозможно предсказать все возможные последствия каждого выбора. Наивысшая степень неопределенности в системе возникает, когда существует несколько равновероятных альтернатив для принятия решения, то есть ни один из вариантов не имеет явного преимущества [4].

В таких случаях сложно определить оптимальное решение, так как не существует явного критерия выбора одного из вариантов. Это может привести к затянутым процессам принятия решения, неопределенности и неудовлетворенности результатом. Для уменьшения

такой неопределенности необходимо и уменьшение количества рассматриваемых вариантов принятия решения за счет получения дополнительной информации, либо использования дополнительных критериев или методов оценки альтернатив.

Снятие неопределенности дает возможность принимать обоснованные управленческие решения и действовать. В этом и проявляется управляющая роль информации в снижении уровня энтропии в социально-экономической системе [4].

Самым эффективным будет вариант, когда выход энтропии из одного процесса принятия решения будет поступать на вход других процессов, обеспечивая их «добавочной информацией», за счет чего и достигается дополнительный синергетический эффект в системе в целом [5].

Управляющий субъект может принимать различные меры для уменьшения уровня энтропии, такие как установление и соблюдение правил и процедур, использование технологий и инструментов для повышения эффективности работы системы [6].

Для снижения уровня энтропии в системе необходимо.

1. Формировать организационные струк-

туры управления с минимальным числом уровней. Если текущая структура системы не соответствует ее потребностям и интересам, это неизбежно приведет к росту уровня энтропии.

2. Оптимизировать количество показателей, по которым оценивается ее деятельность. При этом точность определения значений этих показателей не должна быть излишне высокой.

3. Стимулировать креативность и инновации, давая возможность для экспериментов и развития новых идей, а также принимать рискованные решения, которые могут привести к изменениям и улучшениям в системе.

Однако следует помнить, что снижение уровня энтропии требует постоянного контроля и усилий со стороны субъекта управления, чтобы избежать возможного ухудшения состояния системы. Кроме того, важно учитывать, что слишком низкий уровень энтропии может привести к избыточной жесткости и негибкости системы, что также может оказаться нежелательным для ее эффективной работы. Важно, чтобы управляющий субъект мог грамотно балансировать уровень энтропии, учитывая потребности и цели системы, и принимать необходимые меры для обеспечения ее эффективного функционирования и развития.

Список литературы

1. Энтропия (в теории информации) // Свободная научная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://science.fandom.com/ru/wiki/Энтропия_\(в_теории_информации\)#:~:text=В%20теории%20информации%2C%20энтропия%20Шеннона%2C,передачи%20сообщения%20—%20это%20энтропия.](https://science.fandom.com/ru/wiki/Энтропия_(в_теории_информации)#:~:text=В%20теории%20информации%2C%20энтропия%20Шеннона%2C,передачи%20сообщения%20—%20это%20энтропия.)
2. Брилюен, Л. Научная неопределенность и информация / Л. Брилюен; пер. с англ. ; под ред. И.В. Кузнецова. – [2-е изд.]. – М. : Ком. книга, 2006. – 272 с.
3. Млодецкий, В.Р. Энтропійна оцінка якості управління / В.Р. Млодецкий // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2015. – № 4(205) – С. 33–40.
4. Бекман, И.Н. Информатика. Курс лекций. Энтропия и информация [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://profbeckman.narod.ru/InformLekc.files/Inf08.pdf>.
5. Экономический потенциал и энтропия // Капитал страны. Федеральное интернет-издание [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://kapital-rus.ru/articles/article/ekonomicheskij_potencial_i_entropiya.
6. Перевозникова, Е.В. Кризисы как проявление энтропии: физико-экономическая интерпретация / Е.В. Перевозникова // «Глобальный научный потенциал» научно-практический журнал. – 2024. – № 3(156). – С. 341–344.

References

1. Entropiya (v teorii informatsii) // Svobodnaya nauchnaya entsiklopediya Vikinauka [Electronic resource]. – Access mode : [https://science.fandom.com/ru/wiki/Entropiya_\(v_teorii_informatsii\)#:~:text=V%20teorii%20informatsii%2C%20entropiya%20Shennona%2C,peredachi%20](https://science.fandom.com/ru/wiki/Entropiya_(v_teorii_informatsii)#:~:text=V%20teorii%20informatsii%2C%20entropiya%20Shennona%2C,peredachi%20)

soobshcheniya%20—%20eto%20entropiya.

2. Brilyuyen, L. Nauchnaya neopredelennost' i informatsiya / L. Brilyuyen; per. s angl. ; pod red. I.V. Kuznetsova. – [2-ye izd.]. – M. : Kom. kniga, 2006. – 272 s.

3. Mlodets'kiy, V.R. Yentropiyna otsínka yakostí upravílnnaya / V.R. Mlodets'kiy // Vísnik Pridníprovs'koí derzhavnoí akademíi budívnitstva ta arkhítekturi. – 2015. – № 4(205) – S. 33–40.

4. Bekman, I.N. Informatika. Kurs lektsiy. Entropiya i informatsiya [Electronic resource]. – Access mode : <https://profbeckman.narod.ru/InformLec.files/Inf08.pdf>.

5. Ekonomicheskij potentsial i entropiya // Kapital strany. Federal'noye internet-izdaniye [Electronic resource]. – Access mode : https://kapital-rus.ru/articles/article/ekonomicheskij_potencial_i_entropiya.

6. Perevoznikova, Ye.V. Krizisy kak proyavleniye entropii: fiziko-ekonomicheskaya interpretatsiya / Ye.V. Perevoznikova // «Global'nyy nauchnyy potentsial» nauchno-prakticheskij zhurnal. – 2024. – № 3(156). – S. 341–344.

© Е.В. Перевозникова, Н.А. Рытова, Е.В. Хасанова, 2024

УДК 339.138

*А.В. ПРОКОПЬЕВА**ФГКОУ ВО «Восточно-Сибирский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации», г. Иркутск*

СИСТЕМА ИНСТРУМЕНТАРИЯ МАРКЕТИНГОВОГО ПРОДВИЖЕНИЯ ДЛЯ МАРКЕТПЛЕЙСОВ

Ключевые слова: алгоритм; инструменты маркетинга; интернет-продвижение; конкурентоспособность; концепция «4P»; маркетинг; маркетплейсы.

Аннотация. Цель исследования – сформировать эффективный инструментарий для продвижения маркетплейсов.

Задачи:

- исследовать теоретические основы системы маркетингового продвижения для маркетплейсов;
- разработать алгоритм создания программы интернет-продвижения для маркетплейсов;
- разработать регламент аудита состояния развития электронного маркетинга в компании.

Гипотеза исследования заключается в том, что эффективная система инструментария маркетингового продвижения может существенно повысить продажи и улучшить конкурентные позиции маркетплейсов.

Методы исследования: сравнение, эксперимент, измерение.

Достигнутые результаты исследования: составлен алгоритм разработки программы интернет-продвижения для маркетплейсов и регламент аудита состояния развития электронного маркетинга в компании.

В процессе разработки маркетинговых решений компании сталкиваются с необходимостью выбора между различными стратегическими направлениями, что предполагает использование проверенных временем моделей и методик. Среди них выделяются «матрица роста-доли рынка Ансоффа, конкурентная модель Портера, а также разнообразные варианты

матрицы Бостонской консультационной группы (БКГ) и другие», отмечает Л.О. Алгави [1]. Эти модели служат фундаментом для принятия обоснованных и эффективных маркетинговых решений.

Проведя анализ разнообразных моделей и алгоритмов, применяемых как российскими, так и зарубежными специалистами в области маркетинга, мы сформировали и систематизировали ключевые этапы процесса принятия маркетинговых решений:

- проведение ситуационного анализа, включающего оценку как внешней, так и внутренней среды предприятия;
- определение целей и задач, направленных на достижение стратегических приоритетов компании;
- разработка комплексной стратегии, учитывающей все аспекты маркетинговой деятельности;
- эффективная реализация выбранной стратегии на практике.

