ISSN 2221-5182
Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 5(155) 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:
– Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды
– Машины, агрегаты и технологические процессы
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
– Математическое моделирование и численные методы
– Информационная безопасность
– Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделий
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:
– Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства
– Математические, статистические и инструментальные методы в экономике
– Региональная и отраслевая экономика
– Мировая экономика
– 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: tatiana_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 – Московской 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: qdwucong@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.

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@tmb.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.

Запивалов 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 энергетический 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

Астанков А.А., Кравец А.Г., Артюшин В.О., Дерегузов К.Ю. Методы и технологии для управления городским парковочным пространством 10

Галимов Э.А., Хафизов А.М. Исследование и разработка модуля по системе контроля и управления поршневыми компрессорами методом оптимизации характеристической кривой 15

Горелик А.В., Ислямова Е.Д., Малых А.Н., Почуев А.В. Оценка обеспеченности производственного процесса необходимыми ресурсами на основе имитационного моделирования .. 20

Исаев Ш.М., Магомед-Касумов М.Г. Анализ эффективности внедрения ИИ в работу организации с целью автоматизации ее бизнес-процессов 24

Куликов И.П., Хафизов А.М. Разработка математической модели системы автоматического управления узла абсорбции 28

Курганов А.О., Синицын А.В. Моделирование процессов возникновения и развития чрезвычайных ситуаций 33

Пальмов С.В., Салихов Р.Р. Сравнение методов балансировки наборов данных 37

Рыжикова Е.Г. Алгоритм поиска оптимального решения, основанный на использовании многоуровневых шкал экспертных оценок 43

Староверов И.Н., Кузьмин В.И. Анализ и идентификация почти-пропорциональных характеристик в временных рядах 48

Информационная безопасность

Камара Амаду Сара, Салтыкова О.А. Предотвращение атак на веб-приложения с использованием машинного обучения 57

Тураев С.Э., Заколдаев Д.А. Анализ сетевого трафика (АСТ) в кибербезопасности..... 61

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделий

Георгиевский А.Д., Черемухина Ю.Ю. Разработка системы управления качеством на этапах жизненного цикла радиоэлектронного комплекса 66

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

Бумарсков П.А., Бумарскова Н.Н., Бизяев В.В. Причины возникновения расстройств пищевого поведения и их последствия 70

Машины, агрегаты и технологические процессы

Вильданов Р.Г., Афанасьев А.А. Современные технологии и инновации в области газофакельных узлов: перспективы и применение 74

Кривошеева С.Я. Исследование напряженно-деформированного состояния уплотненных гофрированных оболочек 81

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

Астафьев Р.У., Шамин Р.В. Основы статистического инструментария для анализа и прогноза качества программных продуктов 86

Коршунов Г.И., Макаров Е.Д., Брусенцов К.А., Борисенко К.А. Повышение результативности и обеспечение качества процесса производства электроники на основе конвейерного подхода и рекурсивных моделей 91

Назаренко М.А., Назаров С.А., Сидорин В.В. Применение программных средств квалиметрических оценок этапов жизненного цикла цифровой продукции 98

Сазонов С.Н., Фещенко В.С. Применение искусственного интеллекта (ИИ) для предсказательного обслуживания в промышленных системах 101

Семенюк Н.И., Придвижкин С.В., Зверева О.М. Автоматизация проверки полноты заполнения спецификаций на основе цифровой информационной модели объекта строительства 105

Хамидуллина Г.Р., Фахреева Д.Р., Раджабов Т.Р. Оптимизация процесса контроля качества производства продукции в листопрокатных цехах с помощью автоматизации 110

Хасанов Т.А., Скворцова Д.А., Эдаев Б.А. Развитие Интернета вещей и его роль в современной логистике 113

Шабанова Д.Н., Малука Л.М. Графическая модель управления рисками как способ оценки процессов организации 118

Шалин К.А., Назаренко М.А. Применение автоматизированной системы расчета интеграль-

ного показателя качества на предприятии радиоэлектронного комплекса..... 124

Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

Егоров Д.А., Бокаенков Д.М., Найдис О.А. Модификация EOQ-модели для оптимизации системы управления материальными запасами на предприятии 127

Никоноров В.М. Динамика пенсий в РФ..... 132

Региональная и отраслевая экономика

Абрамов С.Ю., Леонова Т.И. Принципы и модель управления качеством реализации проекта «Умный город» 137

Железко М.М., Самохвал Г.О., Кузяшев А.Н., Рахматуллин Ю.Я. Цифровизация государственного управления: стратегии и перспективы 143

Смолина Д.С., Сорвина О.В. Построение системы контроля качества услуг туристско-рекреационного кластера..... 147

Сорвина О.В., Кулешова Т.Н. Использование методов ситуационного управления при построении стратегии развития промышленного проекта..... 152

Чефранов С.Г., Сиюхов Б.А., Амосов А.С. Дополненная реальность (AR) в туризме: новые горизонты возможностей 157

Мировая экономика

Козеняшева М.М., Черноусов Д.А. Экспансия ветроэнергетических компаний Китая на внешние рынки 164

Менеджмент

Муратова О.Г. Маркетинговое продвижение антидиабетического препарата в России 173

Пашковский Д.А. Основные проблемы идентификации и оценки ключевых рисков в области устойчивого развития..... 179

Сафонов К.Б. Взаимодействие работодателей с образовательными организациями в контексте реализации стратегий социальной ответственности бизнеса..... 183

Contents

INFORMATION TECHNOLOGY

Mathematical Modeling and Numerical Methods

Astankov A.A., Kravets A.G., Artyushin V.O., Dereguzov K.Y. Methods and Technologies for Urban Parking Space Management 10

Galimov E.A., Khafizov A.M. Research and Development of a Module for the Control and Control System of Reciprocating Compressors by Optimizing the Characteristic Curve 15

Gorelik A.V., Islyamova E.D., Malykh A.N., Pochuev A.V. Assessment of the Provision of the Production Process with the Necessary Resources Based on Simulation Modeling 20

Isaev Sh.M., Magomed-Kasumov M.G. The Analysis of the Effectiveness of Implementing AI to Automate Organization's Business Processes 24

Kulikov I.P., Khafizov A.M. The Development of a Mathematical Model for the Automatic Control System of the Absorption Unit 28

Kurganov A.O., Sinitsyn A.V. Modeling Of Processes of Emergencies Occurrence and Development 33

Palmov S.V., Salikhov R.R. A Comparison of Datasets Balancing Methods 37

Ryzhikova E.G. An Algorithm for Finding the Optimal Solution Based on the Use of Multi-Level Scales of Expert Assessments 43

Staroverov I.N., Kuzmin V.I. The Analysis and Identification of Near-Proportional Characteristics in Time Series 48

Information Security

Camara Amadou Sara, Saltykova O.A. Preventing Attacks on Web Applications Using Machine Learning 57

Turaev S.E., Zakoldaev D.A. Network Traffic Analysis (NTA) in Cybersecurity 61

MECHANICAL ENGINEERING

Engineering geometry and computer graphics. Digital life support product cycle

Georgievsky A.D., Cheremukhina Yu.Yu. Development of a Quality Management System at the Stages of the Life Cycle of the Radio-Electronic Complex..... 66

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

Bumarskov P.A., Bumarskova N.N., Bizyaev V.V. Causes of Eating Disorders and Their Consequences 70

Машины, агрегаты и технологические процессы

Vildanov R.G., Afanasyev A.A. Modern Technologies and Innovations in the Field of Gas Filling Units: Prospects and Application 74

Krivosheeva S.Ya. A Study of the Stress-Strain State of Compacted Corrugated Shells 81

ECONOMIC SCIENCES

Product Quality Management. Standardization. Organization of Production

Astafev R.U., Shamin R.V. Fundamentals of Statistical Tools for Analyzing and Predicting the Quality of Software Products 86

Korshunov G.I., Makarov E.D., Brusentsov K.A., Borisenko K.A. Improving the Efficiency and Ensuring the Quality of the Electronics Manufacturing Process Based on the Conveyor Approach and Recursive Models 91

Nazarenko M.A., Nazarov S.A., Sidorin V.V. Application of Software Tools for Qualimetric Assessments of the Stages of the Life Cycle of Digital Products 98

Sazonov S.N., Feshchenko V.S. Application of Artificial Intelligence (AI) for Predictive Maintenance in Industrial Systems 101

Semenyuk N.I., Pridvizhkin S.V., Zvereva O.M. Specifications Completeness Automated Checking Based on a Building Information Model 105

Khamidullina G.K., Fakhreeva D.R., Radjabov T.R. Optimization of the Process of Quality Control of Product Manufacturing in Sheet Rolling Shops Using Automation 110

Khasanov T.A., Skvortsova D.A., Edaev B.A. The Development of the Internet of Things and its

Role in Modern Logistics 113

Shabanova D.N., Maluka L.M. Graphical Model of Risk Management as a Way to Assess Organizational Processes 118

Shalin K.A., Nazarenko M.A. Application of an Automated System for Calculating the Integral Quality Indicator at an Enterprise of the Radioelectronic Complex 124

Mathematical, Statistical and Instrumental Methods in Economics

Egorov D.A., Bokaenkov D.M., Naydis O.A. Modification of the EOQ Model to Optimize the Inventory Management System of theCompany 127

Nikonorov V.M. Dynamics of Cash Income in the Russian Federation 132

Regional and Sectoral Economics

Abramov S.Yu., Leonova T.I. Principles and Model of Quality Management of the Implementation of the Smart City Project 137

Zhelezko M.M., Samokhval G.O., Kuzyashev A.N., Rakhmatullin Yu.Ya. Digitalization of Public Administration: Strategies and Prospects 143

Smolina D.S., Sorvina O.V. Construction of a System for Quality Control of Services of the Tourism and Recreational Cluster 147

Sorvina O.V., Kuleshova T.N. Using Situational Management Methods in Building an Industrial Project Development Strategy 152

Chefranov S.G., Siyukhov B.A., Amosov A.S. Augmented Reality (AR) in Tourism: New Horizons of Possibilities 157

World Economic

Kozenyasheva M.M., Chernousov D.A. Expansion of Chinese Wind Energy Companies out of China Market 164

Management

Muratova O.G. Marketing Promotion of an Antidiabetic Drug in Russia 173

Pashkovsky D.A. Main Issues in Identifying and Assessing Key Risks in the Field of Sustainable Development 179

Safonov K.B. Interaction of Employers with Educational Organizations in the Context of Implementing Strategies of Social Responsibility Of Business 183

УДК 1.2.2

А.А. АСТАНКОВ, А.Г. КРАВЕЦ, В.О. АРТЮШИН, К.Ю. ДЕРЕГУЗОВ
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМ ПАРКОВОЧНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ

Ключевые слова: городское пространство; парковка; управление.

Аннотация. В статье рассматривается проблема управления городским парковочным пространством. Целью данного исследования является разработка эффективной системы управления городским парковочным пространством с использованием инновационных методов и алгоритмов.

Задачи исследования:

– проанализировать существующие подходы к управлению городским парковочным пространством;

– выявить основные проблемы и недостатки существующих систем управления парковкой.

Гипотеза исследования: эффективное использование современных технологий и алгоритмов позволит значительно улучшить управление городским парковочным пространством, снизить транспортные заторы и повысить доступность парковки для горожан.

В ходе исследования был проведен анализ существующих подходов к управлению городским парковочным пространством, что позволило выявить основные проблемы и недостатки текущих систем управления парковкой.

Обнаруженные проблемы включают неэффективное использование мест, транспортные заторы, недостаточную интеграцию с общественным транспортом и другие аспекты, затрудняющие доступность парковочных мест для горожан. Эти результаты являются основой для разработки новых методов и алгоритмов, направленных на решение выявленных проблем и улучшение управления городским парковочным пространством.

Введение

Необходимость совершенствования и разработки методов и алгоритмов к решению задач управления городским парковочным пространством связана с резким ростом автомобилизации за последнее время. На начало 2024 г. рост количества автомобилей за последние десять лет увеличился в два раза [1], а количество парковочных мест практически не изменилось. Рост автомобилизации приводит к дефициту парковочных мест, особенно в плотно населенных районах. Необходимы новые методы и алгоритмы для более эффективного использования существующего парковочного пространства и оптимизации его распределения.

Методы и алгоритмы интеллектуальной обработки данных и машинного обучения помогают в решении задач управления городским парковочным пространством весьма эффективно. Генеративные методы и алгоритмы решат задачи в оптимизации размещения парковочных зон и структур в городе. Это включает в себя определение оптимальных местоположений новых парковочных объектов на основе анализа спроса и транспортных паттернов.

В целом разработка методов и алгоритмов для управления городским парковочным пространством имеет большое значение с точки зрения улучшения мобильности, снижения транспортной загруженности дорог, сокращения выбросов.

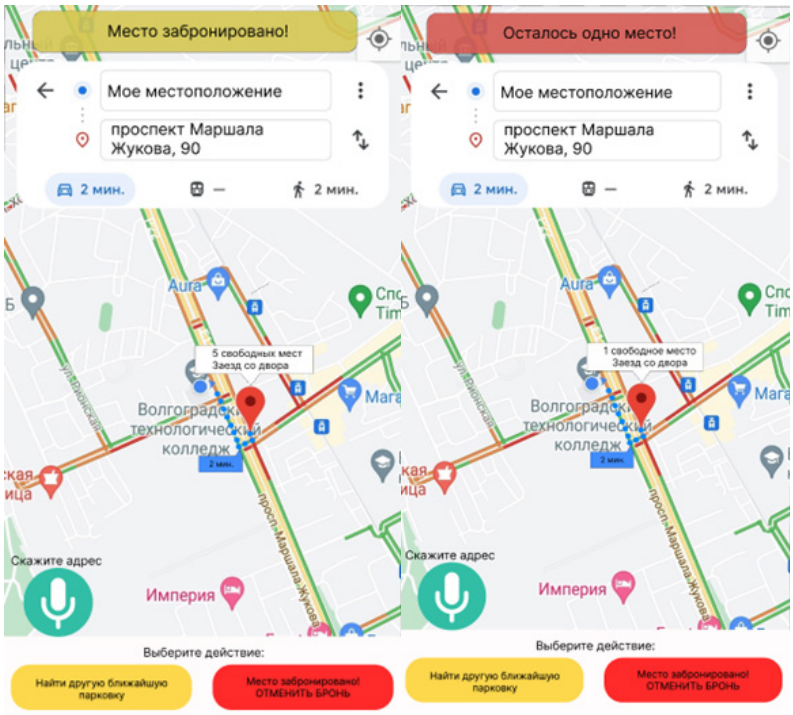

Рис. 1. Экранные формы разработанного мобильного приложения

Методы управления городским парковочным пространством

Управление городским парковочным пространством включает в себя разнообразные методы и стратегии, направленные на оптимизацию использования парковочных мест и обеспечение удовлетворения потребностей горожан. Ниже представлены некоторые из основных методов управления городским парковочным пространством [2].

1. Статическое управление:

– регламентация парковочных зон – установление правил и ограничений на использование парковочных зон в различных частях города, включая зоны временного паркования, места с ограниченным временем стоянки и т.д;

– зонирование – разделение города на зоны с различными парковочными политиками и тарифами в зависимости от спроса, времени суток, типа пользователей (жители, посетители, предприятия).

2. Динамическое управление:

– сенсоры и системы мониторинга – использование современных технологий, таких как датчики, камеры и сенсоры, для отслеживания загруженности парковочных мест в реальном времени;

– системы информации о парковке – развитие приложений и систем, предоставляющих информацию о доступности парковочных мест, помогающую водителям быстро находить свободные места;

– динамические тарифы – использование дифференцированных тарифов в зависимости от времени суток, уровня загруженности или других факторов, способствующих более эффективному использованию парковочных ресурсов.

3. Электронные платежные системы:

– мобильные приложения для оплаты парковки – интеграция современных электронных платежных систем, позволяющих пользователям оплачивать парковку через мобильные устройства;

– электронные карточки и транспондеры – внедрение электронных технологий для бесконтактной оплаты парковки и управления доступом.

4. Долгосрочное планирование:

– развитие парковочной инфраструктуры – анализ долгосрочных потребностей и пла-

нирование для создания новых парковочных зон, многоуровневых парковок и других элементов инфраструктуры;

– системы предупреждения: внедрение систем предупреждения о перегрузке парковочных мест и предоставление администрации инструментов для более эффективного реагирования на проблемы.

Современные технологии городского планирования и управления парковками

Современные технологии играют важную роль в городском планировании и управлении парковками, обеспечивая эффективное использование ресурсов и повышение уровня сервиса для городского населения. Можно выделить следующие современные технологии, используемые в городском планировании и управлении парковками [3].

1. Интернет вещей (*IoT*):

– сенсоры парковки – установка сенсоров на парковочных местах для мониторинга и передачи информации о доступности мест в реальном времени;

– системы счетчиков движения – использование *IoT*-счетчиков для анализа транспортных потоков и предсказания динамики использования парковочных зон;

– системы связанности – интеграция *IoT*-технологий для создания связанных систем, обеспечивающих обмен данными между различными элементами городской инфраструктуры.

2. Мобильные приложения и платформы:

– приложения для поиска парковки – разработка мобильных приложений, предоставляющих информацию о доступности парковочных мест, тарифах и направляющих водителей к свободным местам;

– электронные платежные системы – интеграция мобильных приложений для оплаты парковки, использование электронных кошельков и бесконтактных технологий;

– уведомления и предупреждения – предоставление уведомлений о времени окончания стоянки, изменениях в тарифах или предупреждениях об изменениях в парковочной политике.

Ранее было разработано мобильное приложение для поиска свободных мест на открытых парковках. Экранные формы изображены на рис. 1 [4].

3. Системы машинного обучения и анализа данных:

– прогнозирование спроса – применение методов машинного обучения для анализа и прогнозирования динамики спроса на парковочные места в зависимости от времени, сезона и других факторов;

– оптимизация распределения мест – использование алгоритмов машинного обучения для оптимизации распределения парковочных мест, учитывая текущую загруженность и предпочтения пользователей.

4. Беспилотные автомобили:

– автономная парковка – разработка систем автономной парковки, которые позволяют автомобилям самостоятельно находить и занимать парковочные места;

– интеграция с беспилотным общественным транспортом – обеспечение взаимодействия беспилотных транспортных средств с системами управления парковкой для оптимизации использования ресурсов.

Анализ проблем, связанных с существующими подходами для управления городским парковочным пространством

Существующие подходы к управлению городским парковочным пространством сталкиваются с несколькими проблемами, которые ограничивают их эффективность. Были выделены следующие проблемы у существующих подходов управления городским пространством [5].

1. Неэффективное использование пространства:

– проблема – это то, что некоторые парковочные зоны могут быть занимаемыми в большей степени, чем другие, что приводит к неэффективному использованию парковочного пространства;

– причины в отсутствии системы динамического управления, неспособности предсказать изменения в спросе, фиксированных тарифах.

2. Транспортные заторы и поиск парковки:

– проблема в том, что водители могут сталкиваться с транспортными заторами и тра-

тить значительное время на поиск свободного парковочного места;

– причины в отсутствии информации о доступности мест, сложности в ориентации, недостаточном количестве парковочных зон.

3. Низкий уровень внедрения современных технологий:

– проблема в том, что некоторые города не используют современные технологии, такие как сенсоры, системы мониторинга и мобильные приложения для управления парковками;

– причины в ограниченном бюджете, недостаточном понимании преимуществ современных технологий, сложностях во внедрении новых систем.

4. Высокие затраты на парковку:

– проблема в том, что поддержание и строительство парковочных зон могут быть дорогими и требуют значительных инвестиций;

– причины в ограниченных финансовых ресурсах городской администрации, сложностях в выделении земельных участков.

5. Сложности в изменении парковочной политики:

– проблема в том, что внесение изменений в парковочную политику может быть сложным процессом из-за необходимости учета множества факторов и участия различных заинтересованных сторон;

– причины в сопротивлении со стороны местных жителей, предприятий и других групп, сложностях в проведении пилотных проектов.

6. Экологические и социальные аспекты:

– проблема в том, что уделяется недостаточно внимания экологическим и социальным аспектам управления парковкой, включая влияние на окружающую среду и социальную доступность;

– причины в отсутствии общественного согласия, ограниченных ресурсах для проведения социальных исследований.

Заключение

Повышение доступности парковки становится все более важной целью в контексте растущего городского населения и автопарка. Анализ показал, что существующие подходы часто сталкиваются с проблемами неэффективного использования мест, транспортных заторов и недостаточной интеграции с общественным транспортом. Существующие подходы имеют несовершенства.

Несмотря на значительный прогресс в области управления парковочным пространством, остается много вызовов и возможностей для дальнейших исследований и развития. В будущем исследовании необходимо разработать новую технологию с применением генеративных моделей, а также выполнить оценку их воздействия на городскую среду и качество жизни горожан.

Список литературы

1. Число собственных легковых автомобилей по субъектам Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/trans-sv/t3-4.xls.

2. Adams, C. Smart parking systems: A study of user perceptions, requirements, and acceptance / C. Adams, K. Witkowski // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. – 2019. – No. 98. – P. 73–86.

3. Chowdhury, M. Smart parking management system using Internet of Things / M. Chowdhury, M. Sarif, M. Islam, F. Faisal // 2020 2nd International Conference on Electrical, Computer & Telecommunication Engineering (ICECTE), 2020. – P. 1–5.

4. Кравец, А.Г. Виртуальный ассистент водителя для поиска места на открытой парковке / А.Г. Кравец, А.А. Астанков, Г.А. Мокрушин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2022. – № 2. – С. 35–44.

5. Nourinejad, M. Optimal parking pricing strategies in urban areas: An agent-based optimization approach / M. Nourinejad, M. Roorda, H. Koutsopoulos // Transportation Research Part B: Methodological. – 2018. – No. 110. – P. 124–147.

References

1. Chislo sobstvennykh legkovykh avtomobiley po sub"yektam Rossiyskoy Federatsii [Electronic resource]. – Access mode : https://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/trans-sv/t3-4.xls.