У практиков, как правило, существует консенсус относительно значимости исследований в области разработки алгоритмов для программ интернет-продвижения; однако до настоящего времени ни в одной из научных работ, ни на территории России, ни за ее пределами, не было выявлено систематического анализа разнообразных этапов такого алгоритма, особенно с учетом специфики рыночных условий.

Таким образом, представленный алгоритм является результатом многогранного анализа и синтеза современных тенденций в области интернет-маркетинга, и предлагает системный подход к разработке эффективных программ продвижения, учитывающих как теоретические, так и практические аспекты данной сферы.

В дополнение к вышеизложенному была

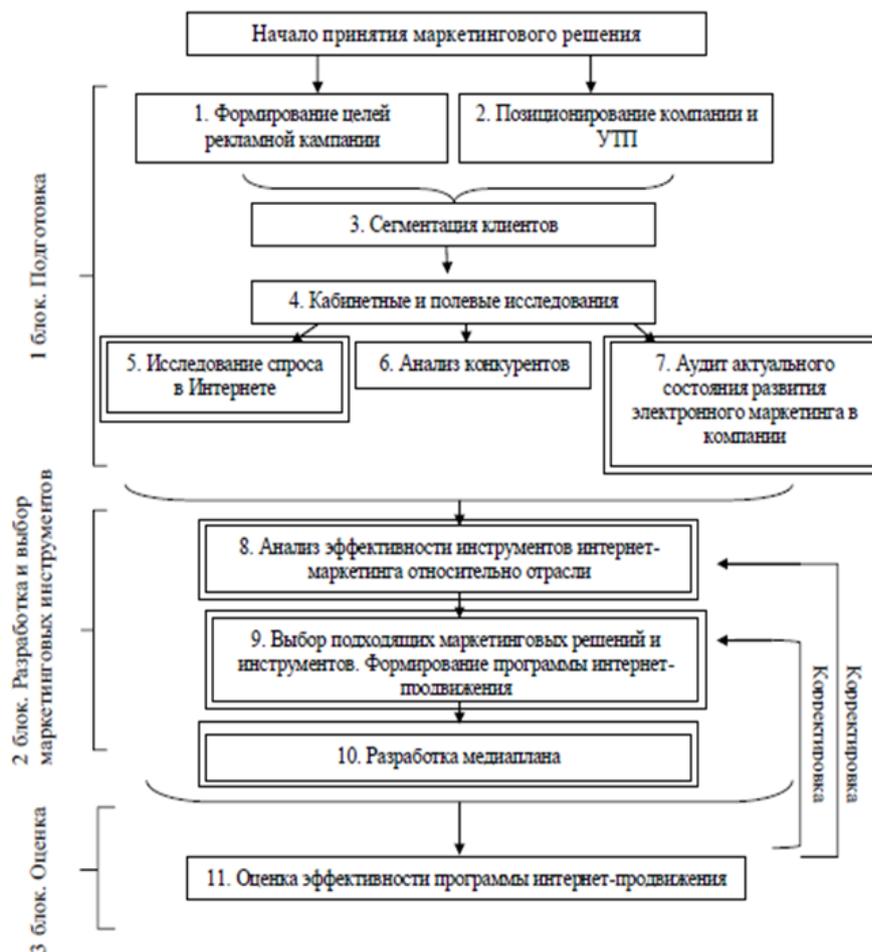


Рис. 1. Алгоритм разработки программы интернет-продвижения для маркетплейсов

осуществлена детализация процедур постановки целей рекламных кампаний, а также разработаны и предложены усовершенствованные методики для всесторонней оценки текущего состояния электронного маркетинга в компаниях.

Созданный нами алгоритм включает в себя 11 последовательных этапов, которые образуют три основных блока.

1. Блок 1. Подготовка информационной базы и утверждение стратегических целей.

2. Блок 2. Тщательная разработка и выбор маркетинговых решений, а также подбор соответствующих инструментов.

3. Блок 3. Глубокая оценка эффективности реализации и внедрения маркетинговых инноваций.

На первом этапе разработки плана онлайн-продвижения ключевым является четкое определение целей рекламной кампании, которые

должны соответствовать общим бизнес-стратегиям и задачам рынка.

В рамках нашего исследования был разработан инновационный алгоритм для создания программ онлайн-продвижения, предназначенных для работы на рынке (рис. 1).

Перечень маркетинговых целей, достижимых с использованием инструментария онлайн-маркетинга достаточно полно представлен в работе А.П. Ястребова и Л.В. Рудакова. Авторы пишут, что «он представляет собой многообразие стратегических направлений, каждое из которых требует индивидуального подхода и тщательной проработки» [4]: расширение географических границ деятельности компании; внедрение на рынок инновационных продуктов; увеличение объемов первичных и вторичных продаж; расширение рыночной доли в определенных регионах страны; повышение продаж через дилерскую сеть и филиалы; исследова-

Таблица 1. Аудит состояния развития электронного маркетинга в компании

Основные параметры	Детальные критерии для рассмотрения	Инструменты для реализации аудита
Корпоративный сайт компании	Маркетинговая деятельность; юзабилити; эффективность поисковой оптимизации; техническое состояние	Юзабилити аудит; SEO-аудит сайта; технический аудит
Состояние бизнес-процессов	IT-инфраструктура; состояние внутренней финансовой отчетности; аналитические процессы в компании	Аудит IT-инфраструктуры; аудит бухгалтерской финансовой отчетности
Деятельность отдела продаж	Прием заявок и обработка входящих звонков; взаимодействие с CRM-системой	Аудит действующей CRM-системы
Эффективность текущих маркетинговых мероприятий	Настройка систем аналитики (веб-аналитика, телефония, CRM); эффективность рекламных инструментов и каналов	Аудит текущих маркетинговых мероприятий

ние и освоение новых нишевых рынков; ускорение процесса принятия решений потребителями; привлечение клиентов, чьи потребности соответствуют актуальным тенденциям и конкурентным предложениям рынка; укрепление позиций бренда с помощью онлайн-медиа; поддержание интереса и лояльности существующих клиентов.

Важно понимать, пишет А.Н. Демитриев, что – «перечисленные цели являются лишь частью обширного спектра возможностей, открывающихся перед компаниями в сфере онлайн-маркетинга» [2]. При этом выбор конкретных стратегий и инструментов должен основываться на тщательном анализе и прогнозировании, чтобы обеспечить достижение поставленных целей и получение максимального эффекта от маркетинговых усилий.

На втором этапе разработки плана продвижения продукта в сети Интернет ключевым является «определение позиционирования и создание уникального торгового предложения, отражающего специфику и преимущества продукции конкретной компании».

После разработки модели «4P» следующим шагом является создание уникального торгового предложения, которое должно выделяться на фоне конкурентов и формировать основу для концепции плана продвижения продукта в цифровом пространстве. Формулировки предложений должны быть нестандартными, отличаться от тех, что используют конкуренты, и демонстрировать уникальные преимущества продукта, делая акцент на инновационности и

эксклюзивности. Предложения должны быть настолько привлекательными и убедительными, чтобы стимулировать потребителей к немедленным действиям, вне зависимости от наличия или отсутствия времени для предварительного выдвигения.

На третьем этапе плана онлайн-маркетинга, посвященном сегментации клиентской базы, специалистам предстоит провести всесторонний анализ, направленный на выявление ожиданий и потребностей клиентов, а также на определение тех проблем, решение которых они ищут в предлагаемых услугах или товарах.

Завершающий этап, по мнению С.В. Кульпина, «включает в себя проведение масштабных полевых и кабинетных исследований, целью которых является:

- глубокое изучение спроса в сетевом пространстве, что предполагает анализ текущих тенденций и потребительских предпочтений;
- тщательный анализ конкурентной среды, включая стратегии и позиционирование конкурентов на рынке» [3].

Возможные критерии для аудита состояния развития электронного маркетинга в компании представлены в табл. 1.

Для кампаний B2B-сектора рекомендуется формировать семантическое ядро, содержащее 800–1 200 запросов, выбранных таким образом, чтобы они обладали высоким потенциалом привлечения внимания, но при этом не пересекались с интересами других целевых аудиторий.

В завершение первого этапа подготовительной работы, результатом которой является ком-

плексный документ, следует отразить не только цели интернет-рекламных кампаний и позиционирование компании, но и уникальное торговое предложение, предназначенное для клиентов. На данном этапе, по мнению А.Н. Демитриева: «Важно также определить узкую группу потенциальных клиентов, на которую будет нацелена рекламная кампания в сети Интернет; установить точные локации, где данная целевая группа наиболее активна в сети; сформировать обширное семантическое ядро, состоящее из базы поисковых запросов; представить исчерпывающие результаты анализа деятельности онлайн-конкурентов; а также обозначить выводы аудита, направленного на развитие электронного маркетинга» [2]. Кроме того, компании, стремящиеся к внедрению дополнительных инструментов или услуг, способствующих измерению эффективности рекламных кампаний, должны учитывать этот аспект в своих стратегических планах.

На следующем этапе разработки рекламной стратегии «особое внимание уделяется составлению медиаплана, который представляет собой комплексный документ, охватывающий все аспекты распространения рекламных материалов», отмечает А.Н. Демитриев. «Процесс выбора инструментов интернет-маркетинга, несомненно, важен, однако для достижения максимального эффекта необходимо тщательно продумать выбор рекламных площадок, временные рамки их использования и географическое распределение, чтобы гарантировать охват максимально возможного числа предста-

вителей целевой аудитории в пределах установленного бюджета» [2]. Основная цель медиаплана заключается в том, чтобы обеспечить доставку рекламного сообщения до целевой аудитории в течение заранее определенного временного интервала.

В процессе планирования медийных ресурсов необходимо учитывать следующие ключевые параметры.

1. Бюджет, который является критически важным фактором, ограничивающим выбор каналов распространения и финансирования рекламной кампании. Важно определить подходящие медиаформаты и оптимизировать частоту и продолжительность показа рекламных сообщений, исходя из доступных финансовых ресурсов.

2. Охват аудитории, который должен быть максимально широким, чтобы охватить значительную часть целевой группы.

3. Частота показа рекламы, которая должна быть достаточной для формирования устойчивого восприятия бренда среди потребителей.

4. Выбор первичного медианосителя, который требует анализа ряда показателей.

После тщательного анализа всех параметров специалисты приступают к составлению календарного плана реализации кампаний, который должен точно отражать график взаимодействия с рекламными материалами и медиапотребителями. Этот документ становится основой для последующих шагов в реализации рекламной стратегии.

Список литературы

1. Алгави, Л.О. Медиакоммуникации и интернет-маркетинг в условиях цифровой цивилизации : монография / Л.О. Алгави, Д.А.-Н. Аль-Ханаки, С.С. Бредихин [и др.]. ; под редакцией Л.П. Шестеркиной, Л.К. Лободенко. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 474 с.
2. Демитриев, А.Н. Интернет-маркетинг : практическое руководство / А.Н. Демитриев. – Казань : Бук, 2021. – 127 с.
3. Кульпин, С.В. Структура и содержание интернет-маркетинга / С.В. Кульпин. – Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2020. – 92 с.
4. Ястребов, А.П. Интернет-маркетинг / А.П. Ястребов, Л.В. Рудакова. – Санкт-Петербург : ГУАП, 2021. – 127 с.

References

1. Algavi, L.O. Mediakommunikatsii i internet-marketing v usloviyakh tsifrovoy tsivilizatsii : monografiya / L.O. Algavi, D.A.-N. Al'-Khanaki, S.S. Bredikhin [i dr.]. ; pod redaktsiyey L.P. Shesterkinoy, L.K. Lobodenko. – Chelyabinsk : Izdatel'skiy tsentr YUUrGU, 2020. – 474 s.

- 2 Demitriyev, A.N. Internet-marketing : prakticheskoye rukovodstvo / A.N. Demitriyev. – Kazan' : Buk, 2021. – 127 s.
- 3 Kul'pin, S.V. Struktura i sodержaniye internet-marketinga / S.V. Kul'pin. – Yekaterinburg : Izd-vo Ural'skogo un-ta, 2020. – 92 s.
- 4 Yastrebov, A.P. Internet-marketing / A.P. Yastrebov, L.V. Rudakova. – Sankt-Peterburg : GUAP, 2021. – 127 s.

© А.В. Прокопьева, 2024

Abstracts and Keywords

A.R. Bukaev, A.S. Khismatullin

Analysis of Software for Cutting Slab Materials

Keywords: software; production processes; furniture industry; digitalization.

Abstract. Software plays a key role in cutting slab materials in the furniture industry, providing automation, integration and product quality improvement. Modern design systems such as BestCut, Cutting, Basic Cutting and T-FLEX enable designers to create accurate 3D models, which speeds up the development of new products and improves their quality. The purpose of this study is to analyze the software for cutting slab materials in the furniture industry and assess its impact on the production cycle. The hypothesis of the study is that the introduction of digital technologies significantly improves cutting processes and increases productivity in the furniture industry. The research methods include a comparative analysis of software, an assessment of the effectiveness of the implementation of digital twins and the collection of data on the production performance of enterprises. The results of the study emphasize the importance of integrating modern technologies into production processes to improve their quality and efficiency. The paper also examines the advantages and difficulties of implementing digital technologies and offers recommendations on their effective use in order to increase competitiveness in today's market. Thus, the choice of software is determined by the specifics of the business, the level of user experience and functional requirements, as well as the willingness to implement modern technologies such as neural networks that increase efficiency, improve forecasting and optimize cutting processes.

Djeguede Adeyemi Marc Aurele Emmanuel, S.I. Salpagarov

New Statistical and Entropy Approaches to Feature Selection for Network Traffic Classification

Keywords: classification models; network traffic; entropy; convolution; principal component analysis.

Abstract. In machine learning, selecting the most informative features of input data is a very important stage, the goal of which is not only to reduce the time spent on training a specific model, but also, if possible, to improve the performance of the trained model. The purpose of this paper is to study the impact of two proposed parametric dimensionality reduction algorithms on the quality of Internet traffic class prediction based on the NSL-KDD dataset. The first algorithm produces a statistical filter that allows you to establish a criterion for the significance of attributes in separating classes from each other. The second proposed algorithm reduces the dimensionality of input training vectors by searching for a linear relationship between features, using entropy and convolutions of feature distribution laws. Experiments conducted using machine learning models such as decision tree; support vector machine, naive Bayes classifier and k-nearest neighbors show that the entropy algorithm in 80 % of cases outperforms similar algorithms in terms of accuracy, recall and F1: principal component analysis, ridge regression regularization, while our static filter is comparable in its performance to the listed methods. These results show that the proposed algorithms are effective and can be used as an alternative to traditional algorithms.

D.S. Dragomirov

Using Statistical Methods to Generate Text Annotations

Keywords: statistical methods; text generation; text annotations; tokens.

Abstract. The purpose of this article is to consider the issues of using these methods in the process

of generating annotations for various texts. The objectives of this article are to consider the main types of statistical methods, as well as to identify their main advantages and disadvantages.

It is concluded that statistical methods of annotation generation are based on the analysis of the frequency of words and phrases in the text. The main idea is that the frequency of occurrence of certain words in a document and in a body of texts can serve as an indicator of their significance. These methods do not take into account semantic connections between words, but allow for quick and effective analysis of large amounts of text data.

D.A. Zabolotny, V.V. Zakurdaev, V.D. Novikova, E.V. Davydova

Modeling of the Solvent Regeneration Unit to Enhance Production Safety

Keywords: process automation; production safety; emergency protection; PID regulation.