4. Kravets, A.G. Virtual'nyy assistent voditelya dlya poiska mesta na otkrytoy parkovke / A.G. Kravets, A.A. Astankov, G.A. Mokrushin // Prikaspiyskiy zhurnal: upravleniye i vysokiye tekhnologii. – 2022. – № 2. – S. 35–44.

© А.А. Астанков, А.Г. Кравец, В.О. Артюшин, К.Ю. Дерегузов, 2024

УДК 004.41

Э.А. ГАЛИМОВ, А.М. ХАФИЗОВ
Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал), г. Салават

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПО СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПОРШНЕВЫМИ КОМПРЕССОРАМИ МЕТОДОМ ОПТИМИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ

Ключевые слова: антипомпажное регулирование; границы помпажа; поршневой компрессор; рабочая точка; система контроля.

Аннотация. В статье рассмотрены методы для модернизации системы контроля технологических параметров поршневых компрессоров. Целью исследования и разработки является увеличение эффективности контроля и управления поршневыми компрессорами. Задачами данной работы являются: сравнение методов прямоугольной и полярной систем координат, определяющих рабочую точку поршневого компрессора; разработка модуля на основе выбранного метода. В данной статье производится вычисление переменных технологического процесса, производимое алгоритмом регулирования, рассчитывается переменная, характеризующая положение рабочей точки, соответствующей приведенному номинальному расходу и номинальной приведенной скорости вращения. На основе метода полярных координат был разработан модуль расчета компрессора, работающего в условиях динамического управления, для антипомпажного регулирования в нужных пределах объема рециркулирующего или выбрасываемого в атмосферу газа.

В современных производственных условиях одним из наиболее важных элементов технологического процесса является поршневой компрессор. Он используется для поддержания требуемых давлений в системах газоперекачивания и для сжатия газов в различных производственных процессах [1].

Однако для эффективного контроля и управления поршневым компрессором необходима достаточно сложная система, которая учитывает как его конструктивные особенности, так и характеристики рабочей среды, которую он сжимает.

В связи с этим актуальным становится вопрос совершенствования системы контроля и управления поршневых компрессоров технологической установки. Данное исследование позволит рассмотреть актуальные методы и разработать программное обеспечение управления, что приведет к повышению эффективности работы компрессора, снижению расходов на его эксплуатацию и улучшению качества производственного процесса в целом.

Таким образом, изучение и совершенствование системы контроля и управления поршневых компрессоров технологической установки являются важной задачей, которая заслуживает глубокого анализа и исследования.

Целью исследования является сравнение точности определения запаса прочности различных методов для модернизации системы контроля технологических параметров поршневых компрессоров.

Материалы и методы

Для исследования функции, характеризующей изменение границы помпажа, определяющей рабочую точку поршневого компрессора, были использованы методики, описанные в работе [2].

Системы контроля и управления помогают избежать опасных колебаний напора и расхода в компрессорах. Рассмотренные методы позволяют эффективно распределять общую нагрузку с

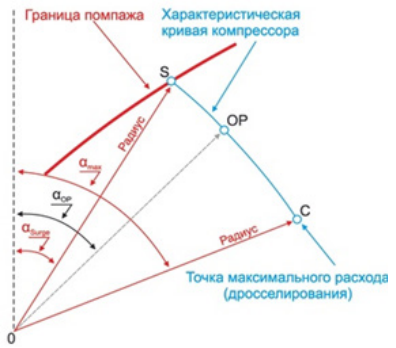

Рис. 1. Полярная система координат

использованием процедур настроек, обеспечивающих антипомпажное регулирование и упрощающих внедрение адаптивного управления.

Для того чтобы оценить все возможные риски в работе поршневого компрессора, используется параметр «запас по помпажу», демонстрирующий расстояние между рабочей точкой и точкой помпажа. Одним из методов расчета рабочей точки является прямоугольная система координат.

Прямоугольные системы координат

В данной системе запас и коэффициент запаса прочности отличаются от фактического, который не эквивалентен расстоянию до предела перенапряжения [7]. Этот метод основан на расчете параметра *PV*:

$$PV(\%) = 100\% \frac{\left(\frac{\Delta P}{P}\right)_{OP} - \left(\frac{\Delta P}{P}\right)_{SLH}}{\left(\frac{\Delta P}{P}\right)_{SLH}} \Big|(Rc)_{OP} = 100\% \left(\frac{\left(\frac{\Delta P}{P}\right)_{OP}}{\left(\frac{\Delta P}{P}\right)_{SLH}} - 1 \right) \Big|(Rc)_{OP}. \quad (1)$$

Формула (1) применяется для вычисления переменной, соответствующей порогу безопасности, при нахождении фактического расстояния и точек помпажа на характеристической кривой. Эффективность данного метода определяется при совпадении порога безопасности с фактическим запасом прочности. Тем не менее с помощью прямоугольных координат нельзя точно определить точку уставки для различных характеристических кривых. Данное несоответствие приводит к повышенной чувствительности системы к малейшим изменениям, что может вызывать нестабильность ее работы [8].

Полярные системы координат

Недостаточность чувствительности прямоугольной системы координат может быть значительно уменьшена путем использования полярных координат, где каждая точка определяется расстоянием от начала координат и углом [9].

Для адаптации полярной системы начало координат смещается: вертикальная координата трансформируется из Rc в $(Rc - 1)$, а горизонтальная из $\Delta P/P$ в $\sqrt{(\Delta P/P)}$, что соответствует числу Маха (Ma) [4].

С помощью новых методик, базирующихся на полярных координатах, можно улучшить процесс антипомпажного регулирования, для этого производится замена координаты $(Rc - 1)$ функцией $f(Rc - 1)$, что позволяет вычислить процентное значение *PV*:

$$PV(\%) = 100\% \frac{a_{op} - a_{const}}{a_{const}}. \quad (2)$$

Работа поршневого компрессора может быть объяснена смещением рабочей точки в сторону минимального или максимального расхода вдоль характеристической кривой или переходом от одной кривой к другой с изменением радиуса, измеряемого от мнимого начала координат.

Оптимизация характеристической кривой

Функционирование компрессора можно

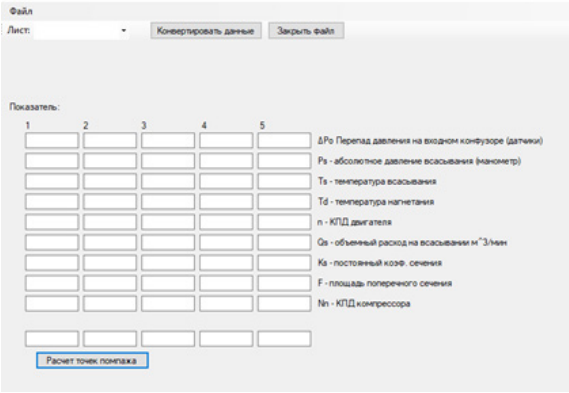

Рис. 2. Интерфейс модуля

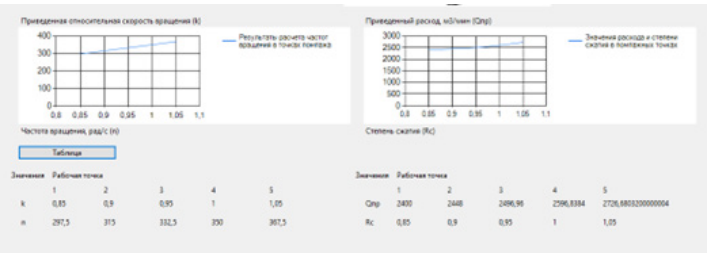

Рис. 3. Результаты расчетов

представить как динамический процесс, в котором рабочая точка перемещается вдоль его характеристической кривой. Это движение может происходить как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения расхода. Дополнительно возможен переход с одной кривой на другую, что эквивалентно изменению радиуса относительно некоторой опорной точки. Этот принцип наглядно продемонстрирован на рис. 1 [10].

Метод, визуализированный на рис. 1, основан на преобразовании прямоугольных координат (Rc – 1) в полярные. При этом радиусы, соединяющие центральную точку с точками расхода на каждой характеристической кривой, принимаются равными. С помощью такого подхода можно вычислить параметр PV для каждого радиуса в диапазонах изменения положения рабочей точки:

$$PV(\%) = 100\% \frac{a_{op} - a_{surge}}{a_{choke} - a_{surge}} \Big| Radius. \qquad (3)$$

PV – это переменная, отражающая положение рабочей точки поршневого компрессора на шкале от 0 до 100 %. Изменение значения PV позволяет точно определить, насколько рабочая точка смещена в сторону помпажа. Эта переменная обеспечивает полный обзор рабочего диапазона компрессора, что позволяет разработать модуль по системе контроля и управления поршневыми компрессорами для установки пределов безопасности с максимальной точностью, учитывая его технические характеристики.

Итак, компрессору, работающему в условиях динамического управления, необходимо антипомпажное регулирование для изменения в нужных пределах объема рециркулирующего или выбрасываемого в атмосферу газа. После вычисления переменных технологического процесса, производимого алгоритмом регулирования, рассчитывается переменная PV для каждого радиуса, характеризующая положение рабочей точки, соответствующей приведенным параметрам.

На графике характеристики компрессора выбираем пять значений приведенных параметров и вычисляем соответствующую частоту вращения для каждой точки.

Установившийся режим работы компрес-

Номер точки	Степень сжатия I	Функция f1 (Rc)		Номер точки	скорость, (в % от	f(n)
1	1	0		1	0,3	2,59
2	1,33	0,3		2	0,69	2,59
3	1,37	0,33		3	0,74	2,65
4	1,42	0,37		4	0,78	2,67
5	1,47	0,41		5	0,82	2,72
6	1,53	0,45		6	0,86	2,82
7	1,59	0,5		7	0,9	2,98
8	1,63	0,52		8	0,93	3,23
9	9,99	3,67		9	1	3,44

Рис. 4. Результаты расчетов в *Excel*

сора достигается при совпадении фактических параметров давления нагнетания и расхода с характеристиками компрессора. Это точка пересечения кривых давления и расхода, называемая рабочей точкой. Увеличение сопротивления приводит к смещению рабочей точки вверх и влево вдоль кривой давления. Это обусловлено необходимостью повышения давления для поддержания заданного расхода. Линия границы помпажа формируется совокупностью точек, характеризующихся минимально устойчивым расходом и максимальным давлением, и определяет предельные режимы работы компрессора. Для построения этой линии используются расчеты, основанные на полярной системе координат, которые позволяют описать изменение границы помпажа в зависимости от параметров системы.

Заключение

Использование полярных координат для антипомпажного регулирования поршневого компрессора предоставляет ряд преимуществ перед другими методами. Определение запаса прочности в полярных координатах не зависит от угла наклона характеристических кривых компрессора. Это гарантирует одинаковую точность расчета для всех технологических условий. Благодаря высокой точности и быстроте регулирования компрессор может функционировать в более широком диапазоне рабочих параметров. Расширенный рабочий диапазон минимизирует рециркуляцию и продувку, что напрямую ведет к повышению общей эффективности работы компрессорного оборудования.

Список литературы

1. Поршневые компрессоры. Работа и принцип действия. Технические характеристики и применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://intech- gmbh.ru/piston_compr.
2. Бершадер, Р.А. Как с помощью ПИД-методов защитить компрессоры от помпажа и дросселирования / Р.А. Бершадер // Control Engineering. – 2023. – № 04(103). – С. 12–15.
3. Проза.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://proza.ru/2018/07/04/598 #:~:text="Полное%20давление%20в%20одной%20отдельно,Статическое%20давление%20и%20наоборот%3A%20Рстат.
4. Число Маха. (Сверхзвук, часть 2) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://avia-simply.ru/chislo-maha.
5. Измеркон [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://izmerkon.ru/podderzhka/publikaczii/izmerenie-effektivnosti-vozdushnyix-kompressorov.html.
6. Михайлов, Д.Я. Расчет предпомпажных состояний газотурбинной установки / Д.Я. Михайлов // Молодой ученый. – 2009. – № 2(2). – С. 18–22.
7. Расчет компрессоров. Подбор компрессорного оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://intech-gmbh.ru/ compr_calculation _and_selection.
8. Определение границы помпажа [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.chem21.info/info/1584207/.
9. Полярная система координат [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://bigenc.ru/c/

poliarnaia-sistema-koordinat-631683.
10. Нефтемагнат [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.neftemagnat.ru/enc/88.

References

1. Porshnevyye kompressory. Rabota i printsip deystviya. Tekhnicheskiye kharakteristiki i primeneniye [Electronic resource]. – Access mode : https://intech- gmbh.ru/piston_compr.
2. Bershader, R.A. Kak s pomoshch'yu PID-metodov zashchitit' kompressory ot pompazha i drosselirovaniya / R.A. Bershader // Control Engineering. – 2023. – № 04(103). – S. 12–15.
3. Proza.ru [Electronic resource]. – Access mode : https://proza.ru/2018/07/04/598 #:~:text="Polnoye%20davleniye%20v%20odnoy%20otdel'no,Staticheskoye%20davleniye%20i%20naoborot%3A%20Rctat.
4. Chislo Makha. (Sverkhzvuk, chast' 2) [Electronic resource]. – Access mode : http://avia-simply.ru/chislo-maha.
5. Izmerkon [Electronic resource]. – Access mode : https://izmerkon.ru/podderzhka/ publikaczii/ izmerenie-effektivnosti-vozdushnyix-kompressorov.html.
6. Mikhaylov, D.YA. Raschet predpompazhnykh sostoyaniy gazoturbinnoy ustanovki / D.YA. Mikhaylov // Molodoy uchenyy. – 2009. – № 2(2). – S. 18–22.
7. Raschet kompressorov. Podbor kompressornogo oborudovaniya [Electronic resource]. – Access mode : https://intech-gmbh.ru/ compr_calculation _and_selection.
8. Opredeleniye granitsy pompazha [Electronic resource]. – Access mode : https://www.chem21.info/info/1584207/.
9. Polyarnaya sistema koordinat [Electronic resource]. – Access mode : https://bigenc.ru/c/ poliarnaia-sistema-koordinat-631683.
10. Neftemagnat [Electronic resource]. – Access mode : https://www.neftemagnat.ru/enc/88.

© Э.А. Галимов, А.М. Хафизов, 2024

УДК 658.511

А.В. ГОРЕЛИК, Е.Д. ИСЛЯМОВА, А.Н. МАЛЫХ, А.В. ПОЧУЕВ
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва

ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НЕОБХОДИМЫМИ РЕСУРСАМИ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ключевые слова: имитационное моделирование; обслуживание заявок; производственный процесс; ресурсное обеспечение; статистический эксперимент.

Аннотация. Целью работы является исследование методов оценки обеспеченности производственного процесса необходимыми ресурсами с использованием имитационного моделирования. Основной задачей исследования является разработка алгоритма эффективного планирования технологических процессов. В работе предложена и обоснована гипотеза об эффективности применения имитационной модели для оптимизации планирования производственных процессов при наличии случайных объемов работ в сравнении с другими известными методами. Предложена имитационная модель управления ресурсами, основанная на алгоритме «буферизации» заявок на выполнение отдельных работ с использованием методов теории случайных импульсных потоков. Авторами сделан вывод о том, что применение предложенного алгоритма имитационного моделирования позволяет качественно улучшить планирование и распределение ресурсов для организации производственного процесса.

Имитационное моделирование – метод моделирования, используемый для изучения сложных систем путем создания и анализа компьютерных моделей, которые воспроизводят процессы реальной системы. Этот метод может использоваться для управления рисками в различных областях. Он позволяет моделировать различные сценарии развития событий, оценивать вероятность возникновения рисков и их воздействие на систему или производственный процесс. Анализ множества симуляций (итераций) используется для выявления критических точек и уязвимостей исследуемой системы, что дает возможность принимать эффективные управленческие решения. Имитационное моделирование также применимо для анализа стратегий управления рисками и тестирования реакции системы на различные сценарии, что позволяет реализовывать эффективные стратегии для предотвращения негативных и опасных последствий для различных производственных процессов.

Анализ проблемного поля показал, что ключевыми пользователями имитационной модели технологических процессов, связанных с обслуживанием различных заявок (выполнением работ), являются структуры и предприятия, где наблюдается несоответствие между требуемыми и доступными ресурсами, а также нет убедительной аргументации для обоснования нужного количества ресурсов, необходимых для выполнения той или иной технологической операции (комплекса работ). В то же время использование имитационного метода затруднительно при отсутствии эффективного алгоритма, описывающего процесс анализа уровня обеспеченности производственного процесса нужными ресурсами. Рассмотрим основные причины необходимости разработки имитационной модели обеспеченности производственного процесса требуемыми ресурсами.

1. Результатом математических расчетов являются, как правило, усредненные значения оцениваемых показателей, которые не учитывают особенности отдельных работ, случайный характер времени их выполнения, трудоемкость и другие факторы. Аналогичные недостатки относятся и к экспертному методу, при котором оценка величины требуемых ресурсов носит субъективный характер. Как следствие, испол-

нитель не имеет необходимых аргументов для обоснования требуемого объема ресурсов.

2. Ограниченный объем имеющихся финансовых и трудовых ресурсов требует их экономного и адресного использования. При этом необходимая точность оценки для конкретного производственного процесса может быть достигнута только методами компьютерного моделирования.

3. Из-за устаревших методов оценки нормативных значений трудоемкости отдельных видов работ, не учитывающих индивидуальные особенности проекта, запрашиваемый объем ресурсов часто не соответствует объективным потребностям.

Все вышеперечисленное приводит к проблеме существенного несоответствия требуемых и фактически предоставляемых или запланированных объемов ресурсов. Так, например, при расчете числа работников по существующим нормативам численности работников дистанций сигнализации, централизации и блокировки ОАО «РЖД» [1; 2] требуется, в частности, учитывать различные особенности организации труда: совмещение профессий и должностей, увеличение обслуживаемых зон, перераспределение работ между исполнителями, применение рациональных режимов труда и отдыха и уровень трудовых затрат (в соответствии со ст. 160 Трудового кодекса РФ). При этом при расчете потребной численности персонала следует также учитывать, что ряд работ носит случайный характер, то есть их количество в течение планового периода является случайной величиной (например, восстановление работоспособности устройств после их отказов, сопровождение ремонтов и различных работ, выполняемых специалистами смежных хозяйств и так далее). Также случайными величинами являются время выполнения работ, время следования к месту проведения работ, затраты различных материальных ресурсов и так далее. В этом случае имитационная модель производственного процесса должна использоваться для проведения серий статистических экспериментов, на основании которых можно сделать статистически обоснованный вывод о том, с какой вероятностью объем имеющихся ресурсов и система организации труда будут достаточными для выполнения запланированного объема работ.

При разработке имитационной модели технологических процессов, связанных с выполнением отдельных работ (обслуживанием заявок), важно правильно выбрать используемую математическую модель. Рассмотрим три наиболее распространенные математические модели.

Метод Монте-Карло: суть метода заключается в применении генератора случайных чисел, который используется для многократного моделирования времени выполнения различных работ и других случайных характеристик производственного процесса.

Для моделирования производственного процесса эксплуатации объектов железнодорожной инфраструктуры в работах [3] было предложено использовать методы теории массового обслуживания.

Теория массового обслуживания – теория, основанная на том, что любую систему, в которой поток заявок встречает ограниченные средства их удовлетворения, можно рассматривать как систему массового обслуживания. В частности, если моменты поступления заявок или продолжительность их обслуживания не регламентируются, то при пользовании системой возникают различные конфликты, а также образуется очередь, длина которой зависит от интенсивности потока заявок и числовых характеристик случайной величины времени обслуживания заявки.

Для построения имитационной модели обеспеченности производственного процесса необходимыми ресурсами предлагается модель, построенная на основе теории случайных импульсных потоков, рассмотренных ранее в работах [4; 5]. В соответствии с данным подходом каждая из отдельных работ рассматриваемого производственного процесса может быть представлена в виде случайного импульса, расположенного на оси времени t. Длительность импульса τ будет соответствовать случайной величине времени выполнения работы, причем $\tau = t_2 - t_1$, где t_1 – момент начала выполнения работы, t_2 – момент завершения выполнения работы.

В основе имитационного алгоритма лежит модель «буферизации» всех запланированных работ. Это означает, что соответствующий импульс может располагаться на одной из трех осей времени: ось буфера работ, ось текущих работ (ось оперативного планирования) и ось случайных (незапланированных) работ. В буфере отображается множество работ, требующих выполнения, причем очередность выполнения указанных работ постоянно изменяется на каждом шаге оперативного планирования.