Abstract. The solvent regeneration unit plays a crucial role in the petroleum refining industry by ensuring efficient resource utilization and minimizing waste. The solvent regeneration processes allow for the recovery of solvents used in various technological operations, such as extraction and purification. This not only helps reduce costs associated with acquiring new solvents but also lessens the negative environmental impact. The implementation of a cascade control system becomes a significant step toward optimizing processes, enhancing their safety and efficiency. Cascade systems enable more precise control over process parameters under various conditions, thereby reducing the likelihood of operational issues. This article examines the main advantages of cascade control systems in solvent regeneration units, including their influence on control accuracy, dynamic stability, and production safety. The applied method demonstrated that the transition from a single-loop control system to a cascade structure not only improves control performance but also enhances the overall safety and efficiency of solvent regeneration unit operations.

D.A. Zabolotny, V.D. Novikova, V.V. Zakurdaev, E.V. Davydova

Modernization of the Carbon Dioxide Compression Unit to Improve Production Safety

Keywords: compression; safety system; regulating authority; automation; reliability.

Abstract. The relevance of this work is linked to the increasing demand for carbon capture and storage technologies in the context of global decarbonization, which makes the process of compressing carbon dioxide (CO_2) crucial for reducing carbon footprints. However, each technological process carries risks associated with high pressures and CO_2 leaks. The application of automated monitoring systems allows for the prevention of emergency situations, the maintenance of optimal operating conditions for equipment, and the assurance of safety in industrial enterprises. Based on the analysis, it was identified that the implementation of a cascade control system for regulating the operation of the proposed model increases resilience to variable loads and disturbances. After studying the control system for the carbon dioxide compression process, a regulating valve and sensors were installed for prompt responses to deviations in values. To evaluate the importance of integrating modern technologies, software such as TAU-2 and Trace Mode 6 were utilized, resulting in the conclusion that improvements in technological parameters contribute to enhanced safety in the technical process and a reduction in risks for personnel in production.

O.V. Krashennnikova, V.G. Sidorov

Solid-State Modeling of the Rocket Tail Section Frame in the Compass-3d CAD System

Keywords: rocket tail section; steering compartment; aircraft; design training; 3D modeling; CAD

systems; Compass-3D.

Abstract. This article discusses the problem of modeling the tail section of a rocket during design activities. The purpose of this project is to practice the theoretical knowledge gained by students while studying the Compass-3d cad system. To do this, the students of the ACS department were given the task to simulate the frame of the steering compartment of the rocket [6], which will be implemented using additive technologies in the future. As part of the project, the students calculated the optimal parameters of the tail section of the rocket and modeled the frame of the steering compartment of the rocket on their basis.

M.S. Protsenko, A.A. Kutin

Development of the Basic Functions of the Technological Code Interpreter Program. Architectural and Algorithmic Complexities

Keywords: C#; parsing; G-code; use case diagram.

Abstract. The purpose of the study is to develop the basic functions of a technological code interpreter, taking into account architectural and algorithmic difficulties. The tasks include the analysis of existing interpreters, definition of algorithms for processing complex data, design of the program architecture and performance optimization. The research hypothesis suggests that with the use of optimized algorithms and architectural solutions, it is possible to improve the execution speed and accuracy of code processing. The research methods included literature analysis, architecture modeling, algorithm development and testing. The results are interpreter architecture design, algorithm optimization, software performance improvement. They are expressed in improved code processing and increased system efficiency.

I.A. Pogrebnaya, S.V. Mikhaylova

Optimization of Production Processes Using Strong Magnetic Fields

Keywords: magnetic field; resource conservation; combined action; magnetic processing.

Abstract. The purpose of the paper is to investigate the possibility of improving the performance characteristics of machine parts when exposed to magnetic fields. The research method is an analysis of the requirements for the performance characteristics of parts with resource-saving needs is carried out. The authors emphasize the use of the combined action of powerful magnetic fields as a technological effect for modifying the parameters of mechanical engineering products. Result: the characteristic features of the behavior of structural materials in strong magnetic fields at different temperature ranges are highlighted. The complex influence of the magnetic field on all structural materials of machine parts is traced. The paper described the main advantages of using a magnetic field when exposed to the processed material.

V.A. Polsky, E.V. Ivanov

The Kinematics of a Three-Stage Cable-Driven Parallel Manipulator, Regarding the Elasticity and Weight of the Links

Keywords: plane manipulator; elastic flexible links; cable system; Matlab Simulink Simscape.

Abstract. The purpose of the paper was to study the mathematical description of cable driven parallel manipulators, taking into account the elasticity of flexible links, and to develop a control method that allows to increase the accuracy of such systems. To achieve this goal, the flexible links were reduced to the type of elastic rotating load fixed on the motor shaft, after which a mathematical model of the manipulator was developed. Using mathematical modeling, a series of experiments using various control methods was carried out and a hypothesis was put forward about the need to generate a control signal based on solving not only the inverse problem of kinematics, but also dynamics. A composite control

method is proposed that takes into account the dynamics of the working tool and the elastic properties of the links. In conclusion, the results of this method are presented.

A.N. Timofeev, D.O. Dokhov

A Three-fingered Gripper for Manipulating Objects in Small Volume Spaces

Keywords: gripper; robotic arm; small volume space; remote control.

Abstract. The design of a three-fingered gripping device of a manipulation system for performing operations of extraction and controlled manipulation of objects in confined spaces of small volume in the teleoperator control mode is considered. The aim of the study is to develop and justify the design of the gripping device. To achieve the goal, the following tasks are solved: the properties of the objects of manipulation and the space of small volume are described, the requirements for gripping devices are formulated, the designs of existing gripping devices and methods of gripping objects are analyzed, the minimum necessary layout of the gripping device is determined, and the force developed by it is assessed.

N.A. Kurmazova, A.P. Shcherbatyuk

Comprehensive Reduction of Man-Made Load on the Air Environment of a Settlement in the Impact Zone of a Coal Mining Open-Cut in the Conditions of Transbaikalia

Keywords: complex of environmental measures; orographic features; Chita-Ingodinskaya basin of the Transbaikal type; ecological and geographical research; anthropogenic transformation of geosystems; modeling; air pollution.

Abstract. Open-pit coal mining technology is characterized by a large amount of emissions of pollutants into the atmosphere, which negatively affect the health of people working in mining enterprises, and under certain climatic conditions spread for tens of kilometers, polluting the environment of nearby settlements. Traditionally, forced ventilation or hydro-dedusting are used to clean the air in the quarry working area. But in the harsh climate and low temperatures typical of Transbaikalia, these methods of dust removal are not justified. The research objective is cleaning the air of a populated area. The research tasks include protection of the quarry atmosphere by improving existing and creating new, effective engineering and technical means of combating dust in open-pit mining with increasing intensification of production. The research hypothesis is based on the assumption that the study of the dust suppression process will determine the man-made load on the air. In the scientific research, remote sensing methods were used (innovative space technologies of geoinformation Internet resources: interactive map of Russia with heights, GPS subsatellite positioning systems); eco-geographical; modeling: mathematical, geoinformation, natural, imitation.

As a result of the study, a developed and patented set of environmental measures is proposed to reduce air pollution in a populated area from a coal mine located in the conditions of intracontinental intermountain basins.

A.L. Blinova, T.V. Molotkova

Analysis of the Process of Formation of Professionally Important Qualities in Higher Educational Institutions

Keywords: federal state educational standard; professional standards; the demand for bachelor of metrology; vocational guidance for schoolchildren.

Abstract. The quality and safety of food products depends on the accuracy of measurements of its characteristics and parameters of technological processes during technical control in the food industry.

Measurement results are in demand in all spheres of society, and their accuracy and reliability help to make optimal decisions at all levels of quality management. This requires the provision of scientific and applied work in the field of metrology with competent personnel. The importance of improving the quality of professional training of future personnel in the field of metrological support for enterprises is an urgent task for the state, society, and higher educational institutions with a focus on training students in the field of metrology. The relevance of the research topic lies in the fact that the Federal State Educational Standard for the field of training "Standardization and Metrology" of the fourth generation is currently being developed, in the content of which it is advisable to strengthen the practical component for greater efficiency.

A.L. Blinova, A.V. Chernova, T.V. Molotkova

Issues of Creating Integrated Management Systems for the Fishing Industry Based on Quality Management, Food Safety and Environmental Management

Keywords: management systems; food safety; ecology.

Abstract. The article considers the most in-demand food safety and environmental management systems for food production. The expediency of integrating these management systems into a single system has been established, the implementation of which will allow creating environmentally friendly industries and producing safe products. The article provides recommendations on the construction of integrated management systems by supplementing the elements contained in the standards for the systems under consideration, which are focused not only on providing consumers with safe products, but also society in obtaining optimal environmental results.

A.V. Gorelik, A.V. Istomin, E.V. Kuzmina

Game Theoretic Approach for Railway Infrastructure Maintenance Schedule Reoptimization

Keywords: coalition formation; Kalai-Smorodinsky solution; NTU-game; cooperative game; game theory.

Abstract. Novel cooperative game theory based approach is suggested; in order to address all of the participants cooperative game without transferable utility (NTU-game) is proposed. The rational is based upon slight adjustment of a current railway infrastructure maintenance schedule followed by limited set utility functions of train operators (TO) application in a way not affecting the utility of remaining train operators. The approach starts with a railway maintenance schedule proposed by the infrastructure manager and includes two steps. The first one has to design a new schedule to facilitate the efficiency of the support services that have decided to cooperate. The second one is to get a numerical solution to the problem. Rescheduling could result in financial disadvantage for some agents (example).

E.G. Timchuk, E.V. Glebova, E.P. Lapteva, A.L. Blinova

Methodological Approach to Management System Integration at the Enterprises of the Fishing Industry

Keywords: enterprises of the fishing industry; methodological approach; integration of management systems.

Abstract. The relevance of the study is due to the economic feasibility of reducing the number of management systems in the enterprises of the fishing industry by integrating them to reduce the cost of their individual maintenance, taking into account the characteristics of individual segments of the fishing industry. The purpose of the study is to develop a methodological approach to the integration of management systems at enterprises of the fishing industry, taking into account the specifics of

individual segments of the fisheries complex and the specifics of the activities of specific enterprises. A methodological approach to the integration of management systems at enterprises of the fishing industry has been developed.

A.V. Khodikova, F.N. Semakin, A.A. Spiridonova, M.V. Semakina, E.V. Kopylova

**Equipment Qualification in Modern Laboratories:
The Role of Laminar Flow and Microbiological Safety Boxes in
Product Quality Control**

Keywords: microbiological safety boxes; qualification; quality control; laboratory equipment; laminar flow boxes.

Abstract. The purpose of the article is to study the principles of application of microbiological safety boxes and laminar flow boxes for proper qualification of equipment in modern laboratories. The main objectives of the study included a review of regulatory documentation for the control and operation of equipment, a comparative analysis of requirements, and the equipment qualification procedure. The hypothesis of the study: equipment qualification allows for proper quality control of products and ensuring personnel safety. The research methods were the literature review and comparative analysis of microbiological safety boxes and laminar flow boxes. As a result of the study, a comparative analysis of tests of laminar flow boxes and microbiological safety boxes to assess the suitability of this equipment for operation was done. The article is devoted to the demarcation of two types of equipment: laminar flow boxes and microbiological safety boxes, as well as their role in ensuring product safety and quality in laboratory conditions.

T.V. Dubrovskaya, A.A. Starodubtseva

Assessment of Investment Attractiveness of Industrial Enterprises

Keywords: indicators; investments; business analysis methods; investment attractiveness; investor; integral method; rating method; seven-factor method; assessment.

Abstract. The purpose of the study is to study the problems of the current state of assessing the investment attractiveness of industrial enterprises. The objectives are to determine the role and place of assessing the investment attractiveness of enterprises, the main problems, to assess the attractiveness of the enterprises under study, to justify the need for an integrated approach. The research hypothesis is based on the assumption that the use of modern approaches, consideration of external factors and cooperation of various functional areas will allow companies to achieve success and attract the necessary investments for their development. Improving business analysis methods is an important factor in increasing the investment attractiveness of manufacturing enterprises. The study used methods of analysis, synthesis and modeling. The conclusions and practical recommendations obtained from the research results allow improving the evaluation process and contribute to more balanced investment decisions.

E.S. Kulikova, O.A. Rushitskaya, T.I. Kruzhkova, L. Rushchitsky

**Aspects of Livestock Production in Russia:
Analysis and Key Growth Factors**

Keywords: livestock farming; production dynamics; state support; technology; food security.

Abstract. The relevance of the study is due to the importance of livestock production for Russia's food security and its significant contribution to the country's economy. In the context of global changes and growing demand for livestock products, it is especially important to understand the dynamics of production in this sector and identify the key factors influencing its sustainable growth. The purpose of the article is to analyze changes in livestock production in various categories of farms in Russia for

the period from 2020 to 2023. The hypothesis of the study suggests that sustainable growth in livestock production is ensured through a combination of government support, the introduction of modern technologies and optimization of production processes. To achieve this goal, the article analyzed data on livestock production indices, which made it possible to identify the main trends in the development of this sector. The results of the study showed that the largest growth is observed in agricultural organizations and peasant (farming) households, while private subsidiary farms face difficulties associated with limited access to resources and a decrease in production volumes. The findings of the article confirm the need to strengthen state support, introduce innovative technologies and develop measures aimed at supporting private subsidiary farms. These measures will ensure sustainable development of livestock farming and strengthen the country's food security.

S.A. Romanov, A.V. Prokopyeva, I.A. Romanov, P.A. Zhiltsov, I.A. Pozharnov

The Role of Pharmaceutical Clusters in the Development of the Regional Economy of the Russian Federation

Keywords: innovative development; regional economy; synergetic effect; pharmaceutical industry; pharmaceutical cluster; economic growth; economy.

Abstract. The article is devoted to the study of the place of pharmaceutical clusters in the development of the regional economy. The relevance of the topic is due to the need to find effective mechanisms to stimulate the innovative development of the pharmaceutical industry in the context of global competition and to solve the problems of ensuring the country's drug safety. The purpose of the study is to obtain a holistic view of the impact of pharmaceutical clusters on the economic sphere (regional level) and on the optimal mechanisms for their creation, organization, and management (taking into account the specifics of Russian realities). In the course of the study, contradictions were revealed between the need for localization of production to ensure drug safety and the need for integration into global value chains to increase competitiveness. There is also a discrepancy between the pace of development of cluster initiatives and the speed of adaptation of the regulatory environment to the needs of the latest pharmaceutical industries. The author concludes that the formation of pharmaceutical clusters is an effective tool for stimulating regional economic development; it contributes to the creation of high-paying jobs, attracting investment, and increasing innovation activity. The key success factors of clusters are the active support of regional authorities, close interaction between business, science, education, as well as an orientation towards innovations.

Цзигээр Шауя, Е.В. Королева

Фиджитализация финансового сектора: пример Китая

Ключевые слова: фиджитализация; финансовая инклюзивность; финансовые услуги.

Аннотация. Актуальность представленного исследования заключается в том, что на сегодняшний день, несмотря на активную цифровую трансформацию финансового сектора, физические каналы предоставления финансовых услуг по-прежнему остаются релевантными. Данная ситуация способствовала фиджитализации финансового сектора – объединению физических и цифровых каналов предоставления финансовых услуг с целью обеспечения инклюзивности. Исследование взаимодействия и интеграции этих каналов имеет важное значение для повышения эффективности и доступности финансовых продуктов и услуг. Целью данной статьи является анализ текущего состояния развития финансового сектора в контексте фиджитализации услуг на примере Китая. Гипотеза исследования: фиджитализация финансового сектора способствует повышению доступности и инклюзивности финансовых услуг. В статье использованы преимущественно общенаучные методы исследования. Результатом исследования является анализ особенностей развития финансового сектора в Китае, а также обоснование необходимости разработки инструментария оценки доступности финансовых услуг в результате их фиджитализации на уровне территориальной единицы.