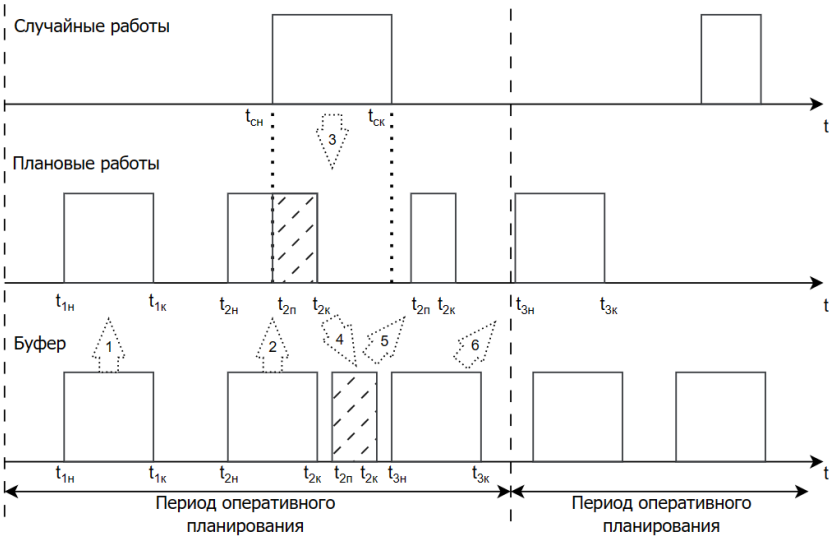

Рис. 1. Модель статистического эксперимента

Изменение очередности работ связано с тем, что каждая из них может быть выполнена в строго заданный промежуток времени с учетом предоставления так называемых «окон» для производства работ и назначенным предельно допустимым сроком исполнения каждой работы. При этом возможна ситуация, когда на оси случайных работ возникает импульс (например, отказ устройства), из-за чего текущие плановые работы приходится временно отложить, из-за чего они переносятся на ось буфера работ, а время выполнения такой незавершенной работы изменяется по сравнению с первоначальным значением. В результате такого имитационного эксперимента моделируется процесс выполнения множества запланированных и случайных работ на рассматриваемом интервале времени, при этом запланированные работы поступают на ось оперативного планирования из буфера в соответствии с текущей очередностью с учетом динамического приоритета каждой отдельной работы, а незапланированные работы возникают на оси случайных работ в случайные моменты времени. На рис. 1 представлена модель статистического эксперимента. Здесь в момент появления отказа текущая плановая работа с началом времени $t_{2н}$ прерывается (время $t_{2п}$) и переносится на ось буфера (стрелка 4), выполняется случайная работа (стрелка 3). Далее из буфера прерванная ранее работа переносится на ось текущих плановых работ (стрелка 5) и завершается в момент времени $t_{2к}$. Так как времени в первом периоде оперативного планирования на выполнение всех работ, находящихся на оси буфера, не осталось, работа с началом времени $t_{3н}$ переносится на следующий период оперативного планирования (стрелка 6). На основе набора таких экспериментов с различными исходами модель формирует результат в виде вероятности выполнения заданного объема работ за исследуемый период времени. Такой способ оценки позволяет произвести эффективную корректировку плана и объема работ, исходя из имеющихся ресурсов, а также обосновать требуемое количество ресурсов на выполнение плана с заданной вероятностью.

Список литературы

1. Об утверждении Нормативов численности работников дистанций сигнализации, централизации и блокировки ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://scbist.com/scb/uploaded/1056_normative_chisl_szb.pdf.

2. Горелик, А.В. Расчет требуемой величины трудозатрат для выполнения дополнительных работ в хозяйстве автоматики и телемеханики / А.В. Горелик, Д.В. Астапенко, Н.В. Бугреев [и др.] // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 3(141). – С. 23–26.

3. Неваров, П.А. Применение методов теории массового обслуживания для анализа эффективности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики / П.А. Неваров // Наука и техника транспорта. – 2009. – № 4. – С. 59–61.

4. Седякин, Н.М. Элементы теории случайных импульсных потоков / Н.М. Седякин. – М. : Советское радио, 1965.

5. Горелик, А.В. Модель оценки безопасности систем железнодорожной автоматики по параметрам движения поездов / А.В. Горелик, Н.А. Тарадин, П.А. Неваров // Наука и техника транспорта. – 2008. – № 4. – С. 78–81.

References

1. Ob utverzhdenii Normativov chislennosti rabotnikov distantsiy signalizatsii, tsentralizatsii i blokirovki OAO «RZHD» [Electronic resource]. – Access mode : http://scbist.com/scb/uploaded/1056_normative_chisl_szb.pdf.

2. Gorelik, A.V. Raschet trebuyemoy velichiny trudozatrat dlya vypolneniya dopolnitel'nykh rabot v khozyaystve avtomatiki i telemekhaniki / A.V. Gorelik, D.V. Astapenko, N.V. Bugreyev [i dr.] // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 3(141). – S. 23–26.

3. Nevarov, P.A. Primeneniye metodov teorii massovogo obsluzhivaniya dlya analiza effektivnosti funktsionirovaniya sistem zheleznodorozhnoy avtomatiki i telemekhaniki / P.A. Nevarov // Nauka i tekhnika transporta. – 2009. – № 4. – S. 59–61.

4. Sedyakin, N.M. Elementy teorii sluchaynykh impul'snykh potokov / N.M. Sedyakin. – M. : Sovetskoye radio, 1965.

5. Gorelik, A.V. Model' otsenki bezopasnosti sistem zheleznodorozhnoy avtomatiki po parametram dvizheniya poyezdov / A.V. Gorelik, N.A. Taradin, P.A. Nevarov // Nauka i tekhnika transporta. – 2008. – № 4. – S. 78–81.

© А.В. Горелик, Е.Д. Ислямова, А.Н. Малых, А.В. Почуев, 2024

УДК 004.8

Ш.М. ИСАЕВ, М.Г. МАГОМЕД-КАСУМОВ
Дагестанский федеральный Исследовательский центр Российской академии наук;
Дагестанский филиал Федерального исследовательского центра
«Единая геофизическая служба Российской академии наук», г. Махачкала

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИИ В РАБОТУ ОРГАНИЗАЦИИ С ЦЕЛЬЮ АВТОМАТИЗАЦИИ ЕЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Ключевые слова: автоматизация; бизнес; бизнес-процессы; искусственный интеллект (**ИИ**); нейросеть; технологии; управление организацией; цифровизация.

Аннотация. В статье рассматривается вопрос эффективности внедрения ИИ в работу организации с целью автоматизации ее бизнес-процессов. Проводится анализ направлений использования ИИ в организациях и его преимуществ для автоматизации бизнес-процессов.

Результаты исследования: те компании, которые знают об особенностях ИИ и могут использовать продукты ИИ в бизнесе, показывают более эффективные результаты.

Введение

За последние 2–3 года каждый человек в отдельности и общество в целом стали свидетелями того, насколько быстро ИИ развивается и используется в самых разных сферах человеческой жизнедеятельности, включая управление организациями и автоматизацию бизнес-процессов (при условии, что соответствующие модели ИИ будут созданы и их смогут адаптировать в компаниях).

От того, насколько успешно в бизнес-процессы будет внедрен искусственный интеллект, зависят степень и уровень повышения эффективности бизнес-процессов и их автоматизации.

Правильно внедренный в работу компании искусственный интеллект способен проанализировать большое количество данных, выявить различные скрытые закономерности в работе компании, спрогнозировать тренды и предложить оптимальные для компании решения на основании тех данных, которые подлежат обработке.

Использование ИИ в управлении бизнес-процессами дает возможность руководству автоматизировать различные рутинные задачи, требовавшие ранее участия человека.

Гипотеза исследования: показать, как именно ИИ может улучшить работу компаний, какие способы и стратегии можно использовать для создания и обучения ИИ, а также рассмотреть несколько примеров уже успешного ввода ИИ в работу компаний.

Дискуссия и результаты

На данный момент все мировое общество переживает самый настоящий технологический прорыв в большинстве научных областей, однако быстрее всех остальных в современном мире развиваются именно *IT*-технологии. Действительно, XXI век просто переполнен самыми разными технологиями, в особенности в сфере автоматизации (среди таких технологий можно выделить и искусственный интеллект), причем некоторые такие достижения находятся в открытом доступе для большинства пользователей.

Одним из ярких примеров доступных для пользователей разработок в сфере ИИ является *ChatGPT*. Еще совсем недавно этот сервис удивлял даже опытных пользователей доступным функционалом, и это было в то время, когда компания-прародитель этого продукта ИИ уже создавала четвертую версию *GPT* (*GPT*-4), которая во многом обновляла предыдущую версию по части креативности и рассуждений при взаимодействии с пользователями [1].

Учитывая уже эту разработку и ее особен-

ности, а также пользу для различных сфер, можно сказать, что создание ИИ для *IT*-сектора и иных секторов, в которых необходимо автоматизировать бизнес-процесс, было вопросом времени. Дело в том, что благодаря ИИ и его правильному применению в различных направлениях можно увеличить скорость принятия решений, значительно снизить затраты, улучшить производительность бизнес-процессов и т.д. В некотором смысле использование ИИ в современном мире превратилось в один из инструментов сохранения конкурентоспособности компании.

В общем виде ИИ – это программа, которая имитирует поведение или мыслительные процессы, формируемые человеком. Использование ИИ и подход к нему будут зависеть от области науки, в которой ИИ будет применяться. В последнее время ИИ стал центром обсуждения не только в ИТ-сфере и технических науках, но и в математике, социологии, логистике, товарном деле, юриспруденции и многих других областях [4].

Разработчики, главы компаний и иные специалисты и структуры отметили пользу и важность ИИ. Тезисно можно выделить следующие преимущества использования ИИ.

1. Автоматизирование различных рутинных задач. Примеры такого использования: распознавание и классификация документации; обработка и анализ данных в большом объеме; выполнение монотонных задач, сложных для человека ввиду как раз своей монотонности и рутинности.

2. Исследование данных и прогнозирование. Как отмечается, искусственный интеллект способен анализировать обширные объемы данных, выявлять закономерности и тенденции в этих данных. Эти вычисления могут помочь компаниям прогнозировать развитие своего бизнеса и разрабатывать стратегии на основе результатов работы искусственного интеллекта. Например, прогнозирование рыночных трендов, оптимизация запасов, прогнозирование спроса на различные товары и т.д.

3. Улучшение взаимодействия с клиентами. Искусственный интеллект способен автоматизировать процессы обслуживания клиентов, отвечать на наиболее распространенные запросы, обрабатывать жалобы, давать рекомендации и т.д.

4. Автоматизация принятия решений. Искусственный интеллект способен автоматизировать процесс принятия решений, основываясь на анализе имеющейся информации. Например, искусственный интеллект может решать вопросы ценообразования, управлять запасами, планировать производственную деятельность и т.д.

Также выделим ключевые технологии и методики автоматизации бизнес-процессов.

1. Машинное обучение. При машинном обучении компьютерные системы обучаются и работают на основе данных и опыта. Например, это позволяет создавать алгоритмы и модели для анализа данных, оптимизации данных, принятия решений.

2. Обработка языка. Обработка естественного языка позволяет компьютерам через искусственный интеллект понимать человеческий язык (речь или текст) и обрабатывать его. Для автоматизации бизнес-процессов обработка языка используется для анализа и классификации данных, создания чат-ботов, автоматического перевода.

3. Компьютерное зрение. Эта технология позволяет компьютерам распознавать видео и изображения. Для автоматизации бизнес-процессов компьютерное зрение полезно при распознавании объектов, обнаружении дефектов, контроле качества.

4. Робототехника. Робототехника создает и программирование роботов. Для автоматизации бизнес-процессов это полезно при выполнении физических рутинных задач, таких как упаковка, доставка, сборка и другие операции, которые обычно выполняются людьми.

5. Принятие решений на основе данных и правил. Это помогает оптимизировать процессы, управлять ресурсами и принимать решения.

Каково будущее, в котором искусственный интеллект используется для автоматизации бизнес-процессов в различных областях? Можно выделить несколько тенденций.

1. Автоматизация бизнес-процессов.

2. Повышение эффективности и производительности, особенно в компаниях, работающих с однотипными данными или выполняющих повторяющиеся задачи.

3. Ускорение принятия решений на основе анализа больших объемов данных.

4. Развитие возможностей автоматизации бизнес-процессов, включая создание искусственных ассистентов.

5. Интеграция с другими технологиями, такими как блокчейн, облачные хранилища и т.д. При этом важно помнить о разработке и из-

менении правовых и этических аспектов, что в особенности касается сохранения конфиденциальности информации, прозрачности алгоритмов и ответственности за все те решения, которые ИИ будет принимать в той или иной области.

Сеть пиццерий «Додо Пицца» ввела в работу голосового робота-помощника на основе ИИ *Yandex SpeechKit*. Робот распознает речь и способен самостоятельно, без помощи со стороны человека, решать до 35 % проблем клиентов, что положительно сказалось на оптимизации затрат на колл-центр.

Для примера: за октябрь 2021 г. колл-центр пиццерии обработал около 220 тысяч звонков, а использование робота помогло компании сэкономить примерно один миллион рублей (и это ежемесячная, а не разовая экономия) [8].

В 2021 г. та же компания, используя *Microsoft Azure Machine Learning*, обратилась за сотрудничеством к *Microsoft* и *Crayon* для создания ИИ по прогнозированию расхода компонентов для пиццы. До использования этого ИИ компания сама (точнее, каждая пиццерия в отдельности) считала примерное количество закупаемых товаров и компонентов для пицц, из-за чего стандартной практикой стал избыток одних компонентов и нехватка других.

После появления ИИ список продуктов стал формироваться за пару минут (вместо нескольких часов ручной работы), а точность прогнозирования стала выше на 18 %. В итоге, согласно прогнозам, компания каждый год стала экономить примерно 54 миллиона рублей.

Другой пример – *X*5 *Retail Group*. Компания внедрила искусственное зрение, при котором ИИ, анализируя данные с видеокамер, подавал сигнал при отсутствии какого-либо товара на полках. Также компания вместе с «Ланит-Интеграцией» вводит ИИ для анализа и обнаружения событий в *IT*-инфраструктуре.

Пример использования ИИ здесь – мониторинг информационных систем на всех уровнях (от компьютеров до кассовых аппаратов). Польза ИИ – оперативно находить сбои и решения устранения таких сбоев [9].

Наконец, компании «Газпромнефть», «Роснефть» и «Мессояханефтегаз» используют ИИ для бурения. ИИ создает компьютерные модели скважины и контролирует процесс бурения. Итог – скорость бурения стала больше на 10 %. Также улучшилась безопасность всех работ, связанных с бурением [6].

Заключение

Исследование показало, что ИИ в бизнесе, вне зависимости от того, какую роль и какие функции ИИ будет выполнять, является очередным эволюционным шагом для развития компаний. Те компании, которые знают об особенностях ИИ и могут использовать продукты ИИ в бизнесе, показывают более эффективные результаты. С другой стороны, пока что ИИ и варианты его использования в компаниях для построения бизнеса – это все еще что-то инновационное, непривычное. В России примеров использования ИИ для бизнеса не так много, однако нет таких примеров, при которых правильно настроенная система для автоматизации бизнеса показала бы себя с плохой стороны.

Список литературы

1. Бурдакова, Е.В. Эффективность внедрения искусственного интеллекта в бизнес-процессы организации / Е.В. Бурдакова. – Издательство «Экономика», 2018.
2. Как Yandex SpeechKit помогает колл-центру «Додо Пиццы» обрабатывать более 220 тысяч звонков в месяц // Yandex Cloud [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://cloud.yandex.ru/cases/dodopizza.
3. Морозов, И.В. Искусственный интеллект: применение в организационных процессах / И.В. Морозов. – Издательство «Наука и технологии», 2021.
4. Николаев, М.С. Анализ внедрения искусственного интеллекта в организации / М.С. Николаев. – Издательство «Менеджмент и бизнес», 2019.
5. Искусственный Интеллект в розничной торговле [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://zen.yandex.ru /media/aiqcnt/iskusstvennyiintellekt-v-roznichnoi-torgovle-5c3c50107c705800aa422dfe.
6. Орехов, В.Д. Эффективность применения искусственного интеллекта в автоматизации бизнес-процессов / В.Д. Орехов. – Издательство «Инновации и развитие», 2016.

7. Рыжова, Т.Н. Применение искусственного интеллекта для автоматизации бизнес-процессов организации / Т.Н. Рыжова. – Издательство «Модерн», 2015.
8. До 54 млн рублей в год будет экономить Dodo Brands с помощью ИИ Microsoft [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://news.microsoft.com/ru-ru/dodo-brands-ai-microsoft.
9. X5 Group запускает платформу мониторинга ИТ-ландшафта на базе искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.vedomosti.ru/press_releases/2023/02/13/x5-group-zapuskaet-platformu-monitoringa-it-landshafta-na-baze-iskusstvennogo-intellekta.

References

1. Burdakova, Ye.V. Effektivnost' vnedreniya iskusstvennogo intellekta v biznes-protsessy organizatsii / Ye.V. Burdakova. – Izdatel'stvo «Ekonomika», 2018.
2. Kak Yandex SpeechKit pomogayet koll-tsentru «Dodo Pitstsy» obrabatyvat' boleye 220 tysyach zvonkov v mesyats // Yandex Cloud [Electronic resource]. – Access mode : https://cloud.yandex.ru/cases/dodopizza.
3. Morozov, I.V. Iskusstvennyy intellekt: primeneniye v organizatsionnykh protsessakh / I.V. Morozov. – Izdatel'stvo «Nauka i tekhnologii», 2021.
4. Nikolayev, M.S. Analiz vnedreniya iskusstvennogo intellekta v organizatsii / M.S. Nikolayev. – Izdatel'stvo «Menedzhment i biznes», 2019.
5. Iskusstvennyy Intellekt v roznichnoy torgovle [Electronic resource]. – Access mode : https://zen.yandex.ru /media/aiqcnt/iskusstvennyiintellekt-v-roznichnoi-torgovle-5c3c50107c705800aa422dfe.
6. Orekhov, V.D. Effektivnost' primeneniya iskusstvennogo intellekta v avtomatizatsii biznes-protsessov / V.D. Orekhov. – Izdatel'stvo «Innovatsii i razvitiye», 2016.
7. Ryzhova, T.N. Primeneniye iskusstvennogo intellekta dlya avtomatizatsii biznes-protsessov organizatsii / T.N. Ryzhova. – Izdatel'stvo «Modern», 2015.
8. Do 54 mln rubley v god budet ekonomit' Dodo Brands s pomoshch'yu II Microsoft [Electronic resource]. – Access mode : https://news.microsoft.com/ru-ru/dodo-brands-ai-microsoft.
9. X5 Group zapuskayet platformu monitoringa IT-landshafta na baze iskusstvennogo intellekta [Electronic resource]. – Access mode : https://www.vedomosti.ru/press_releases/2023/02/13/x5-group-zapuskaet-platformu-monitoringa-it-landshafta-na-baze-iskusstvennogo-intellekta.

© Ш.М. Исаев, М.Г. Магомед-Касумов, 2024

УДК 681.5

И.П. КУЛИКОВ, А.М. ХАФИЗОВ
Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал), г. Салават

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УЗЛА АБСОРБЦИИ

Ключевые слова: абсорбция; компьютерный тренажер; моделирование; *CoDeSys V*2.3.

Аннотация. Целью работы является разработка математической модели технологического процесса узла абсорбции, которая позволит обеспечить непрерывное автоматическое регулирование технологического процесса на заданном участке производства. Для этого необходимо решить следующие задачи: использовать математическую модель в программе *CoDeSys V*2.3 для формирования знаний и навыков сотрудников производства для лучшего управления технологическим процессом, реализовать возможность доступа для редактирования разработанной математической модели в процессе эксплуатации с учетом возможных в будущем изменившихся параметров технологии предприятия. Одним из главных достоинств *CoDeSys* является то, что программное обеспечение находится в открытом доступе, а также оно является отечественной разработкой, что, в свою очередь, является крайне важным плюсом в период импортозамещения.

Тренажер представляет собой программу, которая имитирует работу реальной системы/оборудования, что позволяет пользователям практиковаться и улучшать свои навыки без какого-либо риска для людей или техники [1–2].

Повышение производительности установки возможно за счет оптимизации работы при использовании тренажера для моделирования производственных процессов [3].

Компьютерный тренажер реализован на примере узла абсорбции газохимического завода с использованием математической модели абсорбера в виде системы уравнений на языке *Structured Text* (**ST**) (рис. 4).

Функциональный блок материального баланса абсорбера (*ABSORBER*) реализует расчет в зависимости от значения входных переменных. Запись данных в шаблон визуализации осуществляется таким же образом, основываясь на концепции заместителей [4–5]. Имеются следующий набор видимых входных (*VAR_INPUT*) и выходных (*VAR_OUTPUT*) переменных (рис. 1) и система уравнений для абсорбера (рис. 2).

Для данного обработчика был создан шаблон визуализации, данные для которого берутся из конкретного экземпляра функционального блока *PID_REG* (рис. 3) [6].

Отображение переменных – заместители.

Шкалы, соответственно, отображают следующие параметры (слева направо):

– расход аммиачной воды;
– расход поглотителя аммиака;
– выходное значение химически очищенной воды (рис. 3).

Модели систем автоматизации, применяемые на практике, позволяют обрабатывать данные, непрерывно вести диагностический автоматический мониторинг за оборудованием, снизить трудозатраты на поиск неисправностей оборудования, выявлять дефекты оборудования на начальных этапах их развития, обеспечить эффективное планирование ремонтных работ с учетом фактического состояния оборудования, минимизировать вероятность несчастных случаев и повысить энергоэффективность и экономическую эффективность оборудования.