Instruments of Financial Support for Small and Medium-Sized Enterprises within the Framework of the Existing SME Ecosystem

Keywords: digital platform for SMEs; SME financing; effective digital tool; entrepreneurship; state support.

Abstract. In the course of the study, the measures of state support for business in Russia, the capabilities of the digital platform for SMEs, aimed primarily at providing them with financial support, were considered. The analysis of such financial instruments as loans, which enable entrepreneurs to develop their business and implement new projects, is carried out. The purpose of the study is to assess the use of financial instruments that will ensure the long-term success and prosperity of the economy, as well as guarantee national security. The results of the study confirmed the hypothesis about the relationship between the development of SMEs and state financial support. The study was carried out using such scientific methods as analysis, synthesis and shows an upward trend in the growth of the results of the activities of SMEs with the growth of state support.

A.S. Khlynov, D.N. Leontiev

Regional Practices for Supporting the Non-Profit Sector in Russia: An Overview and Prospects for Improvement

Keywords: third sector; non-profit organizations; Region-NGO ranking; government support for non-profit organizations; socially oriented NPOs.

Abstract. This article examines the measures of regional support for the development of the third sector in various regions of the Russian Federation. The purpose of the study is to analyze regional practices of supporting the non-profit sector. The tasks are to identify the leading regions in terms of support for the non-profit sector, to analyze the mechanisms of support for non-profit organizations implemented in the leading regions, to formulate recommendations for the dissemination of the most successful regional practices nationwide. The hypothesis of the study is that there is a relationship between the methods of promoting the development of NGOs implemented at the regional level and the indicators of the Region-NGO rating for 2023. Research methods include traditional technologies for collecting and analyzing information and processing statistical data. Qualitative methods used in modern research are used: comparison, analysis of official statistics. The rankings and analytics data were analyzed quantitatively. As a conclusion, recommendations are formulated for the dissemination of the experience accumulated by the regions on a nationwide scale.

B.A. Dongak, O.N. Mongush, L.-S.M. Dorzhu, E.E. Saryg-Haa

Government Digital Platforms: Design and Use in the Public Service System

Keywords: government digital platforms; public administration; digitalization; lean management; interaction with citizens.

Abstract. The purpose of the research in this article is to analyze government digital platforms in the context of digitalization of public administration. The objectives of this study are to analyze the key differences between government digital platforms from public information systems and private digital platforms; to substantiate the need to apply the principles of lean management and e-government technologies to create effective government digital platforms. The hypothesis of the study is that the introduction of public digital platforms allows you to optimize processes, ensure transparency, accessibility and ease of use of services. The methods of analysis, comparison and generalization of scientific literature are used. The results of the study are the definition of government digital platforms,

its main characteristics and substantiation of the importance of government digital platforms in modern times.

E.V. Perevoznikova, N.A. Rytova, E.V. Hasanova

The Role of Information in Compensation of Entropy Effects in the Socio-Economic System

Keywords: entropy; information; socio-economic system; reducing the level of entropy.

Abstract. The purpose of the article is to determine the role of information in compensating for negative entropy effects, taking into account the information ordering of the socio-economic system and its multilevel organization. The objectives of the article: to consider the relationship between the concepts of “entropy” and “information” in socio-economic systems; to give the author's definition of the categories “reduction of entropy” and “additional information”. The hypothesis of the study was the assumption that the concept of information can be used as an antonym of entropy, which any open socio-economic system aspires to. The research methods included analysis, synthesis, and generalization. It is concluded that a socio-economic system that has a lower level of entropy, all other things being equal, requires less effort for managerial actions, which contributes to the adoption of high-quality management decisions.

A.V. Prokopieva

A System of Marketing Promotion Tools for Marketplaces

Keywords: marketing; marketplaces; marketing tools; internet promotion; competitiveness; 4P concept; algorithm.

Abstract. The aim of the study is to form an effective toolkit for promoting marketplaces. The objectives are to investigate the theoretical basis of marketing promotion system for marketplaces; to develop an algorithm for the development of the Internet promotion program for marketplaces; to develop the regulations of audit of the state of e-marketing development in the company. The hypothesis of the study is that an effective system of marketing promotion tools can significantly increase sales and improve the competitive position of marketplaces.

The research methods are comparison, experiment, and measurement. The results of the research are as follows: an algorithm for the development of Internet promotion program for marketplaces and regulations for auditing the state of e-marketing development in the company.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ List of Authors

А.Р. БУКАЕВ

магистрант Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават

E-mail: alik.bukaev82@mail.ru

A.R. BUKAEV

Master's Student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry of the Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat

E-mail: alik.bukaev82@mail.ru

А.С. ХИСМАТУЛЛИН

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электрооборудования и автоматизации промышленных предприятий Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават

E-mail: hism5az@mail.ru

A.S. KHISMATULLIN

Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Electrical Equipment and Industrial Automation, Institute of Oil Refining and Petrochemistry of the Ufa State Oil Technological University (branch), Salavat

E-mail: hism5az@mail.ru

ДЖЕГЮЕДЕ АДЕЙЕМИ МАРК АУРЕЛЕ ЭММАНУЭЛЬ

аспирант Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва

E-mail: djeguede.marc@gmail.com

DJEGUEDE ADEYEMI MARC AURELE EMMANUEL

Postgraduate Student, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

E-mail: djeguede.marc@gmail.com

С.И. САЛПАГАРОВ

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования и искусственного интеллекта Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва

E-mail: djeguede.marc@gmail.com

S.I. SALPAGAROV

Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Mathematical Modeling and Artificial Intelligence, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

E-mail: djeguede.marc@gmail.com

Д.С. ДРАГОМИРОВ

магистрант Уральского федерального университета 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

Д.А. ЗАБОЛОТНЫЙ

магистрант Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа

E-mail: jaytax23@gmail.com

D.A. ZABOLOTNY

Master's Student, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa

E-mail: jaytax23@gmail.com

В.В. ЗАКУРДАЕВ

магистрант Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа

E-mail: vzakurdaev2002@mail.ru

V.V. ZAKURDAYEV

Master's Student, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa

E-mail: vzakurdaev2002@mail.ru

<p>В.Д. НОВИКОВА магистрант Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа E-mail: novikova.veronika03@yandex.ru</p>	<p>V.D. NOVIKOVA Master's Student, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa E-mail: novikova.veronika03@yandex.ru</p>
<p>А.И. ПОСЕРЕНИН кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной безопасности и охраны труда Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа E-mail: ekatya25@mail.ru</p>	<p>A.I. POSERENIN Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Industrial Safety and Labor Protection, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa E-mail: ekatya25@mail.ru</p>
<p>О.В. КРАШЕНИННИКОВА студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: olesya.krash@mail.ru</p>	<p>O.V. KRASHENINNIKOVA Student, Siberian State University of Science and Technology named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk E-mail: olesya.krash@mail.ru</p>
<p>В.Г. СИДОРОВ кандидат технических наук, заведующий кафедрой систем автоматического управления Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: vikontxp@mail.ru</p>	<p>V.G. SIDOROV Candidate of Science (Engineering), Head of Department of Automatic Control Systems, Siberian State University of Science and Technology named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk E-mail: vikontxp@mail.ru</p>
<p>М.С. ПРОЦЕНКО аспирант Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», г. Москва E-mail: maks.procenko97@mail.ru</p>	<p>M.S. PROTSENKO Postgraduate Student, Moscow State Technological University "STANKIN", Moscow E-mail: maks.procenko97@mail.ru</p>
<p>М.К. МАКИН магистрант Санкт-Петербургского политех- нического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: ppppp5.5@mail.ru</p>	<p>M.K. MAKIN Master's Student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: ppppp5.5@mail.ru</p>
<p>А.А. КУТИН доктор технических наук, профессор, за- ведующий кафедрой технологии машино- строения Московского государственного тех- нологического университета «СТАНКИН», г. Москва E-mail: 170455@mail.ru</p>	<p>A.A. KUTIN Doctor of Engineering, Professor, Head of Department of Mechanical Engineering Technology, Moscow State Technological University "STANKIN", Moscow E-mail: 170455@mail.ru</p>
<p>И.А. ПОГРЕБНАЯ кандидат педагогических наук, доцент кафедры нефтегазового дела филиала Тюменского индустриального университета, г. Нижневартовск E-mail: ya.irina0607@yandex.ru</p>	<p>I.A. POGREBNAYA Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Oil and Gas Engineering, Branch of Tyumen Industrial University, Nizhnevartovsk E-mail: ya.irina0607@yandex.ru</p>