Все это способствует повышению эффективности производства за счет оценки параметров оборудования и протекающего процесса.

```
0001 FUNCTION_BLOCK ABSORBER          (*Материальный баланс абсорбера*)
0002 VAR_INPUT (*Внешние/видимые входные переменные*)
0003     yn : REAL := 14;             (*Примесь аммиака в газе, % (по умолчанию 14%)*)
0004     N : REAL := 95;              (*Степень извлечения, %*)
0005     V0 : REAL := 1485;           (*Расход газовой смеси при н.у.*)
0006     V1 : REAL := 445.6;          (*Расход хим.оч.воды*)
0007     Pabs : REAL := 1.2;          (*Абсолютное давление в аппарате, МПа*)
0008     f : REAL :=1.6;              (*Коэффициент избыточного орошения*)
0009     p0 : REAL := 1.29;           (*Плотность газа (воздуха) при н.у.*)
0010     X_n : REAL := 0.001;         (*Чистота поглотителя (не может превышать X_k)*)
0011     t0 : REAL := 0;              (*Начальная температура реакции*)
0012     t1 : REAL := 9.09;           (*Температура протекания реакции*)
0013     Label : STRING(12);          (*Наименование абсорбера*)
0014 END_VAR
0015 VAR_OUTPUT (*Внешние/видимые выходные переменные*)
0016     Mout : REAL;
0017 END_VAR
0018 VAR (*Внутренние переменные*)
0019 (*Переменные материального баланса*)
0020     m : REAL;                    (*Коэффициент распределения*)
0021     l : REAL;                    (*Удельный расход абсорбента*)
0022     Y_n : REAL;                  (*Концентрация в газе (за газ берем воздух)*)
0023     Y_k : REAL;                  (*Конечная концентрация в газе (за газ берем воздух)*)
0024     X_k1 : REAL;                 (*Равновесное содержание извлекаемого аммиака в поглотителе*)
0025     X_k : REAL;                  (*Конечное содержание извлекаемого аммиака в поглотителе*)
0026     Gi : REAL;                   (*Массовый расход инертной части газа без учета условий абсорбера, кг/ч*)
0027     G : REAL;                    (*Расход газа с учетом условий абсорбера*)
0028     Mabs : REAL;                 (*Производительность абсорбера, кмоль/ч*)
0029     L : REAL;                    (*Расход поглотителя, кг/ч (аммиачной воды / ХОВ)*)
0030
0031 (*Передаточная функция количества инертного газа*)
0032     K_G : REAL := 254;               (*Передаточная ф-я: коэффициент усиления*)
0033     T_G : REAL := 1.6;           (*Передаточная ф-я: постоянная времени*)
0034     Tk_G : REAL := 0.01;         (*Передаточная ф-я: коэффициент интегрирования*)
0035     IN_G : REAL;                 (*Входное воздействие / уставка*)
0036     OUT_G : REAL;                (*Выходное значение расхода газа*)
0037     PID_G : PID;                 (*Регулятор расхода газа для плавности отображения*)
0038 (*Передаточная функция количества аммиачной воды*)
0039     K_L : REAL := 254;           (*Передаточная ф-я: коэффициент усиления*)
0040     T_L : REAL := 1.9;       (*Передаточная ф-я: постоянная времени*)
0041     Tk_L : REAL := 0.01;         (*Передаточная ф-я: коэффициент интегрирования*)
0042     IN_L : REAL;                 (*Входное воздействие / уставка*)
0043     OUT_L : REAL;                (*Выходное значение расхода поглотителя*)
0044     PID_L : PID;                 (*Регулятор расхода поглотителя для плавности отображения*)
0045 (*Передаточная функция количества воды*)
0046     K_V1 : REAL := 16;           (*Передаточная ф-я: коэффициент усиления*)
0047     T_V1 : REAL := 2.9;          (*Передаточная ф-я: постоянная времени*)
0048     Tk_V1 : REAL := 0.01;        (*Передаточная ф-я: коэффициент интегрирования*)
0049     IN_V1 : REAL;                (*Входное воздействие / уставка*)
0050     OUT_V1 : REAL;               (*Выходное значение расхода поглотителя*)
0051     PID_V1 : PID;                (*Регулятор расхода поглотителя для плавности отображения*)
0052 (*Передаточная функция количества воды*)
0053     K_V0 : REAL := 16;           (*Передаточная ф-я: коэффициент усиления*)
0054     T_V0 : REAL := 2.9;          (*Передаточная ф-я: постоянная времени*)
0055     Tk_V0 : REAL := 0.01;        (*Передаточная ф-я: коэффициент интегрирования*)
0056     IN_V0 : REAL;                (*Входное воздействие / уставка*)
0057     OUT_V0 : REAL;               (*Выходное значение расхода поглотителя*)
0058     PID_V0 : PID;                (*Регулятор расхода поглотителя для плавности отображения*)
0059
0060 END_VAR
```

Рис. 1. Входные и выходные переменные

```
0001 (*Рассчет концентрации аммиака в газе*);
0002 Y_n :=  (yn/100) / (1 - (yn/100)) * 17 / 29;                    (*17 - молярная масса аммиака, 29 - молярная масса воздуха: 17/29 = 0.58*)
0003
0004 (*Количество извлекаемого аммиака*)
0005 Y_k := Y_n * (1 - N / 100);
0006
0007 (*Рассчет коэффициента распределения*)
0008 m := 97.3 / Pabs;                                               (*97.3 - коэффициент Генри*)
0009
0010 (*Концентрация аммиака в поглотителе*)
0011 X_k1 := Y_n / (m - Y_n * (1 - Y_n));
0012
0013 (*Удельный расход абсорбента*)
0014 l := f * (Y_n - Y_k) / X_k1;
0015
0016 (*Конечное содержание извлекаемого аммиака в поглотителе*)
0017 X_k := (Y_n - Y_k) / l;
0018
0019 (*Массовый расход инертной части газа*)
0020 Gi :=V0 * p0 * (1 - Y_n);
0021
0022 (*Производительность абсорбера*)
0023 Mabs := (OUT_V0 * Y_n * N / 100) / ((1 - Y_n) * 22.4);
0024
0025 (*Расход поглотителя*)
0026 L := Mabs / ( X_k - X_n /  OUT_V1);
0027
0028 (*Пересчет расхода газа с учетом условий абсорбера*)
0029 G := V0 * (p0 * (t0 + 273) / (t1 + 273)) * Pabs / 0.1;
0030
0031
0032 (*Регулятор расхода газа для плавности отображения*)
0033 PID_G (    ACTUAL:= OUT_G,          (*Расход газа*)
0034            SET_POINT:= G,           (*Уставка расхода газа*)
0035            KP:= 0.02,               (*К-т усиления*)
0036            TN:= 0.06,               (*Время интегрирования*)
0037            TV:= 0.01,               (*Время дифференцирования*)
0038            Y_MIN:= 0.0,             (*Выход - минимум*)
0039            Y_MAX:= 100.0,           (*Выход - максимум*)
0040            Y=> IN_G);               (*Запись в передаточное звено*)
0041 (*Регулятор расхода аммиачной воды*)
0042 PID_L (    ACTUAL:= OUT_L,          (*Расход поглотителя*)
0043            SET_POINT:= L,           (*Уставка расхода поглотителя*)
0044            KP:= 0.04,               (*К-т усиления*)
0045            TN:= 0.06,               (*Время интегрирования*)
0046            TV:= 0.01,               (*Время дифференцирования*)
0047            Y_MIN:= 0.0,             (*Выход - минимум*)
0048            Y_MAX:= 100.0,           (*Выход - максимум*)
0049            Y=> IN_L);               (*Запись в передаточное звено*)
0050 (*Регулятор расхода хим.оч.воды*)
0051 PID_V1 (   ACTUAL:= OUT_V1,         (*Расход поглотителя*)
0052            SET_POINT:= V1,          (*Уставка расхода поглотителя*)
0053            KP:= 0.01,               (*К-т усиления*)
0054            TN:= 0.02,               (*Время интегрирования*)
0055            TV:= 0.01,               (*Время дифференцирования*)
0056            Y_MIN:= 0.0,             (*Выход - минимум*)
0057            Y_MAX:= 100.0,           (*Выход - максимум*)
0058            Y=> IN_V1);              (*Запись в передаточное звено*)
0059 (*Регулятор расхода газа при н.у*)
0060 PID_V0 (   ACTUAL:= OUT_V0,         (*Расход поглотителя*)
0061            SET_POINT:= V0,          (*Уставка расхода поглотителя*)
0062            KP:= 0.01,               (*К-т усиления*)
0063            TN:= 0.02,               (*Время интегрирования*)
0064            TV:= 0.01,               (*Время дифференцирования*)
0065            Y_MIN:= 0.0,             (*Выход - минимум*)
0066            Y_MAX:= 100.0,           (*Выход - максимум*)
0067            Y=> IN_V0);              (*Запись в передаточное звено*)
0068
0069 (*Параметризация передаточных функций расхода газа и поглотителя*)
0070 OUT_G := (IN_G*K_G*Tk_G+T_G*OUT_G) / (T_G+Tk_G);          (*Выходное значение расхода аммиачной воды*)
0071 OUT_L := (IN_L*K_L*Tk_L+T_L*OUT_L) / (T_L+Tk_L);          (*Выходное значение расхода поглотителя 1*)
0072 OUT_V1 := (IN_V1*K_V1*Tk_V1+T_V1*OUT_V1) / (T_V1+Tk_V1);  (*Выходное значение расхода хим.оч.воды*)
0073 OUT_V0 := (IN_V0*K_V0*Tk_V0+T_V0*OUT_V0) / (T_V0+Tk_V0);  (*Выходное значение расхода газа при н.у*)
0074
0075 Mout := Mabs * 17;                  (*перевод в кг/ч*)
```

Рис. 2. Система уравнений для абсорбера

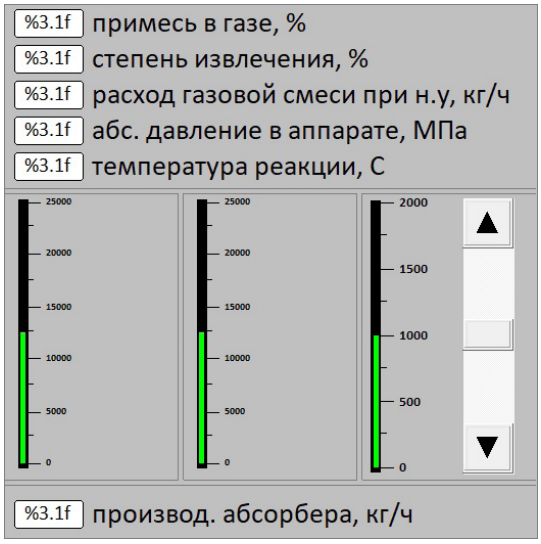

Рис. 3. Шаблон визуализации

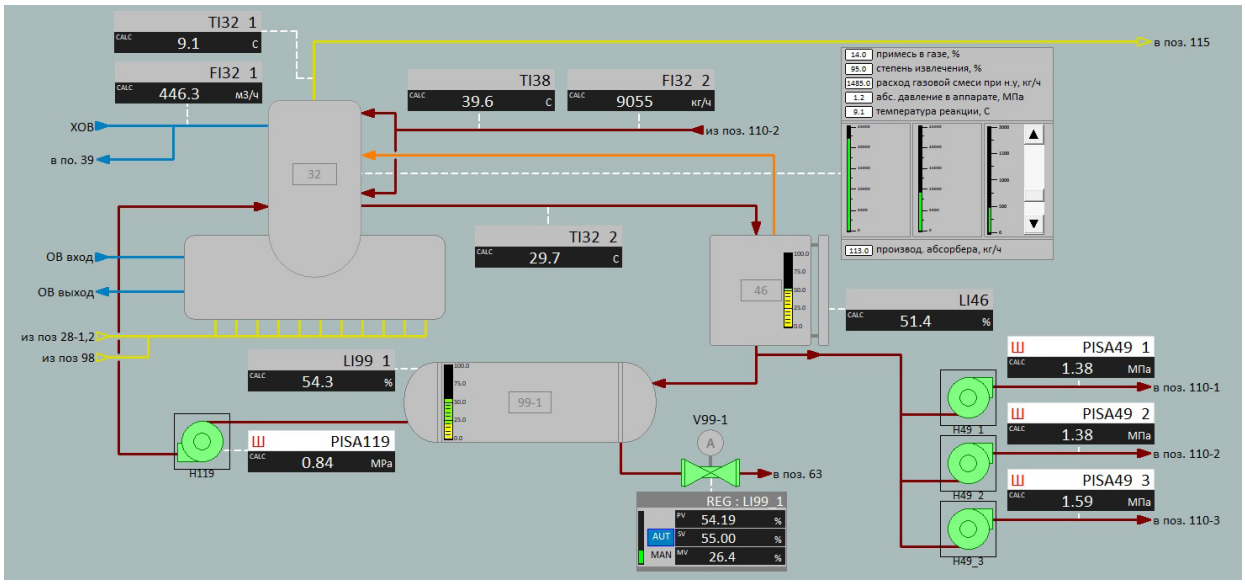

Рис. 4. Окно мнемосхемы в режиме эмуляции при нормальном режиме работы

Список литературы

1. Бахтизин, Р.Н. Разработка системы автоматизированного управления техническим состоянием технологического оборудования нефтегазовых производств / Р.Н. Бахтизин, Э.М. Баширова, И.С. Миронова // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2011. – № 4. – С. 27–31.

2. Веревкин, А.П. Когнитивные модели в системах искусственного интеллекта: цели и методы построения / А.П. Веревкин // Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля-2016. – Уфа : Изд-во УГНТУ, 2016. – С. 167–170.

3. Баширов, М.Г. Цифровой двойник лабораторного стенда с регулятором на базе нечеткой логики / М.Г. Баширов, А.М. Хафизов, Р.Р. Адельгужин // Наука и бизнес: пути развития – 2023. – № 4(142). – С. 24–28.

4. Баширов, М.Г. Учебный имитационно-моделирующий комплекс на основе программных и технических средств отечественной компании ОВЕН / М.Г. Баширов, И.В. Прахов, Н.А. Кислицын, Д.Ш. Акчурин // Интеграция науки и образования в ВУЗах нефтегазового профиля, 2020. – С. 191–194.

5. Баширов, М.Г. Виртуальная реализация учебного стенда на основе программных средств отечественной компании ОВЕН / М.Г. Баширов, И.В. Прахов, Д.Ш. Акчурин, Н.А. Кислицын // Интеграция науки и образования в ВУЗах нефтегазового профиля, 2020. – С. 214–216.

6. Кислицын, Н.А. Лабораторный комплекс на основе микропроцессорных средств компании «ОВЕН» / Н.А. Кислицын, Д.Ш. Акчурин, М.Г. Баширов // Южно-Сибирский научный вестник. – 2021. – № 2(36). – С. 109–114.

References

1. Bakhtizin, R.N. Razrabotka sistemy avtomatizirovannogo upravleniya tekhnicheskim sostoyaniyem tekhnologicheskogo oborudovaniya neftegazovykh proizvodstv / R.N. Bakhtizin, E.M. Bashirova, I.S. Mironova // Transport i khraneniye nefteproduktov i uglevodorodnogo syr'ya. – 2011. – № 4. – S. 27–31.

2. Verevkin, A.P. Kognitivnyye modeli v sistemakh iskusstvennogo intellekta: tseli i metody postroyeniya / A.P. Verevkin // Integratsiya nauki i obrazovaniya v vuzakh neftegazovogo profilya-2016. – Ufa : Izd-vo UGNTU, 2016. – S. 167–170.

3. Bashirov, M.G. Tsifrovoy dvoynik laboratornogo stenda s regulyatorom na baze nechetkoy logiki / M.G. Bashirov, A.M. Khafizov, R.R. Adel'guzhin // Nauka i biznes: puti razvitiya – 2023. – № 4(142). – S. 24–28.

4. Bashirov, M.G. Uchebnyy imitatsionno-modeliruyushchiy kompleks na osnove programmnykh i tekhnicheskikh sredstv otechestvennoy kompanii OVEN / M.G. Bashirov, I.V. Prakhov, N.A. Kislitsyn, D.SH. Akchurin // Integratsiya nauki i obrazovaniya v VUZakh neftegazovogo profilya, 2020. – S. 191–194.

5. Bashirov, M.G. Virtual'naya realizatsiya uchebnogo stenda na osnove programmnykh sredstv otechestvennoy kompanii OVEN / M.G. Bashirov, I.V. Prakhov, D.SH. Akchurin, N.A. Kislitsyn // Integratsiya nauki i obrazovaniya v VUZakh neftegazovogo profilya, 2020. – S. 214–216.

6. Kislitsyn, N.A. Laboratornyy kompleks na osnove mikroprotsessornykh sredstv kompanii «OVEN» / N.A. Kislitsyn, D.SH. Akchurin, M.G. Bashirov // Yuzhno-Sibirskiy nauchnyy vestnik. – 2021. – № 2(36). – S. 109–114.

© И.П. Куликов, А.М. Хафизов, 2024

УДК 004.942 : 519.87

А.О. КУРГАНОВ, А.В. СИНИЦЫН
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Ключевые слова: методики; моделирование; программное обеспечение; разработки; управленческие процессы; чрезвычайные ситуации.

Аннотация. Гипотеза исследования: в условиях быстро меняющейся среды моделирование процессов возникновения и развития чрезвычайных ситуаций позволит эффективнее анализировать вероятные причины и последствия таких ситуаций, что, в свою очередь, поможет разработать более точные и оперативные меры предотвращения и управления кризисными ситуациями. Цель статьи – рассмотреть подходы к моделированию процессов возникновения и развития чрезвычайных ситуаций. Поставлена задача обосновать необходимость проектирования компьютерных моделей различных вариантов выявления чрезвычайных ситуаций и их дальнейшего развития. В качестве методов исследования представлен пример программного обеспечения для имитационного моделирования. В результате обозначены самые распространенные методики прогнозирования, взаимосвязанные с возгораниями и пожарами.

В Российской Федерации ежегодно происходит около 2,5 тыс. техногенных чрезвычайных ситуаций, в которых гибнут и получают различные увечья тысячи людей. Данные последствия чрезвычайных ситуаций обуславливают значимость регулярных действий, производимых в направлении минимизации рисков и угроз чрезвычайных ситуаций, защиты граждан и территорий страны от различных катастроф и аварий.

Сегодня существует необходимость эффективной разработки различных способов в области подготовки мероприятий, ориентированных на предотвращение чрезвычайных ситуаций различной природы и характера. Это определяет особые требования к уровню подготовки руководящих составов и исполнителей. Условия и перспективы принятия решений определены управленческими процессами. Таким образом, требуется задействовать компьютерные технологии с целью реализации различных процессов, взаимосвязанных с обучением работников органов управления, моделирования ситуаций и др. [3].

Крайне важно в ситуации чрезвычайных ситуаций правильно и оперативно принимать эффективные решения в направлении устранения последствий, поскольку чрезвычайные ситуации сопровождаются большими материальными потерями, а также множеством жертв. Процедура принятия решений в области ликвидации чрезвычайных ситуаций при этом характеризуется плохим качеством представления данных. Это объясняется небольшим резервом времени для выбора эффективных решений.

Моделирование чрезвычайных ситуаций подразумевает решение сложной задачи изучения чрезвычайных ситуаций в качестве комплексного объекта управления, оценки разноуровневых подсистем, а также в целом всей системы в рамках взаимодействия с иными подсистемами, в частности внешним окружением, при достижении главной цели. Целесообразно проектировать компьютерные модели различных вариантов выявления чрезвычайных ситуаций и их дальнейшего развития. На основании результатов расширенного анализа моделей осуществляется разработка плана, включающего мероприятия по ликвидации. При этом используются графическое отображение аварийных выходов и территорий, цифровое моделирование, а также современные 3*D*-технологии.

Международные и национальные крупные организации сегодня при построении и планировании своей деятельности активно применяют инструменты моделирования под

названием «*AnyLogic*». Это программное обеспечение (**ПО**), предназначенное для моделирования широкого спектра бизнес-процессов. В «*AnyLogic*» в ходе разработки разнообразных моделей используют средства и инструменты из нескольких методик моделирования. Их внедрение позволяет добавлять множество факторов, напрямую или косвенно воздействующих на конечный результат. Данные факторы необходимы для правильного расчета доли влияния на анализируемые ситуации. Ресурсы «*AnyLogic*» помогают прогнозировать чрезвычайные ситуации. Посредством методов системного моделирования в работу внедряются готовые действия в направлении ликвидации чрезвычайных ситуаций. При этом удается сохранить материальные ресурсы и жизни.

При реализации математического моделирования важно предусматривать перспективы корректного распределения по требующемуся количеству участков на определенной локации пожарных расчетов.

В данной ситуации используют нейронные сети. Согласно конкретному виду покрытия на дорогах определяются средние показатели скоростей транспортного средства (**ТС**), которые будут направлены на ликвидацию чрезвычайных ситуаций [1]. Наряду с этим определяют периоды для разных узлов дорожной сети. Анализируемое направление предоставляет шанс в максимально сжатые сроки осуществить качественную оценку локализации пожароопасных ситуаций. Потери материальных и человеческих ресурсов при этом сводятся к минимуму.

Современная практика свидетельствует о том, что концепция безопасности, использовавшаяся ранее, оказалась несостоятельной, так как исключала различные проявления опасности. Главная концепция безопасности – оправданный риск. Следовательно, важнейшее место отводится сегодня моделированию как высокоэффективному инструменту прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Особенности чрезвычайных ситуаций, например, внезапность появления, динамика развития, неопределенность исходных данных, осложнят процесс применения с целью их подробного исследования классических эмпирических методов.

Таким образом, для прогнозирования чрезвычайных ситуаций сегодня все шире используется математическое моделирование. Данный метод в большинстве ситуаций признается единственно возможным [1].

Под математической моделью чрезвычайных ситуаций имеется в виду система уравнений, воспроизводящих в математическом виде наиболее значимые признаки и характеристики опасных явлений [2].

Специфика математической модели определена во многом конкретным типом разрабатываемой модели чрезвычайных ситуаций [3].

Формирование математических моделей состоит из нескольких стадий. Первоначальный этап – описание содержания чрезвычайных ситуаций, формируемое на базе всех знаний, известных о них, показателей натурных обследований аналогичных ситуаций, а также консультаций со специалистами, анализа специальной литературы.

Следующий этап основан на формализации описания содержания модели, постановки математической задачи с перечислением искомых величин и требующихся данных [5]. Формализованная схема конкретной ситуации на третьей стадии должна быть преобразована в определенную математическую модель. Все имеющиеся данные отобразить необходимо при помощи различных соотношений, уравнений, неравенств и алгоритмов.

Четвертый этап – анализ модели. Посредством реализации многовариантных вычислений анализируются характеристики модели, а также особенности ее поведения в разных условиях.

В дальнейшем модель используют в процессе описания чрезвычайных ситуаций. С помощью сравнения результатов широкого спектра вычислительных экспериментов и фактических опытных данных параметры модели уточняются и идентифицируются. Впоследствии организуется тестирование, проверка и отладка адекватности.

Далее начинается применение модели с целью анализа различных реальных чрезвычайных ситуаций [6]. Отражена схема формирования модели чрезвычайных ситуаций.

Наиболее важным при построении математических моделей выступает первоначальный сбор данных. После этого расчеты проводить можно по различным формулам, автоматизируя в программах. Одна чрезвычайная ситуация может быть описана разными моделями. Это обусловлено тем, что любую модель можно описать, акцентируя внимание на разных аспектах, с различным уровнем детализации [4].

Вместе с тем наиболее часто на практике можно встретить комплексный подход, который объединяет разные типы. Отражена структура классической математической модели чрезвычайных ситуаций. Мы видим схему ее использования с целью проведения прогнозирования, которая также содержит диагностику последствий воздействий.

Для общих моделей выступает необходимость аккумулирования исходных данных. Как правило, для этого применяется мониторинг. В целом результат процесса моделирования зависит от достоверности исходной информации.

С целью получения максимально достоверного прогноза на практике рекомендовано прогнозирование чрезвычайных ситуаций различными моделями с обязательным сравнением результатов. При грамотно составленном прогнозе корреляция результатов отмечается в допустимых рамках погрешности исследования.

Следовательно, существует достаточно много разнообразных методик прогнозирования чрезвычайных ситуаций. В современной практике можно встретить широкий спектр вариантов прогнозирования. Каждый из них раскрывает определенный способ прогнозирования.

К самым распространенным методикам прогнозирования, взаимосвязанным с возгораниями и пожарами, относят аналитические. В их основе лежат методы статистического прогнозирования, дополненные заключениями экспертов.

Помимо этого, многогранным признается метод проектирования и оптимизации сложных систем. Необходимо для эффективного решения сложной проблемы управления чрезвычайных ситуаций подробно рассмотреть ее в качестве динамического объекта, анализируя ее качества как полноценного объекта управления. Таким образом, разработка основы формирования современных информационных систем (**ИС**) в рамках управления чрезвычайными ситуациями осуществляется с учетом широкого спектра факторов.

Итак, формирование чрезвычайных ситуаций обусловлено широким спектром разнообразных причин, тогда как на развитие чрезвычайных ситуаций оказывают влияние сопутствующие явления, которые могут выступать источниками демпфирования развития чрезвычайных ситуаций или, напротив, его активизировать.

Минимизация рисков, а также смягчение их последствий – главная цель моделирования таких процессов, как формирование чрезвычайных ситуаций и их развитие.

Список литературы

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (в ред. от 14.04.2023) // Собрание законодательства Российской Федерации. 1994. № 35. ст. 3607, 3648.
2. Концепция создания комплексной системы информирования и оповещения населения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций // Протокол заседания Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности г. Москва от 18.06.2013 № 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://gmtc.kis.gov.spb.ru/media/files/правительство_Концепция.pdf.
3. Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: Приказ МЧС РФ от 29.06.2006 № 386 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2006. № 30. ст. 8074.
4. Вьюгин, В.В. Адаптивное прогнозирование и его применение для технического анализа финансовых инструментов / В.В. Вьюгин, В.Г. Трунов // Информационные процессы. – 2011. – Т. 11. – № 1. – С. 46–75.
5. Горбунов, С.В. Анализ технологий прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера / С.В. Горбунов, Ю.Д. Макиев, В.П. Малышев // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2011. – № 1. – С. 43–53.
6. Красногорская, Н.Н. Оценка и прогнозирование экстремальных гидрологических ситуаций / Н.Н. Красногорская, Э.В. Нафикова, Ю.И. Ферапонтов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1. – С. 1–5.

References

1. O zashchite naseleniya i territoriy ot chrezvychaynykh situatsiy prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera: Federal'nyy zakon ot 21.12.1994 № 68-FZ (v red. ot 14.04.2023) // Sobraniye zakonodatel'stva Rossiyskoy Federatsii. 1994. № 35. st. 3607, 3648.
2. Kontseptsiya sozdaniya kompleksnoy sistemy informirovaniya i opoveshcheniya naseleniya pri ugroze i vozniknovenii chrezvychaynykh situatsiy // Protokol zasedaniya Pravitel'stvennoy komissii po preduprezhdeniyu i likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy i obespecheniyu pozharnoy bezopasnosti g. Moskva ot 18.06.2013 № 4 [Electronic resource]. – Access mode : http://gmtc.kis.gov.spb.ru/media/files/pravitel'stvo_Kontseptsiya.pdf.
3. Ob utverzhdenii Administrativnogo reglamenta Ministerstva Rossiyskoy Federatsii po delam grazhdanskoy oborony, chrezvychaynym situatsiyam i likvidatsii posledstviy stikhiynykh bedstviy: Prikaz MCHS RF ot 29.06.2006 № 386 // Sobraniye zakonodatel'stva Rossiyskoy Federatsii. 2006. № 30. st. 8074.
4. V'yugin, V.V. Adaptivnoye prognozirovaniye i yego primeneniye dlya tekhnicheskogo analiza finansovykh instrumentov / V.V. V'yugin, V.G. Trunov // Informatsionnyye protsessy. – 2011. – T. 11. – № 1. – S. 46–75.
5. Gorbunov, S.V. Analiz tekhnologiy prognozirovaniya chrezvychaynykh situatsiy tekhnogennogo i prirodnogo kharaktera / S.V. Gorbunov, YU.D. Makiyev, V.P. Malyshev // Strategiya grazhdanskoy zashchity: problemy i issledovaniya. – 2011. – № 1. – S. 43–53.
6. Krasnogorskaya, N.N. Otsenka i prognozirovaniye ekstremal'nykh gidrologicheskikh situatsiy / N.N. Krasnogorskaya, E.V. Nafikova, YU.I. Ferapontov // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. – 2012. – № 1. – S. 1–5.

© А.О. Курганов, А.В. Синицын, 2024

УДК 004.89

С.В. ПАЛЬМОВ[1, 2], Р.Р. САЛИХОВ[1]
[1]ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»;
[2]ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ БАЛАНСИРОВКИ НАБОРОВ ДАННЫХ

Ключевые слова: балансировка данных; машинное обучение; многослойный персептрон; нейронная сеть; *Python*.

Аннотация. Целью работы являлась проверка гипотезы об эффективности методов балансировки, доступных в библиотеке *imbalanced-learn*. Для этого были решены следующие задачи: предобработаны необходимые наборы данных, инсталлированы библиотеки *scikit-learn* и *imbalanced-learn*, разработан графический интерфейс на *Python*, позволяющий настраивать параметры балансировки, выполнена серия экспериментов, полученные результаты обработаны и представлены в таблицах. В исследовании задействованы методы сравнительного анализа, машинного обучения и математической статистики. Экспериментальная часть работы посвящена балансировке данных с помощью методов *Random Oversampling, Random Undersampling, SMOTE* и *ADASYN* и последующей оценке моделей, обученных на сбалансированных данных. Полученные результаты подтверждают выдвинутую гипотезу: применение методов балансировки данных существенно повышает производительность моделей машинного обучения; метод *Random Oversampling* часто демонстрирует наилучшие результаты на рассмотренных наборах данных.

Введение

Несбалансированность классов в наборах данных является распространенной проблемой в области машинного обучения, которая может привести к смещению модели в сторону более представленного класса и низкому качеству прогнозирования для менее представленного класса. Решение этой проблемы является ключевым вопросом для обеспечения точности и надежности моделей, особенно в прикладных областях, таких как медицинская диагностика, финансовый анализ и обнаружение мошенничества.

В последние годы большое внимание уделяется разработке методов балансировки данных, которые позволяют эффективно учитывать несбалансированность классов при обучении моделей. В этом контексте библиотека *imbalanced-learn* [1] стала одним из ключевых инструментов, предоставляя широкий спектр методов для работы с несбалансированными данными [2].

Цель

Цель данной работы заключается в проверке гипотезы об эффективности различных методов балансировки, доступных в библиотеке *imbalanced-learn*. Для проверки гипотезы будут рассмотрены четыре основных метода балансировки: *Random Oversampling* (***RO***) [3], *Random Undersampling* (***RU***) [4], *SMOTE* [5] и *ADASYN* [6].

Методы и материалы

Экспериментальная часть проводилась на ноутбуке, технические характеристики которого представлены в табл. 1.

В ходе экспериментов были использованы пять популярных датасетов: *Adult Income* (***AI***) [7], *Telco Customer Churn* (***TCC***) [8], *Credit Card Fraud Detection* (***CCFD***) [9], *Breast Cancer Wisconsin* (***BCW***) [10], *Framingham Heart Study* (***FHS***) [11].

Для проверки гипотезы об эффективности различных методов балансировки данных был создан алгоритм, базирующийся на функциях из библиотеки *scikit-learn*. Разработка позволяет балансировать загруженные датасеты и форми-

Таблица 1. Технические характеристики ноутбука

Процессор	*AMD Ryzen* 54 600*H,* 3.0 ГГц
Оперативная память	16 ГБ, *DDR*4, 3 200 МГц
Жесткий диск	*NVMe SSD M*.2, 256ГБ

Таблица 2. Соотношения количества объектов классов в датасетах

Название датасета	Метки классов	Соотношение, %
AI	<=50K / >50K	76/24
TCC	*Yes/No*	27/73
FHS	0 (нет риска)/1 (есть риск)	85/15
CCFD	1 (фрод)/0 (не фрод)	0,2/99,8
BCW	*B (benign)/M (malignant)*	37/63

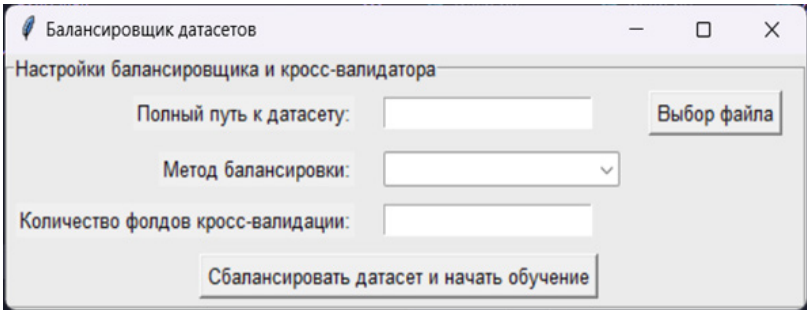

Рис. 1. Графический интерфейс программы

ровать модель на основе многослойного персептрона, входящего в состав *scikit-learn*.

Алгоритм реализован в программном обеспечении. Графический интерфейс (рис. 1) последнего упрощает настройку параметров балансировки.

Эксперимент

Каждый набор данных балансировался вышеуказанными методами. Количество объектов по классам в датасетах до и после балансировки каждым из методов показано в табл. 3.

Для проверки эффективности различных методов балансировки данных в ходе эксперимента при обучении модели использовались значения гиперпараметров по умолчанию [11].

Ключевым инструментом в оценке качества моделей стала кросс-валидация, позволяющая оценить производительность моделей при разных фолдах (*folds*). Для эксперимента количество последних было установлено равным пяти, что обеспечило достаточно стабильные и устойчивые оценки качества моделей.

Для оценки моделей были выбраны следующие метрики: точность (*accuracy*), *precision*, полнота (*recall*) и *F*1-мера (*F*1-*score*). Результаты оценки моделей представлены в табл. 4–8.

По данным табл. 4 можно прийти к выводу о том, что без применения балансировки данных модель достигает хороших показателей по метрикам *Accuracy*, *Precision*, *Recall* и *F*1-*score*, однако использование метода *RO* значительно

Таблица 3. Количество объектов в использованных датасетах

	Количество объектов в датасете *AI*				
Класс	Без балансировки	*RU*	*RO*	*SMOTE*	*ADASYN*
<=50K	37 155	11 687	37 155	37 155	37 155
>50K	11 687	11 687	37 155	37 155	36 065
Количество объектов в датасете *TCC*					
No	5 174	5 174	5 174	5 174	5 174
Yes	1 869	5 174	5 174	5 174	5 119
Количество объектов в датасете *FHS*					
0 (нет риска)	3 594	644	3 594	3 594	3 645
1 (есть риск)	644	644	3 594	3 594	3 594
Количество объектов в датасете *CCFD*					
0 (не фрод)	284 315	492	284 315	284 315	284 315
1 (фрод)	492	492	284 315	284 315	284 313
Количество объектов в датасете *BCW*					
M (malignant)	357	212	357	357	357
B (benign)	212	212	357	357	366

Таблица 4. Результаты оценки модели для *AI*

AI	Без балансировки	Метод балансировки			
Метрика		*RU*	*RO*	*SMOTE*	*ADASYN*
Accuracy	0,853	0,82	0,94	0,899	0,893
Precision	0,728	0,81	0,89	0,889	0,875
Recall	0,618	0,83	0,99	0,912	0,913
F1-score	0,669	0,82	0,94	0,899	0,893

Таблица 5. Результаты оценки модели для *TCC*

TCC	Без балансировки	Метод балансировки			
Метрика		*RU*	*RO*	*SMOTE*	*ADASYN*
Accuracy	0,787	0,76	0,9	0,871	0,877
Precision	0,638	0,74	0,85	0,868	0,869
Recall	0,454	0,79	0,97	0,876	0,889
F1-score	0,531	0,76	0,9	0,865	0,874

Таблица 6. Результаты оценки модели для *FHS*

FHS	Без балансировки	Метод балансировки			
Метрика		*RU*	*RO*	*SMOTE*	*ADASYN*
Accuracy	0,848	0,64	0,98	0,905	0,88
Precision	0,499	0,65	0,96	0,903	0,893
Recall	0,05	0,63	1	0,909	0,866
F1-score	0,089	0,64	0,98	0,903	0,878

Таблица 7. Результаты оценки модели для *CCFD*

CCFD	Без балансировки	Метод балансировки			
Метрика		*RU*	*RO*	*SMOTE*	*ADASYN*
Accuracy	0,9994	0,94	1	0,9998	0,856
Precision	0,892	0,98	1	0,9996	0,999
Recall	0,764	0,9	1	1	0,712
F1-score	0,815	0,94	1	0,9998	0,831

Таблица 8. Результаты оценки модели для *BCW*

BCW	Без балансировки	Метод балансировки			
Метрика		*RU*	*RO*	*SMOTE*	*ADASYN*
Accuracy	0,954	0,95	0,98	0,969	0,965
Precision	0,953	0,95	0,97	0,969	0,962
Recall	0,925	0,95	0,99	0,969	0,97
F1-score	0,938	0,95	0,98	0,969	0,966

улучшает результаты. Это указывает на эффективность *RO* в решении проблемы несбалансированных классов. Кроме того, методы *RU*, *SMOTE* и *ADASYN* также приводят к улучшению качества модели.

Из табл. 5 следует, что *RO* снова демонстрирует наилучшие результаты по метрике *Accuracy*, но также обеспечивает высокие значения *Precision*, *Recall* и *F*1-*score*.

В табл. 6 видно, что проблема несбалансированных классов существенно влияет на качество модели на данном наборе данных. *RO* вновь демонстрирует наилучшие результаты по всем метрикам.

По табл. 7 видно, что *RO* демонстрирует наивысшие показатели по всем метрикам. Даже без балансировки данных модель показывает высокие значения метрик, но использование методов *RU*, *SMOTE* и *ADASYN* также приводит к улучшению качества модели, особенно по метрикам *Recall* и *F*1-*score*.

Исходя из табл. 8 можно сделать вывод о том, что на наборе данных *BCW* все методы балансировки данных показывают сопо-

ставимые результаты по рассматриваемым метрикам.

Выводы

Результаты показали, что применение методов балансировки данных может значительно улучшить качество модели машинного обучения. В частности, метод *Random Oversampling* демонстрировал наилучшие результаты по метрикам *Accuracy, Precision, Recall* и *F*1-*score* на большинстве наборов данных, что указывает на его высокую эффективность в борьбе с проблемой несбалансированных классов.

Однако следует отметить, что выбор метода балансировки данных может зависеть от конкретного набора данных и характеристик задачи машинного обучения. Например, на некоторых наборах данных методы *Random Undersampling*, *SMOTE* и *ADASYN* также показывали хорошие результаты, поэтому они могут быть предпочтительными в определенных ситуациях. Следовательно, можно утверждать, что проверяемая гипотеза истинна.

Список литературы

1. imbalanced-learn documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://imbalanced-learn.org/stable.
2. Lemaître, G. Imbalanced-learn: a Python toolbox to tackle the curse of imbalanced datasets in machine learning / G. Lemaître, F. Nogueira, C.K. Aridas // J Mach Learn Res. – 2017. – No. 18. – P. 1–5.
3. RandomOverSampler [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://imbalanced-learn.org/stable/references/generated/imblearn.over_sampling.RandomOverSampler.html.
4. RandomUnderSampler [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://imbalanced- https://imbalanced-learn.org/stable/references/generated/imblearn.under_sampling.RandomUnderSampler.html.
5. SMOTE [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://imbalanced-learn.org/stable/references/generated/imblearn.over_sampling.SMOTE.html.
6. ADASYN [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://imbalanced-learn.org/stable/references/generated/imblearn.over_sampling.ADASYN.html.
7. Датасет Adult Income [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.kaggle.com/datasets/wenruliu/adult-income-dataset.
8. Датасет Telco Customer Churn [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.kaggle.com/datasets/blastchar/telco-customer-churn.
9. Датасет Credit Card Fraud Detection [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.kaggle.com/datasets/mlg-ulb/creditcardfraud.
10. Датасет Breast Cancer Wisconsin [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.kaggle.com/datasets/uciml/breast-cancer-wisconsin-data.
11. Tang, D. Heart disease prediction with logistic regression and random forest model / D. Tang // European Journal of Biomedical and Life Sciences. – 2021. – No. 1-2. – P. 24–33.
12. sklearn.neural_network.MLPClassifier [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.neural_network.MLPClassifier.html#sklearn-neural-network-mlpclassifier.
13. Handling Imbalanced Data for Classification [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.geeksforgeeks.org/handling-imbalanced-data-for-classification.

References

1. imbalanced-learn documentation [Electronic resource]. – Access mode : https://imbalanced-learn.org/stable.
3. RandomOverSampler [Electronic resource]. – Access mode : https://imbalanced-learn.org/stable/references/generated/imblearn.over_sampling.RandomOverSampler.html.
4. RandomUnderSampler [Electronic resource]. – Access mode : https://imbalanced- https://imbalanced-learn.org/stable/references/generated/imblearn.under_sampling.RandomUnderSampler.html.
5. SMOTE [Electronic resource]. – Access mode : https://imbalanced-learn.org/stable/references/

generated/imblearn.over_sampling.SMOTE.html.

6. ADASYN [Electronic resource]. – Access mode : https://imbalanced-learn.org/stable/references/generated/imblearn.over_sampling.ADASYN.html.

7. Dataset Adult Income [Electronic resource]. – Access mode : https://www.kaggle.com/datasets/wenruliu/adult-income-dataset.

8. Dataset Telco Customer Churn [Electronic resource]. – Access mode : https://www.kaggle.com/datasets/blastchar/telco-customer-churn.

9. Dataset Credit Card Fraud Detection [Electronic resource]. – Access mode : https://www.kaggle.com/datasets/mlg-ulb/creditcardfraud.

10. Dataset Breast Cancer Wisconsin [Electronic resource]. – Access mode : https://www.kaggle.com/datasets/uciml/breast-cancer-wisconsin-data.

12. sklearn.neural_network.MLPClassifier [Electronic resource]. – Access mode : https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.neural_network.MLPClassifier.html#sklearn-neural-network-mlpclassifier.

13. Handling Imbalanced Data for Classification [Electronic resource]. – Access mode : https://www.geeksforgeeks.org/handling-imbalanced-data-for-classification.

© С.В. Пальмов, Р.Р. Салихов, 2024

УДК 004.891.573

Е.Г. РЫЖИКОВА
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск

АЛГОРИТМ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ, ОСНОВАННЫЙ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ МНОГОУРОВНЕВЫХ ШКАЛ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Ключевые слова: алгоритм; качественные признаки; многоуровневые оценочные шкалы; оптимальные решения; экспертные оценки.

Аннотация. Цель статьи – разработка и тестирование алгоритма поиска оптимальной альтернативы, основанного на экспертном оценивании и построении многоуровневых оценочных шкал. Поставлены задачи: изучить методы экспертных оценок, рассмотреть виды шкал в теории измерений, разработать алгоритм поиска оптимальной альтернативы по результатам анализа качественных признаков объектов. Гипотеза состоит в том, что для популяризации и обеспечения надежности использования экспертных оценок и многоуровневых шкал при принятии оптимальных решений требуются эффективные и научно-обоснованные алгоритмы поиска. Использованы методы анализа, ранжирования, экспертных оценок, сравнения, шкалирования. Разработан численный алгоритм поиска оптимальной альтернативы по результатам анализа качественных признаков на многоуровневых шкалах с использованием экспертных оценок.

При решении практических задач часто возникает необходимость сравнения объектов по качественным признакам с последующим выбором оптимального. Например, оценить научные работы по таким параметрам, как новизна, актуальность, степень внедрения и др., выбрать кандидата на вакантную должность по результатам анкетирования, определить наилучший для поступления вуз и прочее. Задачи данного класса могут быть решены методами экспертных оценок: ранжирования, парных сравнений, задания весовых коэффициентов, методом анализа иерархий. По результатам работы названных методов будут получены множества чисел (рангов, оценок), с помощью которых можно сравнивать (измерять) альтернативы, поэтому выбор оптимального решения можно проводить с использованием оценочных шкал. К последним предъявляются следующие требования: объективность оценивания, надежность и точность расчетов, научная обоснованность, прозрачность использования.

Предлагается выполнять процедуру экспертного оценивания альтернатив и их признаков с фиксацией получаемых значений. Таким образом, будет сформирована многоуровневая шкала с последующим размещением на ней исследуемых объектов и выбором среди них оптимального. Методика реализации данного подхода представлена в работе [4]. Выполнено ее тестирование при решении ряда практических задач, в том числе поиска оптимального решения по результатам анкетирования. В табл. 1, 2 представлены экспертные оценки вариантов ответов на один из вопросов и экспертные оценки всех вопросов в анкете. Сформирована двухуровневая шкала экспертных оценок.