<p>С.В. МИХАЙЛОВА кандидат педагогических наук, доцент кафедры нефтегазового дела филиала Тюменского индустриального университета, г. Нижневартовск E-mail: sweta02311@gmail.com</p>	<p>S.V. MIKHAILOVA Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Oil and Gas Engineering, Branch of Tyumen Industrial University, Nizhnevartovsk E-mail: sweta02311@gmail.com</p>
<p>В.А. ПОЛЬСКИЙ кандидат технических наук, доцент кафедры робототехнических систем и механики Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: polskyva@mail.ru</p>	<p>V.A. POLSKY Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Robotic Systems and Mechatronics, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow E-mail: polskyva@mail.ru</p>
<p>Е.В. ИВАНОВ аспирант Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: egorvladivanov@mail.ru</p>	<p>E.V. IVANOV Postgraduate Student, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow E-mail: egorvladivanov@mail.ru</p>
<p>А.Н. ТИМОФЕЕВ доктор технических наук, профессор Высшей школы автоматизации и робототехники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: timofeevan@inbox.ru</p>	<p>A.N. TIMOFEEV Doctor of Engineering, Professor, Higher School of Automation and Robotics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: timofeevan@inbox.ru</p>
<p>Д.О. ДОХОВ аспирант, конструктор Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики, г. Санкт-Петербург E-mail: DohovDO@mail.ru</p>	<p>D.O. DOKHOV Postgraduate Student, Designer, Central Research and Experimental Design Institute of Robotics and Technical Cybernetics, St. Petersburg E-mail: DohovDO@mail.ru</p>
<p>Н.А. КУРМАЗОВА учебный мастер кафедры обогащения полезных ископаемых и вторичного сырья Забайкальского государственного университета, г. Чита E-mail: KurmazovaNA@mail.ru</p>	<p>N.A. KURMAZOVA Training Master, Department of Minerals and Secondary Raw Materials Processing, Transbaikal State University, Chita E-mail: KurmazovaNA@mail.ru</p>
<p>А.П. ЩЕРБАТЮК доктор технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности Забайкальского государственного университета, г. Чита E-mail: KurmazovaNA@mail.ru</p>	<p>A.P. SHCHERBATYUK Doctor of Engineering, Associate Professor, Department of Technosphere Safety, Transbaikal State University, Chita E-mail: KurmazovaNA@mail.ru</p>

<p>А.Л. БЛИНОВА старший преподаватель кафедры управления техническими системами Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток E-mail: blinova.al@dgtru.ru</p>	<p>A.L. BLINOVA Senior Lecturer, Department of Technical Systems Management, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok E-mail: blinova.al@dgtru.ru</p>
<p>Т.В. МОЛОТКОВА кандидат технических наук, доцент кафедры управления техническими системами Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток E-mail: blinova.al@dgtru.ru</p>	<p>T.V. MOLOTKOVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Technical Systems Management, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok E-mail: blinova.al@dgtru.ru</p>
<p>А.В. ЧЕРНОВА старший преподаватель кафедры управления техническими системами Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток E-mail: blinova.al@dgtru.ru</p>	<p>A.V. CHERNOVA Senior Lecturer, Department of Technical Systems Management, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok E-mail: blinova.al@dgtru.ru</p>
<p>А.В. ГОРЕЛИК доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой систем управления транспортной инфраструктурой Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: agorelik@yandex.ru</p>	<p>A.V. GORELIK Doctor of Engineering, Professor, Head of Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian Open Academy of Transport, Russian University of Transport, Moscow E-mail: agorelik@yandex.ru</p>
<p>А.В. ИСТОМИН ассистент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва E-mail: aistomin1998@mail.ru</p>	<p>A.V. ISTOMIN Assistant Lecturer, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (MIIT), Moscow E-mail: aistomin1998@mail.ru</p>
<p>Е.В. КУЗЬМИНА ассистент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва E-mail: kuzminaelena96@yandex.ru</p>	<p>E.V. KUZMINA Assistant Lecturer, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (MIIT), Moscow E-mail: kuzminaelena96@yandex.ru</p>
<p>Е.Г. ТИМЧУК кандидат технических наук, доцент кафедры управления техническими системами Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток E-mail: timchuk.eg@dgtru.ru</p>	<p>E.G. TIMCHUK Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Technical Systems Management, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok E-mail: timchuk.eg@dgtru.ru</p>

<p>Е.В. ГЛЕБОВА кандидат технических наук, доцент кафедры управления техническими системами Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток E-mail: glebova.ev@dgtru.ru</p>	<p>E.V. GLEBOVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Technical Systems Management, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok E-mail: glebova.ev@dgtru.ru</p>
<p>Е.П. ЛАПТЕВА кандидат технических наук, доцент кафедры управления техническими системами Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток E-mail: lapteva.ep@dgtru.ru</p>	<p>E.P. LAPTEVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Technical Systems Management, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok E-mail: lapteva.ep@dgtru.ru</p>
<p>А.В. ХОДИКОВА магистрант МИРЭА – Российского технологического университета; инженер ООО «ВалидЛаб», г. Москва E-mail: annahod2000@gmail.com</p>	<p>A.V. KHODIKOVA Master's Student, MIREA – Russian Technological University; engineer of ValidLab LLC, Moscow E-mail: annahod2000@gmail.com</p>
<p>Ф.Н. СЕМАКИН заместитель Генерального директора по качеству ФГУП «Эндофарм», г. Москва E-mail: f_n_semakin@endopharm.ru</p>	<p>F.N. SEMAKIN Deputy General Director for Quality, Endopharm FSUE, Moscow E-mail: f_n_semakin@endopharm.ru</p>
<p>А.А. СПИРИДОНОВА кандидат экономических наук, доцент кафедры метрологии и стандартизации МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: al.spiridonova@gmail.com</p>	<p>A.A. SPIRIDONOVA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Metrology and Standardization, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: al.spiridonova@gmail.com</p>
<p>М.В. СЕМАКИНА директор по качеству ООО «САТ», г. Санкт-Петербург E-mail: mariya_melnikova_v@mail.ru</p>	<p>M.V. SEMAKINA Quality Director, SAT LLC, St. Petersburg E-mail: mariya_melnikova_v@mail.ru</p>
<p>Е.В. КОПЫЛОВА кандидат химических наук, доцент кафедры метрологии и стандартизации МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: kopylova_e@mirea.ru</p>	<p>E.V. KOPYLOVA Candidate of Science (Chemistry), Associate Professor, Department of Metrology and Standardization, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: kopylova_e@mirea.ru</p>

<p>Т.В. ДУБРОВСКАЯ кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики предприятий и отраслей Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: tvd2005@mail.ru</p>	<p>T.V. DUBROVSKAYA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics of Enterprises and Industries, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk E-mail: tvd2005@mail.ru</p>
<p>А.А. СТАРОДУБЦЕВА магистрант Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: alyonalune@gmail.com</p>	<p>A.A. STARODUBTSEVA Master's Student, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk E-mail: alyonalune@gmail.com</p>
<p>Е.С. КУЛИКОВА доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента и экономической теории Уральского государственного аграрного университета, г. Екатеринбург E-mail: ctig.usue@mail.ru</p>	<p>E.S. KULIKOVA Doctor of Economics, Professor, Department of Management and Economic Theory, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg E-mail: ctig.usue@mail.ru</p>
<p>О.А. РУЩИНСКАЯ кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой менеджмента и экономической теории Уральского государственного аграрного университета, г. Екатеринбург E-mail: ctig.usue@mail.ru</p>	<p>O.A. RUSHCHINSKAYA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Head of Department of Management and Economic Theory, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg E-mail: ctig.usue@mail.ru</p>
<p>Т.И. КРУЖКОВА кандидат исторических наук, доцент кафедры менеджмента и экономической теории Уральского государственного аграрного университета, г. Екатеринбург E-mail: ctig.usue@mail.ru</p>	<p>T.I. KRUZHKOVA Candidate of Science (History), Associate Professor, Department of Management and Economic Theory, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg E-mail: ctig.usue@mail.ru</p>
<p>Л. РУЩИНСКИЙ студент Уральского государственного аграрного университета, г. Екатеринбург E-mail: ctig.usue@mail.ru</p>	<p>L. RUSHCHINSKY Student, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg E-mail: ctig.usue@mail.ru</p>
<p>С.А. РОМАНОВ руководитель комитета по развитию Ассоциации «Калужский фармацевтический кластер», г. Обнинск E-mail: oyvy@rambler.ru</p>	<p>S.A. ROMANOV Head of Development Committee, Kaluga Pharmaceutical Cluster Association, Obninsk E-mail: oyvy@rambler.ru</p>
<p>А.В. ПРОКОПЬЕВА кандидат экономических наук, доцент кафедры философии и социально-гуманитарных дисциплин Восточно-Сибирского института Министерства внутренних дел Российской Федерации, г. Иркутск E-mail: anna1900000@mail.ru</p>	<p>A.V. PROKOPYEVA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Philosophy and Social and Humanitarian Disciplines, East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Irkutsk E-mail: anna1900000@mail.ru</p>

<p>И.А. РОМАНОВ руководитель бюро общей техники ПАО ПЗ «Сигнал», г. Обнинск E-mail: 953873@mail.ru</p>	<p>I.A. ROMANOV Head of the General Equipment Bureau of PJSC PZ Signal, Obninsk E-mail: 953873@mail.ru</p>
<p>П.А. ЖИЛЬЦОВ руководитель комитета по охране труда и экологии Ассоциации «Калужский фармацевтический кластер», г. Обнинск E-mail: pavel_14_kaluga@mail.ru</p>	<p>P.A. ZHILTSOV Head of Committee for Labor Protection and Ecology, Association "Kaluga Pharmaceutical Cluster", Obninsk E-mail: pavel_14_kaluga@mail.ru</p>
<p>И.А. ПОЖАРНОВ кандидат фармацевтических наук, председатель правления Ассоциации «Калужский фармацевтический кластер», г. Обнинск E-mail: pozharnov@mail.ru</p>	<p>I.A. POZHARNOV Candidate of Science (Pharmaceutics), Chairman of the Board of the Association "Kaluga Pharmaceutical Cluster", Obninsk E-mail: pozharnov@mail.ru</p>
<p>ЦЗИГЭЭР ШАУЯ аспирант, ассистент Высшей инженерно-экономической школы Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: shauya_ts@spbstu.ru</p>	<p>TZIGEER SHAUYA Postgraduate Student, Assistant Lecturer, Higher School of Engineering and Economics of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: shauya_ts@spbstu.ru</p>
<p>Е.В. КОРОЛЕВА кандидат экономических наук, доцент Высшей инженерно-экономической школы Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: koroleva_ev@spbstu.ru</p>	<p>E.V. KOROLEVA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Higher School of Engineering and Economics of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: koroleva_ev@spbstu.ru</p>
<p>Е.Н. КРАВЧЕНКО кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и финансов Волгоградского филиала Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Волгоград E-mail: kravchenkoen@yandex.ru</p>	<p>E.N. KRAVCHENKO Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Finance, Volgograd Branch of G.V. Plekhanov Russian University of Economics, Volgograd E-mail: kravchenkoen@yandex.ru</p>
<p>Е.А. КРАВЧЕНКО аспирант Волгоградского филиала Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Волгоград E-mail: kravchenkoe.a@yandex.ru</p>	<p>E.A. KRAVCHENKO Postgraduate Student, Volgograd Branch of G.V. Plekhanov Russian University of Economics, Plekhanov, Volgograd E-mail: kravchenkoe.a@yandex.ru</p>
<p>Е.А. РАДИОНОВА кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и финансов Волгоградского филиала Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Волгоград E-mail: elena-2003@mail.ru</p>	<p>E.A. RADIONOVA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Finance, Volgograd Branch of G.V. Plekhanov Russian University of Economics, Volgograd E-mail: elena-2003@mail.ru</p>

<p>Д.Н. ЛЕОНТЬЕВ кандидат экономических наук, доцент Высшей школы административного управления Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: alain2000@mail.ru</p>	<p>D.N. LEONTYEV Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Higher School of Administrative Management, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: alain2000@mail.ru</p>
<p>Б.А. ДОНГАК кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита Тувинского государственного университета, г. Кызыл E-mail: dongak@tuvsu.ru</p>	<p>B.A. DONGAK Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Accounting, Analysis and Audit, Tuva State University, Kyzyl E-mail: dongak@tuvsu.ru</p>
<p>О.Н. МОНГУШ кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой бухгалтерского учета, анализа и аудита Тувинского государственного университета, г. Кызыл E-mail: olga_vlad80@mail.ru</p>	<p>O.N. MONGUSH Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Head of Department of Accounting, Analysis and Audit, Tuva State University, Kyzyl E-mail: olga_vlad80@mail.ru</p>
<p>Л.-С.М. ДОРЖУ магистрант Тувинского государственного университета, г. Кызыл E-mail: lhamoserzhin@gmail.com</p>	<p>L.-S.M. DORZHU Master's Student, Tuva State University, Kyzyl E-mail: lhamoserzhin@gmail.com</p>
<p>Э.Э. САРЫГ-ХАА магистрант Тувинского государственного университета, г. Кызыл E-mail: etran2015@gmail.com</p>	<p>E.E. SARYG-HAA Master's Student, Tuva State University, Kyzyl E-mail: etran2015@gmail.com</p>
<p>Е.В. ПЕРЕВОЗНИКОВА кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента в производственной сфере Донецкой академии управления и государственной службы, г. Донецк E-mail: perevoznikovaelena@mail.ru</p>	<p>E.V. PEREVOZNIKOVA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Management in the Production Sphere, Donetsk Academy of Management and Public Administration, Donetsk E-mail: perevoznikovaelena@mail.ru</p>
<p>Н.А. РЫТОВА доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой менеджмента в производственной сфере Донецкой академии управления и государственной службы, г. Донецк E-mail: accciuga@mail.ru</p>	<p>N.A. RYTOVA Doctor of Economics, Associate Professor, Head of Department of Management in the Production Sphere, Donetsk Academy of Management and Public Administration, Donetsk E-mail: accciuga@mail.ru</p>
<p>Е.В. ХАСАНОВА кандидат экономических наук, заведующая кафедрой теории управления и государственного администрирования Донецкой академии управления и государственной службы, г. Донецк E-mail: elena.v.khasanova@gmail.com</p>	<p>E.V. KHASANOVA Candidate of Science (Economics), Head of the Department of Management Theory and Public Administration, Donetsk Academy of Management and Public Administration, Donetsk E-mail: elena.v.khasanova@gmail.com</p>

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ
SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS
№ 10(160) 2024
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Подписано в печать 23.10.2024 г.
Формат журнала 60×84/8
Усл. печ. л. 22,31. Уч.-изд. л. 10,64.
Тираж 1000 экз.