На основе отмеченной методики [4] разработан алгоритм поиска оптимальных решений. При его составлении использовались методы ранжирования, экспертных оценок, коэффициент конкордации. Отличительными чертами алгоритма являются цикличность выполняемых действий на каждом оценочном уровне, универсальность (он не привязан к конкретной предметной области, количеству альтернатив и признаков). Блок-схема алгоритма представлена на рис. 1.

Алгоритм рекомендуется использовать как для оценивания альтернатив, так и для оценива-

Таблица 1. Формирование экспертных оценок всех вопросов в анкете

№ вопроса	Эксперты				S_j	SS_j	Ранг	$\left(\sum r_{ji} - \bar{s}\right)$	$\left(\sum r_{ji} - \bar{s}\right)^2$
	1	2	3	4					
1	4	4	4	6	18	0,13	3	0	0
2	7	5	5	7	24	0,17	2	6	36
3	8	6	6	8	28	0,19	1	10	100
4	3	1	1	1	6	0,04	6	–12	144
5	5	7	8	5	25	0,17	2	7	49
6	2	3	3	2	10	0,07	4	–8	64
7	6	8	7	4	25	0,17	2	7	49
8	1	2	2	3	8	0,06	5	–10	100
m	8	Сумма			144	1		S	542
n	4			$\bar{s}$	18			K	0,80655

Таблица 2. Формирование экспертных оценок вариантов ответов на один из вопросов анкеты

№ вопроса	Эксперты				S_j	SS_j	Ранг	$\left(\sum r_{ji} - \bar{s}\right)$	$\left(\sum r_{ji} - \bar{s}\right)^2$
	1	2	3	4					
1	4	5	4	4	17	0,28	1	5	25
2	3	4	5	5	17	0,28	1	5	25
3	1	3	2	2	8	0,13	3	–4	16
4	2	1	1	1	5	0,08	4	–7	49
5	5	2	3	3	13	0,22	2	1	1
m	5	Сумма			60	1		S	116
n	4			$\bar{s}$	12			K	0,725

ния признаков каждой альтернативы. По результатам работы алгоритма формируются и фиксируются наборы экспертных оценок на каждом уровне. Они являются основой для построения многоуровневых шкал с последующим отражением на них весовых коэффициентов альтернатив и их признаков. На рис. 2 представлен срез результатов исследования в виде пузырьковой диаграммы. По оси X отмечены номера вопросов. По оси Y – экспертные оценки значимости вопроса в анкете (первый уровень шкалы). Диаметры «пузырьков» отражают оценку ответа респондента на соответствующий вопрос (второй уровень шкалы). Каждый цвет соответствует участнику исследования. Оптимальным решением на шкале является совокупность «пузырьков» с большим диаметром, имеющих большие значения Y.

Представленный алгоритм оказался эффективным при решении задач оптимального выбора альтернатив. Рекомендуется на его основе разработать программный модуль со следующими характеристиками: цикличное использование процедур экспертного оценивания альтернатив и их признаков, универсальность, графическая демонстрация оценочных шкал и оценок, расчет числового значения оптимального решения.

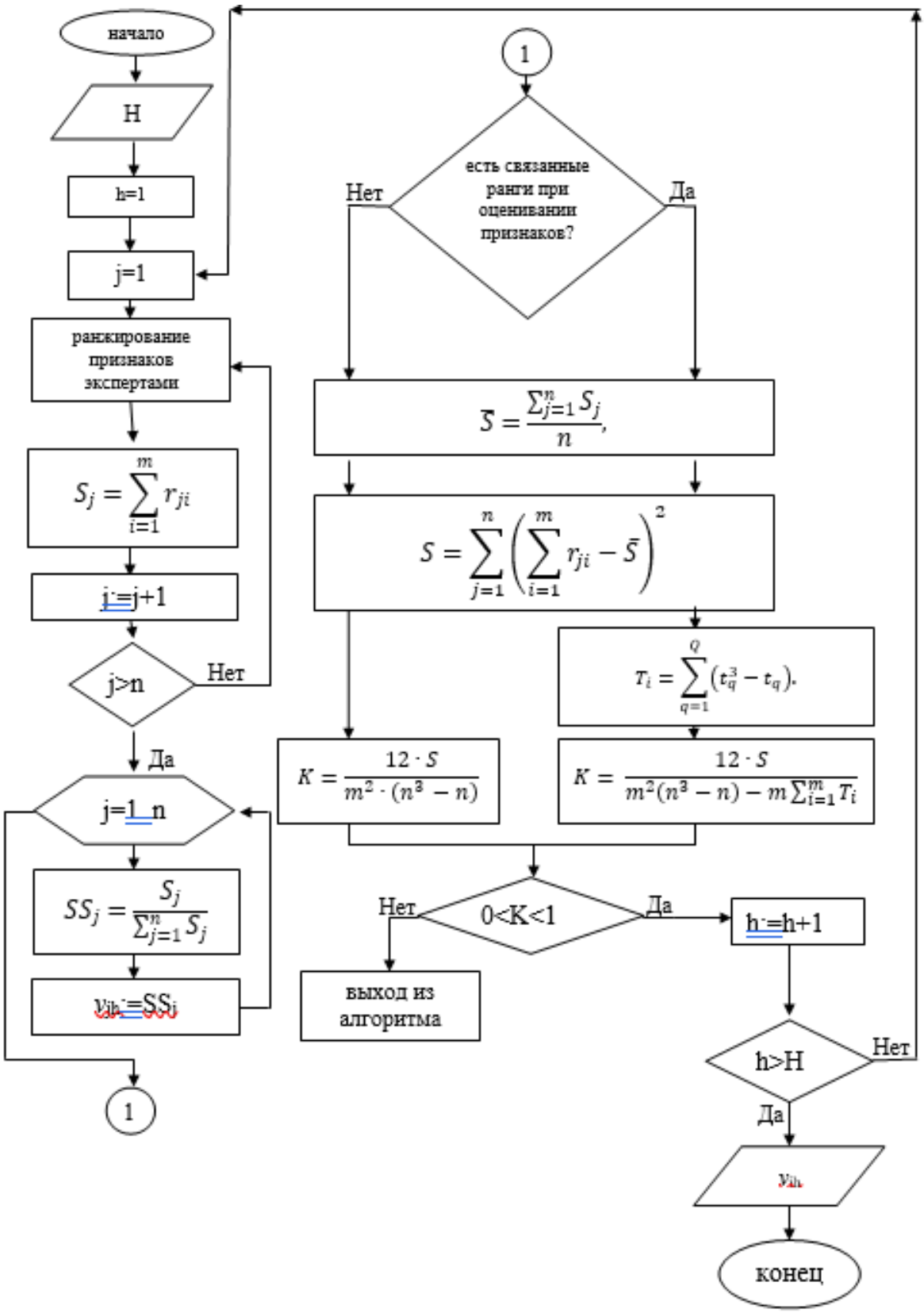

Рис. 1. Укрупненная схема алгоритма формирования экспертных оценок

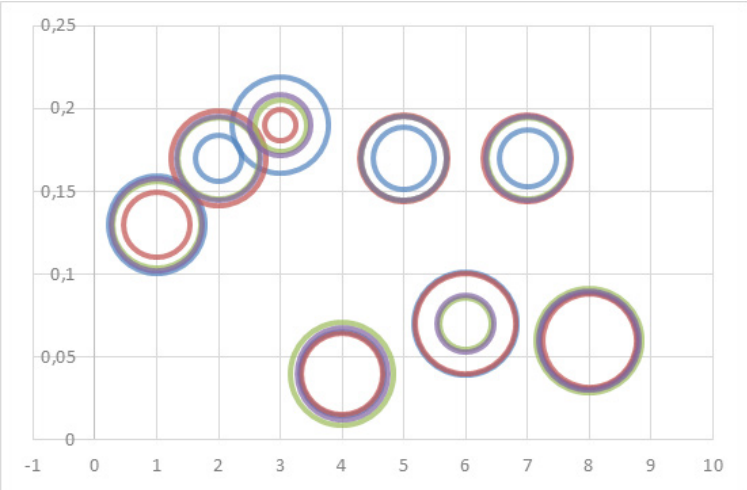

Рис. 2. Многоуровневая шкала экспертных оценок

Список обозначений

H – количество альтернатив;

h – номер альтернативы в анкете;

i – номер эксперта; $i = 1, \ldots, m$;

j – номер признака, $j = 1, \ldots, n$;

K – коэффициент конкордации;

m – количество экспертов;

n – количество признаков;

Q – число групп одинаковых рангов;

R_s – итоговые оценки респондентов;

r_j – сумма рангов j-го признака;

r_{ji} – ранг признака;

t_q – число одинаковых рангов j-ого признака;

v_{jh} – массив весовых коэффициентов

Список литературы

1. Бешелев, С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – 2-е изд. – М. : Статистика, 1980. – 263 с.
2. Ларичев, О.И. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений / О.И. Ларичев, Е.М. Мошкович. – М. : «Наука», 1996. – 208 с.
3. Орлов, А.И. Теория принятия решений: учебное пособие / А.И. Орлов. – М. : Издательство

«Экзамен», 2005. – 656 с.

4. Рыжикова, Е.Г. Методика разработки многоуровневых оценочных шкал, основанных на математических методах анализа экспертных оценок / Е.Г. Рыжикова // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 4(130). – С. 62–64.

References

1. Beshelev, S.D. Matematiko-statisticheskiye metody ekspertnykh otsenok / S.D. Beshelev, F.G. Gurvich. – 2-ye izd. – M. : Statistika, 1980. – 263 s.

2. Larichev, O.I. Kachestvennyye metody prinyatiya resheniy. Verbal'nyy analiz resheniy / O.I. Larichev, Ye.M. Moshkovich. – M. : «Nauka», 1996. – 208 s.

3. Orlov, A.I. Teoriya prinyatiya resheniy: uchebnoye posobiye / A.I. Orlov. – M. : Izdatel'stvo «Ekzamen», 2005. – 656 s.

4. Ryzhikova, Ye.G. Metodika razrabotki mnogourovnevykh otsenochnykh shkal, osnovannykh na matematicheskikh metodakh analiza ekspertnykh otsenok / Ye.G. Ryzhikova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 4(130). – S. 62–64.

© Е.Г. Рыжикова, 2024

УДК 004

И.Н. СТАРОВЕРОВ, В.И. КУЗЬМИН
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

АНАЛИЗ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЧТИ-ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ

Ключевые слова: геометрическая прогрессия; почти-пропорции; сдвиговые функции; функциональные пространства; эмпирические данные.

Аннотация. В современной среде экспоненциальный рост объема информации требует передовых методов анализа данных, особенно для анализа нелинейных колебаний, демонстрирующих устойчивые структуры. Исследование направлено на анализ и идентификацию почти-пропорциональных характеристик во временных рядах. Цель работы – выявить структуры, управляющие динамикой быстрых и медленных процессов, а также определить квазипропорции в геометрических прогрессиях. В исследовании задействованы следующие задачи: применение метода сдвиговых функций для определения критических точек и почти-пропорциональных свойств во временных рядах; анализ биржевых данных компании *Walmart* для оценки устойчивости моделей. Гипотеза заключается в том, что метод сдвиговых функций обеспечивает точное выявление квазипропорций и критических точек, демонстрируя математическую устойчивость результатов в различных временных рядах. Методология включает функциональный анализ и использование специализированных алгоритмов для оценки квазипропорциональных и квазипериодических характеристик, а также анализ метрических пространств для определения начальных значений и коэффициентов. Исследование демонстрирует, что предложенные методы эффективно анализируют сложные временные ряды и точно идентифицируют ключевые параметры, подчеркивая их важность для обработки данных и широкую применимость в различных отраслях.

Введение

Особенностью эмпирических данных является их способность отражать результаты взаимодействий процессов, происходящих на уровнях с различными основами. Это обстоятельство обуславливает необходимость в декомпозиции исходного массива данных на элементы, представляющие как быстрые, так и медленные процессы. Анализируя динамику быстрых процессов, можно выявить структуру, близкую к периодическим (или почти-периодическим) последовательностям, что, в свою очередь, позволяет выделить ключевые точки системы, радикально трансформирующие ее структуру [1–3].

В то же время анализ медленных процессов, служащих выражением основных направлений развития, осуществляется через нелинейные трансформации – анаморфозы, преобразующие данные в последовательности с линейными участками. Сопоставление особенностей почти-периодов и основных тенденций дает возможность описать общую структуру временного ряда [4; 5; 10].

Кроме того, в исследованиях сталкиваются с задачей выявления почти-пропорций, решение которой возможно как с использованием специальных алгоритмов для определения этих пропорций, так и через анализ связей между почти-периодами [6–8].

В этом исследовании будет затронут анализ степени математической неровности результатов для набора функций сдвига, основанных на геометрической прогрессии, используя метрики расстояний в пространствах с метрической структурой. Кроме того, исследуется выявле-

Таблица 1. Классификация сдвиговых функций в контексте функциональных метрических пространств

№	Сдвиговые функции
(1)	$b(k, t_0) = \frac{k}{N}\sqrt[2N]{\left(\sum_{t=1}^{N/k} f(tk+t_0) - f(t+t_0)\right)^{2N}}$
(2)	$b(k, t_0) = \left(\frac{K}{N}\sum_{t=1}^{N/k}\left\|f(tk+t_0) - f(t+t_0)\right\|^{p}\right)^{\frac{1}{p}}$

ние критических точек в последовательностях данных, представленных временными рядами. В качестве данных были выбраны акции компании *Walmart*.

Метод

Для выявления закономерностей геометрической прогрессии используем принцип, согласно которому данные ритмы соответствуют условию $f(t * k) - f(t) = 0$, где $f(t)$ – обозначает значение анализируемого временного ряда в момент t, k – коэффициент геометрической прогрессии.

Термин «почти-пропорция» применяется к числу k, для которого выполняется условие $|f(t * k) - f(t)| < \varepsilon$, где $\varepsilon > 0$ представляет собой заданный порог отклонения, который задает чувствительность метода к малейшим изменениям в данных. Это требует тщательного подхода к анализу и сравнению различных значений ε, чтобы определить наиболее подходящее для каждого конкретного случая. Такой подход позволяет добиться баланса между чувствительностью и специфичностью метода, учитывая при этом специфику анализируемых данных. В контексте дискретного анализа, при заданном общем количестве отсчетов N функции $f(t)$, определяемой экспериментальными данными, формулируется функция для расчета почти-пропорций как:

$$b(k) = \frac{k}{N}\sum_{t=1}^{N/k}\left|f(tk) - f(t)\right|.$$

Для точного определения ритмов геометрической прогрессии необходимо учитывать начальную точку отсчета t_0, которая может находиться как внутри, так и за пределами анализируемых данных. С учетом этого формула для выявления почти-пропорций модифицируется следующим образом:

$$b(k, t_0) = \frac{k}{N}\sum_{t=1}^{N/k}\left|f(tk+t_0) - f(t+t_0)\right|.$$

Следовательно, структура квази-пропорций k для функции $f(t)$ может быть охарактеризована как комплекс локальных минимумов данной функции. Глубина этих минимумов на графике отражает степень приближения к истинным значениям коэффициента в геометрической последовательности для определенного промежутка времени, увеличивая их важность в исследуемом временном ряде.

В табл. 1 представлены различные сдвиговые функции, основанные на метриках функционального анализа.

Обозначение в формулах:

– N – общее число отсчетов функции;
– k – знаменатель прогрессии;
– t – время;
– t_0 – начало отсчета геометрической прогрессии;
– p – задаваемый степенной параметр.

Представленная методика обеспечивает комплексный подход к идентификации и анализу ритмов геометрической прогрессии во временных рядах, используя принципы функционального анализа для уточнения и оценки почти-пропорций.

Результаты и обсуждение

Рассмотрим классическую периодическую функцию – синус. Программирование этой функции будет выполнено на языке *Python* с использованием стандартных библиотек.

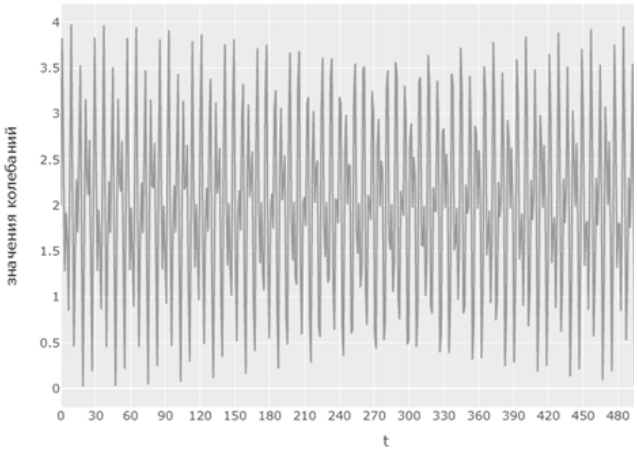

Рис. 1. Колебание синуса

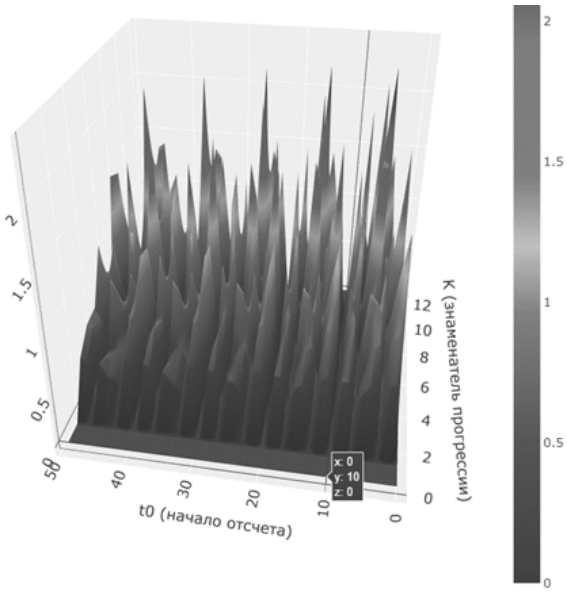

Рис. 2. 3*D*-график класса сдвиговых функций

Определим параметры для нашей функции синуса: временной интервал t от 0 до 20 секунд с общим количеством 500 точек, а также коэффициенты $k1$ и $k2$, равные 4 и 7 соответственно. На основании этих данных построим график (рис. 1).

На рис. 1 изображено возмущение синуса, где по оси x отложено значение точки на интервале времени t, а по оси y – значение величины колебания в момент времени.

С целью исследования почти-пропорциональных свойств синуса мы вычислим и проанализируем набор сдвиговых функций. Первым шагом будет устранение трендовой компоненты по формуле $\ln(y_{t-\Delta t} * y_{t+\Delta t}/y^2_1) \sim t$, затем исследование сдвиговых функций на основе уравнений (1), (2) из табл. 1 для оценки их математической эффективности в различных метрических пространствах.

Визуализируем полученные результаты на графиках сдвиговых функций в разнообразных функциональных пространствах, учитывая параметр p равным 5 и 25.

На рис. 2 представлен обобщенный 3*D*-график для анализируемого набора сдвиговых функций (1), (2), где было выявлено, что сдвиговые функции демонстрируют лишь небольшие различия в структуре при разных

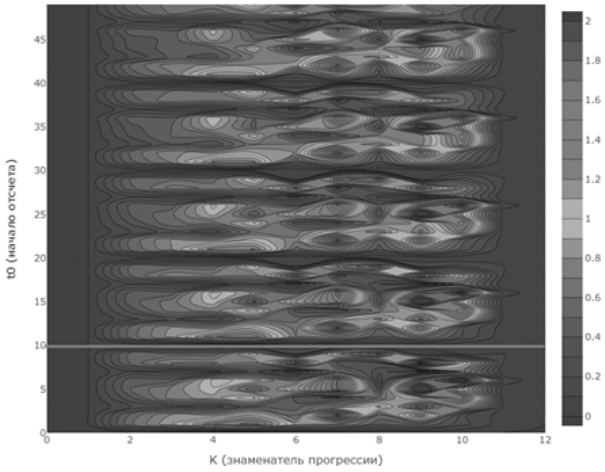

Рис. 3. Контурный график для класса сдвиговых функций

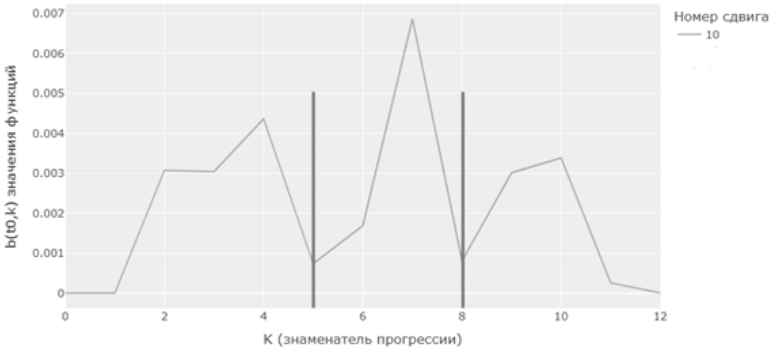

Рис. 4. Срез по t_0 для сдвиговых функций

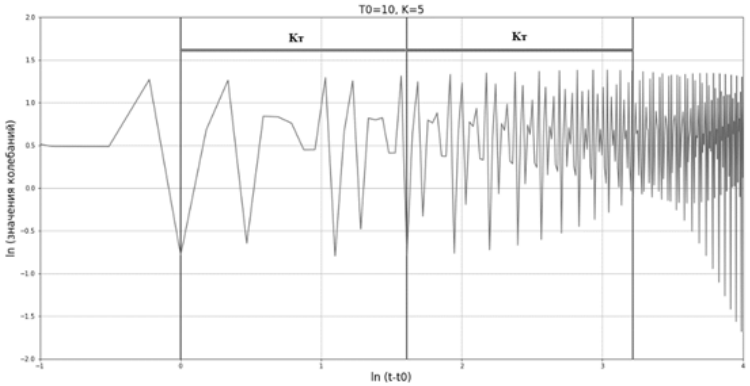

Рис. 5. Почти-пропорции для сдвиговых функций

метриках. На данном графике ось x отображает значения для знаменателя прогрессии K, а ось y – значения для начального параметра отсчета t_0.

На основании 3D-графика был установлен параметр начального отсчета t_0, равный десяти, благодаря выделенному каналу минимумов. Однако точные значения коэффициента K выявить не удалось из-за отсутствия подобных каналов минимумов. Зафиксированное значение для

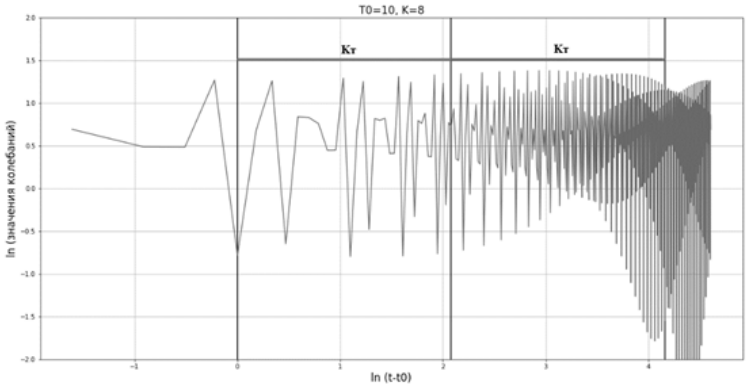

Рис. 6. Почти-пропорции для сдвиговых функций

Рис. 7. Цена акции компании *Walmart*

начального отсчета t_0 было затем применено на контурном графике для анализа сдвиговых функций, представленном на рис. 3.

На контурном графике (рис. 3) видно, что при $t_0 = 10$ существует явный минимальный канал, указывающий на значение данного параметра и его последующее удвоение.

Затем мы рассмотрели срез для набора сдвиговых функций с параметром $t_0 = 10$ (рис. 4), на котором были обозначены минимальные значения, равные пяти и восьми, необходимые для определения значения K.

Следующим шагом построили графики почти-пропорций, основываясь на ранее выявленных значениях t_0 и K, с логарифмическим масштабом осей (рис. 5 и 6). По оси x отложено логарифмическое значение разницы времени и начала отсчета, а по оси y – логарифмические значения амплитуды синуса.

Выставим единицу отсчета на первый явный минимум и тем самым определим положение начала отчета для геометрической прогрессии.

Оба графика демонстрируют, что при выбранных параметрах $t_0 = 10$ и $K = 5$, а также $K = 8$ значения геометрической прогрессии соответствуют локальным минимумам.

Таким образом, результаты подтверждают корректность работы алгоритмов и моделей, поскольку исследование сдвиговых функций показывает согласованные результаты для выявленных значений параметров t_0 и K в различных метрических пространствах.

Изучим акции компании *Walmart* с 5 июля

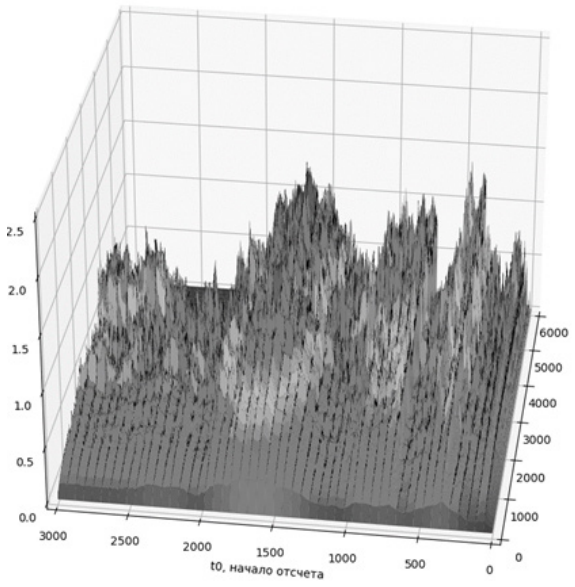

Рис. 8. 3*D*-график для сдвиговых функций

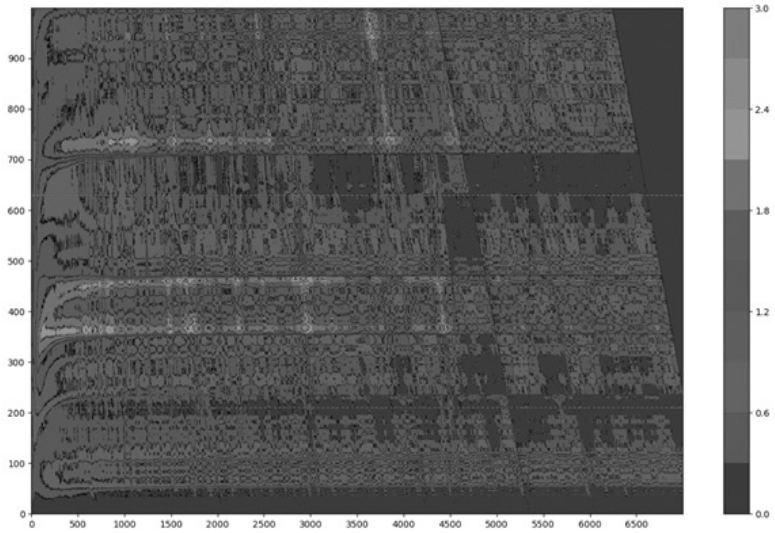

Рис. 9. Контурный график сдвиговых функций с выявленным каналом минимумов t_0

1966 г. по 19 января 2024 г., ориентируясь на данные по торговым дням в календарном году, чтобы проверить математическую стабильность полученных результатов и выявить критические точки [10]. Информация отображена на графике (рис. 7).

На этом графике по оси x указаны года, а по оси y – цена акций.

Применим сдвиговые функции, используя уравнения (1), (2), для анализа в различных функциональных и метрических пространствах с параметром p = 5, 25. Ось x здесь показывает знаменатель прогрессии K, а ось y – начальный отсчет t_0.

Рис. 8 отображает общий 3*D*-обзор сдвиговых функций, показывая, что их структура остается похожей во всех пространствах. Из этого графика был определен параметр t_0 = 210, в то время как точное значение k установить не удалось из-за отсутствия соответствующих минимумов.

На контурном графике (рис. 9) мы видим,

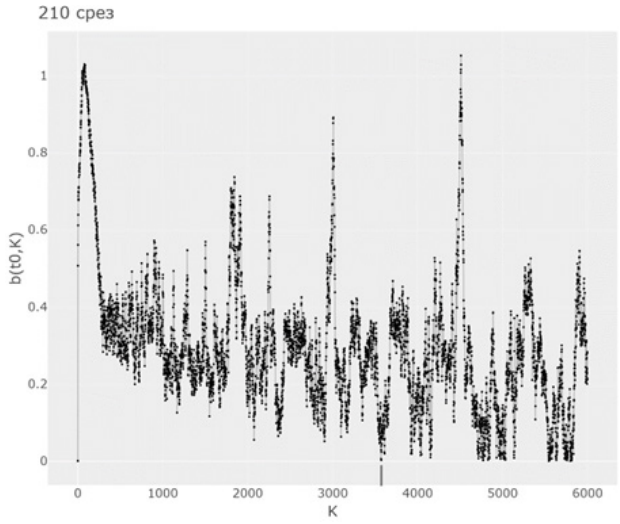

Рис. 10. Срез по t_0 для сдвиговых функций

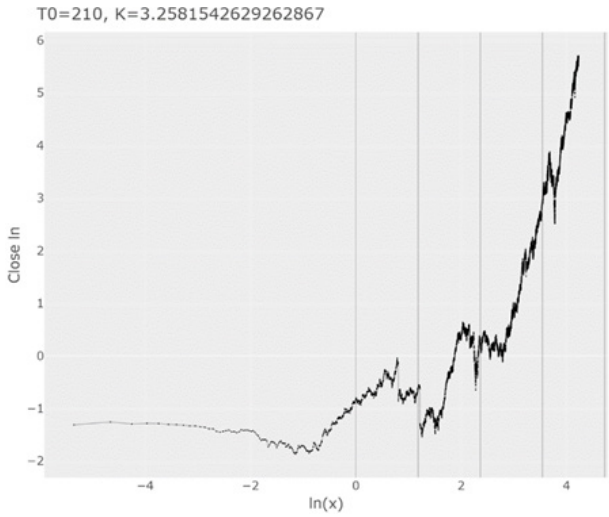

Рис. 11. Почти-пропорции для сдвиговых функций

как значения знаменателя прогрессии K и начального отсчета t_0 распределяются, выделяя канал минимумов для $t_0 = 210$.

Далее необходимо рассмотреть срез для класса сдвиговых функций по параметру $t_0 = 210$ (рис. 10) для поиска значения для параметра k. Детальный анализ среза для $t_0 = 210$ позволил найти значение $k = 3\ 572$, так часто встречающееся на разных срезах параметра t_0. По оси x – значение для параметра k, а по оси y – значения функций.

Изучение класса сдвиговых функций в контексте данного временного ряда показало сходство результатов, полученных с использованием формул (1) и (2). Поэтому для визуализации результатов, касающихся параметров начального отсчета t_0 и коэффициента K, будет достаточно создать унифицированные графики.

Построим графики почти-пропорции по выявленным ранее значениям параметров t_0 и K, у которых оси имеют логарифмический масштаб (рис. 11). А также выявим критические точки во временном ряду. Так как параметр K имеет собственное значение более тысячи, то необходимо снижение масштаба почти-пропорции в e^7 раз, чтобы облегчить идентификацию системных критических точек. Тогда наш параметр K будет иметь значение уже не 3 572, а 3 258, тем

самым мы выявим критические точки системы. По оси y – логарифмированное значение разницы времени и начала отсчета, а y – логарифмированные значения цены акции.

На графике (рис. 11) видно, что критические точки были выявлены там, где во временном ряду появлялись локальные минимумы, за которыми следовал интенсивный рост. Эти локальные минимумы служат индикаторами для определения почти-пропорциональных отношений в циклическом поведении временного ряда.

Анализируя устойчивость результатов для класса сдвиговых функций в рамках данного временного ряда, мы установили, что параметры t_0 и K сохраняют одинаковые значения во всех исследованных метрических пространствах. Это позволяет сделать вывод о том, что при анализе устойчивости результатов сдвиговых функций, описываемых геометрической прогрессией, в различных метрических пространствах наблюдается высокий уровень согласованности и точности. Более того, была успешно выявлена серия критических точек в анализируемом временном ряду, подтверждая эффективность метода.

Заключение

Подводя итоги работы, можно отметить следующее: разработан и проверен метод определения начального значения t_0 и коэффициента k для геометрических рядов. Осуществлена оценка надежности полученных данных с помощью анализа сдвигов в разнообразных метрических пространствах. Значительным результатом стало выявление геометрических прогрессий со знаменателями порядка тысячи.

Список литературы

1. Кузьмин, В.И. Методы построения моделей по эмпирическим данным : учебное пособие / В.И. Кузьмин, А.Ф. Гадзаов. – М. : МГТУ МИРЭА, 2012. – 96 с.
2. Староверов, И.Н. Исследование синхронизации почти-пропорциональных и почти-периодических характеристик временных рядов / И.Н. Староверов, В.И. Кузьмин, И.В. Есипов // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 11.
3. Кузьмин, В.И. Технический анализ / В.И. Кузьмин, А.Ф. Гадзаов. – М. : МИРЭА, МГУПИ 2015. – 71 с.
4. Кузьмин, В.И. Почти периодические функции с трендом / В.И. Кузьмин, А.Б. Самохин. – М. : «ВЕСТНИК МГТУ МИРЭА». – 2015. – Т. 2. – № 4.
5. Кузьмин, В.И. Математические методы анализа периодических компонент нелинейных процессов и прогнозирования динамики ограниченного роста на их основе / В.И. Кузьмин, А.Ф. Гадзаов // Вестник МГТУ МИРЭА. – 2015. – № 4-2(9). – С. 94-104.
6. Кузьмин, В.И. Модели и методы научно-технического прогнозирования / В.И. Кузьмин, А.Ф. Гадзаов. – М. : МИРЭА, 2016. – 90 с.
7. Староверов, И.Н. Анализ почти-пропорциональных характеристик временных рядов на основе класса сдвиговых функций / И.Н. Староверов, В.И. Кузьмин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2023. – № 01. – С. 150–160.
8. Kuzmin, V. Methods for data analysist / V. Kuzmin, A. Gadzaov, R. Dzerjinsky. – M. : Издательство «Перо», 2021. – 243 с.
9. A.A. Paramonov, V.I. Kuzmin and R.I. Dzerjinsky. Analysis of almost-periodic and almost-proportional characteristics of a representative sample local minima time series. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1047/1/012045.
10. Поисковая система Yahoo [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://finance.yahoo.com/quote/WMT/history.

References

1. Kuz'min, V.I. Metody postroyeniya modeley po empiricheskim dannym : uchebnoye posobiye / V.I. Kuz'min, A.F. Gadzaov. – M. : MGTU MIREA, 2012. – 96 s.

2. Staroverov, I.N. Issledovaniye sinkhronizatsii pochti-proportsional'nykh i pochti-periodicheskikh kharakteristik vremennykh ryadov / I.N. Staroverov, V.I. Kuz'min, I.V. Yesipov // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2023. – № 11.

3. Kuz'min, V.I. Tekhnicheskiy analiz / V.I. Kuz'min, A.F. Gadzaov. – M. : MIREA, MGUPI 2015. – 71 s.

4. Kuz'min, V.I. Pochti periodicheskiye funktsii s trendom / V.I. Kuz'min, A.B. Samokhin. – M. : «VESTNIK MGTU MIREA». – 2015. – T. 2. – № 4.

5. Kuz'min, V.I. Matematicheskiye metody analiza periodicheskikh komponent nelineynykh protsessov i prognozirovaniya dinamiki ogranichennogo rosta na ikh osnove / V.I. Kuz'min, A.F. Gadzaov // Vestnik MGTU MIREA. – 2015. – № 4-2(9). – S. 94-104.

6. Kuz'min, V.I. Modeli i metody nauchno-tekhnicheskogo prognozirovaniya / V.I. Kuz'min, A.F. Gadzaov. – M. : MIREA, 2016. – 90 s.

7. Staroverov, I.N. Analiz pochti-proportsional'nykh kharakteristik vremennykh ryadov na osnove klassa sdvigovykh funktsiy / I.N. Staroverov, V.I. Kuz'min // Sovremennaya nauka: aktual'nyye problemy teorii i praktiki. Seriya: Yestestvennyye i Tekhnicheskiye Nauki. – 2023. – № 01. – S. 150–160.

8. Kuzmin, V. Methods for data analysist / V. Kuzmin, A. Gadzaov, R. Dzerjinsky. – M. : Izdatel'stvo «Pero», 2021. – 243 s.

9. A.A. Paramonov, V.I. Kuzmin and R.I. Dzerjinsky. Analysis of almost-periodic and almost-proportional characteristics of a representative sample local minima time series. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2020 [Electronic resource]. – Access mode : iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1047/1/012045.

10. Poiskovaya sistema Yahoo [Electronic resource]. – Access mode : https://finance.yahoo.com/quote/WMT/history.

© И.Н. Староверов, В.И. Кузьмин, 2024

УДК 004.056

КАМАРА АМАДУ САРА, О.А. САЛТЫКОВА
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ АТАК НА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ключевые слова: атаки на сайты; веб-сайты; машинное обучение; уязвимости.

Аннотация. Обнаружение и устранение критических веб-уязвимостей и атак, таких как межсайтовый скриптинг и межсайтовые атаки, подделка запросов, вызывают серьезную озабоченность в области веб-безопасности. Такие веб-атаки развиваются, и их становится все сложнее обнаружить. Одним из способов обнаружения этих веб-уязвимостей и предотвращения атак является машинное обучение. Цель данной статьи – провести обзор новых научных методов применения классического и передового машинного обучения для выявления и предотвращения атак на сайты при помощи вредоносных программ и поддельных запросов. Задачами исследования являются анализ методов обнаружения межсайтового скриптинга и подделки межсайтовых запросов с применением машинного обучения. В качестве гипотезы исследования рассматривается возможность применения машинного обучения для предотвращения атак на веб-приложения. К методам исследования относится апробирование обнаружения вторжений на практике. Результатом исследования является выбор оптимального способа исследования.

Введение

Веб-приложения стали основным продуктом нашей повседневной жизни благодаря их широкому использованию в таких областях, как банковское дело, финансы, маркетинг, налогообложение, социальное взаимодействие и даже медицина [1–3]. Многие важные операции выполняются онлайн в Интернете и содержат данные, которые могут быть личными. Это данные, включающие идентификационную информацию, пароли, *PIN*-коды, коды доступа, а также медицинские и финансовые сведения, такие как транзакции, сведения о покупках, налоговые декларации и т.д. Хотя веб-приложения обеспечивают меры безопасности для защиты, существуют некоторые веб-уязвимости, которые представляют собой лазейки, ошибки или пустоты, использующиеся противником либо на стороне клиента, либо на стороне сервера. Количество зарегистрированных веб-уязвимостей и частота веб-атак значительно растут с каждым днем, что вызвало необходимость в усилении безопасности [4]. Однако веб-приложения чрезвычайно сложны и трудны для анализа из-за особенностей их программирования, включая различные подходы к созданию. Поэтому выявление веб-уязвимостей – не простая задача, а один из критических компонентов защиты веб-приложения.

Межсайтовый скриптинг (**МСС**) и подделка межсайтовых запросов (**МАПЗ**) считаются одними из самых серьезных угроз для безопасности веб-приложений [5]. Существует ряд алгоритмов обнаружения, основанных на традиционных методах. К сожалению, они недостаточно эффективны против угрозы, которая может принять любую форму и развивается с течением времени.

Критическим компонентом защиты веб-приложения является обнаружение вредоносных и тщательно продуманных веб-атак с помощью определения того, является ли целевой скрипт вредоносным.

Разработаны подходы по применению машинного обучения к построению автоматизированного фаззера [6–7].

Здесь на помощь приходит машинное обучение [8]. Машинное обучение (как и глубокое обучение) получило широкое распространение, признано и принято во многих областях для

упрощения и автоматизации любой сложной задачи, улучшения ее производительности и повышения масштабируемости.

В данной статье представлены и обсуждаются различные методы, которые были опубликованы в этом направлении, чтобы вдохновить других исследователей сделать шаг в эту сторону, принять методы машинного или глубокого обучения и использовать их для устранения угроз веб-приложений.

Межсайтовый скриптинг

Атака с использованием МСС – это веб-атака, которую иногда называют атакой внедрения кода, при которой злоумышленник вставляет скрипт вредоносного кода, обычно *JavaScript*, внутрь доброкачественного кода в законное веб-приложение, используя слабость (МСС – уязвимость) на веб-сервере или в браузер пользователя для доступа к файлам *cookie*, пользовательским сеансам и другим конфиденциальным данным. Эту атаку также можно использовать для выполнения других веб-атак, таких как МАПЗ или атака *DoS*.

1. Классические подходы машинного обучения для классификации МСС-атак.

Первоначально исследователи применяют классическую стратегию обучения для обнаружения и устранения МСС-атак, которая обычно включает в себя процесс извлечения признаков, который фокусируется на конкретных целевых атрибутах для выявления МСС-атак. Несколько классификаторов обучаются этим функциям с использованием различных тактик.

Затем эти модели оцениваются для наблюдения за влиянием сгенерированных функций. Производительность классификаторов сравнивается, используются оценки лучшей модели, делается вывод об обобщающей способности предлагаемой процедуры.

2. Классификация вредоносного веб-кода при машинном обучении.

Применяется две стратегии извлечения: простое разделение и токенизация. Суть первой стратегии заключалась в том, что документ состоит из нескольких терминов/фраз, которые разделены пробелами. Таким образом, термины извлекаются с помощью разделения ввода с использованием пробелов и частоты. Количество каждого термина используется для расчета признака веса.

Вторая стратегия основана на представлении о том, что вредоносный веб-код включает в себя определенные токены, которые описывают его характеристики. Эти термины извлекаются из ввода, используя указанный набор токенов, и идет подсчет частоты каждого термина-лексемы, далее снова используется для расчета веса функций. После этого проходит обучение для обнаружения вводимых пользователем данных, которые можно использовать. Применяют типы функций веса, такие как линейные, полиномиальные и гауссовы [11–13].

Предложенные методы извлечения признаков очень эффективны, и это отражается в согласованности между оценкой точности всех классификаторов. Сравнение и оценка проводятся с использованием ранее рассмотренных различных методов машинного обучения для большого и разнообразного набора данных веб-кодов.

3. Защита от атак вредоносных сценариев с использованием компьютера.

В предлагаемом подходе перехватчик устанавливался на веб-браузер пользователя в качестве плагина. Каждый раз, когда пользователь отправляет веб-запрос на веб-сервер для получения запрошенной веб-страницы, сервер генерирует ответ, который направляется на перехватчика. Перехватчик извлекает функции из исходного кода веб-страницы и передает их обученному классификатору машинного обучения для процесса классификации. Если был какой-либо вредоносный сценарий *JavaScript*, веб-страница будет заблокирована раньше, чем веб-браузер интерпретирует это.

Предлагаемое решение имеет легкую конструкцию и требует небольших затрат и накладных расходов во время выполнения. Он не зависит от платформы и браузера.

Однако собранный набор данных состоит из очень небольшого числа вредоносных образцов. Точность можно улучшить за счет обнаружения атак с использованием межсайтовых сценариев с использованием машиного обучения [14].

4. Глубокое обучение для классификации МСС-атак.

В связи с тем, что поверхностные модели сильно полагаются на предыдущие модели и рассуждения, злонамеренное поведение, которое заметно отличается в пространстве признаков от видимых раньше, не поддается классификации, что приводит к низким показателям точности и уменьшению масштабируемости.

Глубокие нейронные сети являются более надежными и добиваются лучшего обобщения без необходимости обширного проектирования функций. Глубокие модели способны автономно изучать инвариант высокого уровня представления из набора обучающих данных и способны точно классифицировать даже те образцы, которые не подвергаются воздействию во время тренировки и разумно отклоняются. Таким образом, подходы глубокого обучения лучше, чем классическое машинное обучение, с точки зрения точности обнаружения, ложной тревоги, скорости и масштабируемости [11].

Заключение

В статье обсуждается несколько методов, которые справились с веб-атаками, такими как МСС или МАПЗ, с использованием методологии обычного машинного обучения и продвинутого глубокого обучения.

Проанализировав разные подходы, можно сделать вывод о том, что, хотя в центре внимания всех исследований находится предотвращение нападений, каждое исследование ограничено определенными условиями. Поэтому не существует единого, универсального метода, который можно применить для защиты Интернета от всех вариантов определенной атаки целиком.

Однако, чтобы придумать лучший и близкий к совершенству механизм, важно лучше понимать форму атаки, ее характеристики в различных аспектах и влияние на веб-приложения. Исследователи не должны пытаться противостоять простым атакам, которые имеют меньшее воздействие. Скорее следует попытаться перейти к более сложным и трудным атакам, которые оказывают серьезное влияние (чем могут снизить скорость, повысить точность), чтобы ни одна атака не была пропущена.

Список литературы

1. Бажанов, Р.С. Ключевые показатели эффективности интернет проектов как основа измерений в веб аналитике / Р.С. Бажанов, С.В. Шайтура // Славянский форум. – 2013. – № 2(4). – С. 13–22.
2. Шайтура, С.В. Безопасность банка при работе с электронными деньгами / С.В. Шайтура // Анализ и современные информационные технологии в обеспечении экономической безопасности бизнеса и государства : Сборник научных трудов и результатов совместных научно-исследовательских проектов / РЭУ им. Г.В. Плеханова. – М. : Издательство «Аудитор», 2016. – С. 556–558.
3. Китова, О.В. Информационный маркетинг : учебное пособие / О.В. Китова, С.В. Шайтура ; Министерство юстиции Республики Болгария; Институт гуманитарных наук, экономики и информационных технологий. – Бургас : Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни технологии = Институт гуманитарных наук, экономики и информационных наук, 2016. – 165 с.
4. Булутов, С.А. Повышение эффективности защиты веб-сайтов от XSS-атак / С.А. Булутов, Б.Ю. Пономарев, В.М. Моргунов // Методы и технические средства обеспечения безопасности информации. – 2019. – № 28. – С. 83.
5. Анализ методов защиты web-сайтов от взлома / В.А. Дробот, А.А. Марченко, В.Н. Решетников, В.Г. Шимохин // Проблемы и перспективы современной науки. – 2016. – № 14. – С. 6–12.
6. Мишин, И.А. Методы совершенствования фаззинг-тестирования с применением машинного обучения / И.А. Мишин, О.А. Салтыкова // Сборник трудов конференции «Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2021)». – М. : Российский университет дружбы народов, 2021. – С. 33682.
7. Мишин, И.А. Области применения машинного обучения к построению автоматизированного фаззера / И.А. Мишин, О.А. Салтыкова // Материалы XXII Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2021) : Материалы конференции, Алушта, 04–13 сентября 2021 года. – М. : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», 2021. – С. 660–661.
8. Худхейр, А.Р.М. Модели машинного обучения и глубокого обучения для электронной информационной безопасности в мобильных сетях / А.Р.М. Худхейр, Е.В. Заргарян, Ю.А. Заргарян //

Известия ЮФУ. Технические науки. – 2022. – № 3(227). – С. 211–222.

References

1. Bazhanov, R.S. Klyuchevyye pokazateli effektivnosti internet-proyektov kak bazovyye izmereniya v veb-analitike / R.S. Bazhanov, S.V. Shaytura // Slavyanskiy forum. – 2013. – № 2(4). – S. 13–22.

2. Shaytura, S.V. Bezopasnost' banka pri rabote s elektronnymi veshchestvami / S.V. Shaytura // Analiz i sovremennyye informatsionnyye tekhnologii v obespechenii ekonomicheskoy bezopasnosti biznesa i gosudarstva : Sbornik nauchnykh trudov i rezul'tatov Uchastnik nauchno-issledovatel'skikh proyektov / REU im. G.V. Plekhanova. – M. : Izdatel'stvo «Auditor», 2016. – S. 556–558.

3. Kitova, O.V. Informatsionnyy marketing : uchebnoye posobiye / O.V. Kitova, S.V. Shaytura ; Ministerstvo yustitsii Respubliki Bolgariya; Institut gumanitarnykh nauk, ekonomiki i informatsionnykh tekhnologiy. – Burgas : Institut gumanitarnykh nauk, ikonomiki i informatsionnykh tekhnologiy = Institut gumanitarnykh nauk, ekonomiki i informatsionnykh nauk, 2016. – 165 s.

4. Bulutov, S.A. Povysheniye effektivnosti zashchity veb-saytov ot XSS-atak / S.A. Bulutov, B.YU. Ponomarev, V.M. Morgunov // Metody i tekhnicheskiye sredstva obespecheniya bezopasnosti informatsii. – 2019. – № 28. – S. 83.

5. Analiz metodov zashchity veb-saytov ot vzloma / V.A. Drobot, A.A. Marchenko, V.N. Reshetnikov, V.G. Shimokhin // Problemy i perspektivy sovremennoy nauki. – 2016. – № 14. – S. 6–12.

6. Mishin, I.A. Metody s poyavleniyem fazzing-testirovaniya s primeneniyem mashinnogo obucheniya / I.A. Mishin, O.A. Saltykova // Sbornik trudov konferentsii «Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2021)». Moskva: Rossiyskiy universitet druzhby narodov, 2021. – S. 33682.

7. Mishin I.A. Oblasti primeneniya mashinnogo obucheniya k stroitel'stvu tekhnicheskogo fazzera / I.A. Mishin, O.A. Saltykova // Materialy XXII Mezhdunarodnoy konferentsii po vychislitel'noy mekhanike i sovremennym prikladnym programmnym sistemam (VMSPPS'2021): Materialy konferentsii, Alushta, 04–13 sentyabrya 2021 goda. – M. : Federal'noye gosudarstvennoye byudzhetnoye obrazovatel'noye uchrezhdeniye vysshego professional'nogo obrazovaniya «Moskovskiy aviatsionnyy institut (natsional'nyy issledovatel'skiy universitet)», 2021. – S. 660–661.

8. Khudkheyr, A.R.M. Modeli mashinnogo obucheniya i glubokogo obucheniya dlya obespecheniya bezopasnosti elektronnoy informatsii v mobil'nykh setyakh / A.R.M. Khudkheyr, Ye.V. Zargaryan, YU.A. Zargaryan // Izvestiya YUFU. Tekhnicheskiye nauki. – 2022. – № 3(227). – S. 211–222.

© Камара Амаду Сара, О.А. Салтыкова, 2024

УДК 004.056.57

С.Э. ТУРАЕВ, Д.А. ЗАКОЛДАЕВ
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург

АНАЛИЗ СЕТЕВОГО ТРАФИКА (АСТ) В КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Ключевые слова: анализ сетевого трафика (**АСТ**); брандмауэр; вредоносные программы; вредоносный трафик; информационная безопасность; протокол; сеть; Телнет; трафик.

Аннотация. Научная статья посвящается исследованию анализа сетевого трафика (это процесс анализа активности и доступности сети). Эта операция включает в себя отслеживание того, что, когда и где передается по различным частям сети. В этой статье представлен обзор различных методов сетевого анализа и прогнозирования трафика. Одной из основных целей этого процесса является помощь в обнаружении и предотвращении угроз, а также в отслеживании потенциальных проблем. Особое внимание было обращено авторами на то, как АСТ включает глубокую проверку пакетов, используемую межсетевыми экранами, и на анализ вредоносного трафика, используемого системами обнаружения вторжений. В публикации затрагиваются преимущества и важность АСТ, то, какова цель мониторинга сетевого трафика, для каких целей можно его использовать. При выборе решения АСТ надо учитывать «слепые зоны» в сети, источники данных, из которых нужна информация, и критические точки в сети, где сходятся для эффективного мониторинга. Добавив АСТ в качестве уровня в решение для управления информацией о безопасности и событиями (***SIEM***), можно получить прозрачность в еще большей части среды и пользователей.

Анализ сетевого трафика – это метод мониторинга доступности и активности сети для выявления вредоносного трафика, включая проблемы безопасности и эксплуатации.

Общие случаи использования АСТ:

– выявление вредоносного программного обеспечения (**ПО**) или вредоносного трафика, например программ-вымогателей;

– собирание данных в реальном времени и исторических данных о том, что происходит в сети;

– обнаружение использования шифров и уязвимых протоколов;

– устранение неполадок в медленной сети;

– улучшение внутренней видимости и устранение невидимых зон в сети.

Внедрение решения, которое может постоянно отслеживать сетевой трафик, дает представление, необходимое для оптимизации производительности сети, минимизации <*a i* = 3> поверхности атаки, повышает безопасность и улучшает управление ресурсами [1].

Однако знать, как контролировать сетевой трафик, недостаточно. Важно также учитывать источники данных для инструмента мониторинга сети. Двумя наиболее распространенными способами являются потоковые данные, которые получают от таких устройств, как маршрутизаторы, и пакетные информации от *SPAN*, которые дают возможность передавать зеркалированный трафик сетевых точек доступа и зеркальных портов.

Основные ключевые преимущества АСТ

Сеть является важнейшим элементом поверхности атаки. Получение прозрачности сетевых данных предоставляет еще одну область, в которой можно обнаруживать атаки и предотвращать их на ранней стадии. К преимуществам АСТ относятся:

– улучшенная видимость устройств, подключающихся к сети (например, все устройства «Интернета вещей»);

– соответствие требованиям всех стандартов;

– анализ связи на одном уровне сетевого порта;

– предотвращение неполадок в работе и безопасность сети;

– зашифрованный трафик обнаружения угрозы.

Ключевым шагом при настройке АСТ является обеспечение сбора данных из правильных источников. Информация о потоках отлично подходит, если ищете объемы трафика и сопоставляете путь сетевого пакета от источника до места назначения. Этот уровень информации поможет обнаружить вредоносный трафик глобальной сети и использовать сетевые ресурсы и производительность, но ему может не хватать подробностей и контекста для анализа проблем кибербезопасности [2].

Пакетные данные, извлеченные из сетевых пакетов, могут помочь администраторам понять, как пользователи внедряют и используют приложения, отслеживать использование каналов глобальной сети и подозрительные вредоносные программы или другие инциденты безопасности. Инструменты глубокой проверки пакетов (***DPI***) обеспечивают 100 %-ную прозрачность сети, преобразуя необработанные метаданные в читаемый формат и разрешая сисадминам сети и безопасности детализировать информацию до мельчайших деталей.

Важность АСТ

Каждый раз надо внимательно наблюдать за периметром сети. Даже при наличии надежных межсетевых экранов могут произойти ошибки и пройти вредоносный трафик. Пользователи также могут использовать такие методы, как туннелирование, *VPN* и т.д., чтобы обойти правила брандмауэра.

Рост популярности программ-вымогателей как распространенного типа атак в последние годы еще более важным делает мониторинг сетевого трафика. Решение для мониторинга сети способно обнаруживать активность, указывающую на атаки программ-вымогателей через небезопасные протоколы. Возьмем, к примеру, *WannaCry* – это программа-вымогатель, где злоумышленники активно сканировали сети с открытым *TCP*-портом 445, а затем использовали уязвимость в *SMBv*1 – это протокол для доступа к общим сетевым ресурсам [3].

Протокол удаленного рабочего стола (***RDP***) – еще одно часто используемое приложение. Обязательно заблокируйте любые попытки входящего подключения на брандмауэре. Мониторинг трафика внутри брандмауэров позволяет проверять правила, получать ценную информацию, а также может использоваться в качестве источника предупреждений на основе сетевого трафика.

Остерегайтесь любой подозрительной активности, связанной с протоколами управления, такими как *«Telnet»*. Поскольку *«Telnet»* является незашифрованным протоколом, трафик сеанса будет отображать последовательности команд *CLI* – это интерфейсы командной строки, соответствующие марке и модели устройства. Строки *CLI* могут отображать процедуры входа в систему, представление учетных данных пользователя, команды для отображения конфигурации загрузки или работы, копирование файлов и многое другое [4].

Обязательно проверьте сетевые данные на наличие устройств, использующих незашифрованные протоколы управления, например:

– Телнет;

– протокол передачи гипертекста (*HTTP*, порт 80);

– простой протокол сетевого управления (*SNMP*, порты 161/162);

– интеллектуальная установка *Cisco* (порт *SMI* 4786).

Какова цель мониторинга сетевого трафика

Многие проблемы эксплуатации и безопасности можно исследовать, реализуя анализ сетевого трафика как на границе сети, так и в ее ядре. С помощью инструмента анализа трафика можете обнаружить такие вещи, как большие загрузки, потоковую передачу или подозрительный входящий или исходящий трафик. Обязательно надо начать с мониторинга внутренних интерфейсов брандмауэров, что позволит отслеживать активность конкретных клиентов или пользователей [6].

АСТ также предоставляет более полную информацию об угрозах в сети за пределами конечной точки. С ростом количества мобильных устройств, устройств Интернета вещей, смарт-телевизоров и т.д. нужно что-то более интеллектуальное, чем просто журналы брандмауэров. Журналы брандмауэра также создают проблемы, когда сеть подвергается атаке [7].

Для каких целей можно использовать мониторинг и АСТ:

– мониторинг утечки данных и интернет-активности;

– выявление активности программ-вымогателей;

– мониторинг доступа к базам данных *MSSQL* или файлам на файловых серверах;

– проведение инвентаризации (какие устройства, серверы и службы работают в сети);

– отслеживание активности пользователя с помощью отчетов *User Forensics* (криминалистический анализ данных);

– выявление основной причины пиков пропускной способности в сети;

– предоставление в режиме реального времени информационных панелей, фокусирующихся на сети и активности пользователей;

– для руководства и аудиторов за любой период времени можно формировать отчеты о сетевой активности [13].

На что надо обратить внимание в решении АСТ

Для мониторинга сетевого трафика не все инструменты одинаковы. Как правило, их можно разделить на два типа: инструменты на основе потоков и инструменты глубокой проверки пакетов (***DPI***). В рамках этих инструментов имеются опции для программных агентов, хранения исторических данных и систем обнаружения вторжений. Оценивая, какое решение подходит в информационную инфраструктуру организации безопасности сети, надо учесть следующие пять вещей.

1. Наличие устройств с поддержкой потока: есть ли в сети устройства с поддержкой потока, способные генерировать потоки, необходимые для инструмента АСТ, который принимает только такие потоки, как *Cisco Netflow* – это легкий протокол для сбора статистических данных из сетевого трафика. Инструменты *DPI* принимают необработанный трафик, обнаруженный в каждой сети через любой управляемый коммутатор, и не зависят от поставщика. Сетевые коммутаторы и маршрутизаторы не требуют каких-либо специальных модулей или поддержки, достаточно трафика из *SPAN* или зеркала портов от любого управляемого коммутатора [9].

2. Источник данных: информации о потоке и пакетные информации поступают из разных источников, и не все инструменты АСТ собирают их. Обязательно просмотрите свой сетевой трафик и решите, какие его части являются критически важными, а затем сравните возможности с инструментами, чтобы убедиться, что все, что вам нужно, охвачено.

3. Точки в сети: учитывайте, использует ли инструмент программное обеспечение на основе агентов или же без агентов. Также будьте осторожны и не отслеживайте сразу слишком много источников данных. Вместо этого проявите стратегическую позицию при выборе мест, где сходятся данные, например, интернет-шлюзы или сети *VLAN*, связанные с критически важными серверами [10].

4. Информация в реальном времени и исторические информации, которые имеют решающее значение для анализа прошлых событий, но некоторые инструменты для мониторинга сетевого трафика не сохраняют эти данные с течением времени. Также проверьте, установлена ли цена на инструмент в зависимости от объема данных, которые хотите хранить. Можно понять, какая информация больше всего интересует, чтобы найти вариант, наиболее соответствующий потребностям и бюджету.

5. Полный захват пакетов, стоимость и сложность: многие устройства *DPI* захватывают и сохраняют все пакеты, что приводит к дорогостоящим устройствам, увеличению затрат на хранение и требует дополнительного обучения и опыта для работы. Захватывая полные пакеты, другие выполняют больше «тяжелой работы», извлекая только метаданные для каждого протокола и критические детали. Извлечение метаданных приводит к значительному сокращению объемов информации, но при этом сохраняет полезные детали и читаемые, которые идеально подходят для служб безопасности и сетевых служб [11].

АСТ – важный способ мониторинга активности сети и доступности, позволяющий выявлять вредоносный трафик, максимизировать производительность и отслеживать атаки. АСТ является основной частью безопасности и комплексного анализа видимости, позволяющего своевременно обнаруживать угрозы и устранять их быстро [12].

Список литературы

1. Башарин, Г.П. Анализ очередей в вычислительных сетях / Г.П. Башарин, П.П. Бочаров, Я.А. Коган. – М. : Наука, 2016. – 336 с.
2. Аверченков, В.И. Аудит информационной безопасности органов исполнительной власти. Учебное пособие / В.И. Аверченков. – М. : Флинта, 2020. – 297 с.
3. Скотт, Хогдал Дж. Анализ и диагностика компьютерных сетей / Хогдал Дж. Скотт. – М. : ЛОРИ, 2019. – 180 с.
4. Аверченков, В.И. Аудит информационной безопасности. Учебное пособие / В.И. Аверченков. – М. : Флинта, 2021. – 679 с.
5. Шилов, А. Информационная безопасность финансового учреждения / А. Шилов, В. Мищенко. – М. : LAP Lambert Academic Publishing, 2021. – 164 с.
6. Артемов, А. Информационная безопасность. Курс лекций / А. Артемов. – М. : РГГУ, 2018. – 788 с.
7. Астахова, Л.Г. В информационной безопасности / Л.Г. Астахова. – М. : LAP Lambert Academic Publishing, 2020. – 296 с.
8. Бабаш, А.В. Информационная безопасность (+ CD-ROM) / А.В. Бабаш, Е.К. Баранова, Ю.Н. Мельников. – М. : КноРус, 2021. – 136 с.
9. Клименко, Т.М. Обзор методов обнаружения распределенных атак типа «отказ в обслуживании» на основе машинного обучения и глубокого обучения / Т.М. Клименко, Р.Р. Акжигитов // International Journal of Open Information Technologies. – 2023. – Т. 11. – №. 6. – С. 46–66.
10. Маскирование структуры распределенных информационных систем в киберпространстве / И.С. Ворончихин, И.И. Иванов, Р.В. Максимов, С.П. Соколовский // Вопросы кибербезопасности. – 2019. – № 6(34). – С. 92–101.
11. Полянская, М.С. Анализ подходов к обнаружению атак в зашифрованном трафике / М.С. Полянская // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2021. – Т. 17. – № 4. – С. 922–931.
12. Rana, S. Intelligent Traffic Monitoring System Based on Internet of Things / S. Rana, U. Garg, N. Gupta // 2021 International Conference on Computational Performance Evaluation (ComPE). – IEEE, 2021. – P. 513–518.
13. Deri, L. Using Deep Packet Inspection in CyberTraffic Analysis / L. Deri, F. Fusco // 2021 IEEE International Conference on Cyber Security and Resilience (CSR). – IEEE, 2021. – P. 89–94.

References

1. Basharin, G.P. Analiz ocheredey v vychislitel'nykh setyakh / G.P. Basharin, P.P. Bocharov, YA.A. Kogan. – M. : Nauka, 2016. – 336 s.
2. Averchenkov, V.I. Audit informatsionnoy bezopasnosti organov ispolnitel'noy vlasti. Uchebnoye posobiye V.I. Averchenkov. – M. : Flinta, 2020. – 297 s.
3. Skott, Khogdal Dzh. Analiz i diagnostika komp'yuternykh setey / Khogdal Dzh. Skott. – M. : LORI, 2019. – 180 s.
4. Averchenkov, V.I. Audit informatsionnoy bezopasnosti. Uchebnoye posobiye V.I. Averchenkov. – M. : Flinta, 2021. – 679 s.
5. Shilov, A. Informatsionnaya bezopasnost' finansovykh uchrezhdeniy / A. Shilov, V. Mishchenko. – M. : LAP Lambert Academic Publishing, 2021. – 164 s.
6. Artemov, A. Informatsionnaya bezopasnost'. Kurs lektsiy / A. Artemov. – M. : RGGU, 2018. – 788 s.
7. Astakhova, L.G. V informatsionnoy bezopasnosti / L.G. Astakhova. – M. : LAP Lambert Academic Publishing, 2020. – 296 s.
8. Babash, A.V. Informatsionnaya bezopasnost' (+CD-ROM) / A.V. Babash, Ye.K. Baranova, YU.N. Mel'nikov. – M. : KnoRus, 2021. – 136 s.
9. Klimenko, T.M. Obzor metodov obnaruzheniya raspredelennykh atak tipa «otkaz v obsluzhivanii» na osnove mashinnogo i glubokogo obucheniya / T.M. Klimenko, R.R. Akzhigitov //

Mezhdunarodnyy zhurnal otkrytykh informatsionnykh tekhnologiy. – 2023. – T. 11. – №. 6. – S. 46–66.

10. Maskirovaniye struktury raspredelennykh informatsionnykh sistem v kiberprostranstve / I.S. Voronchikhin, I.I. Ivanov, R.V. Maksimov, S.P. Sokolovskiy // Voprosy kiberbezopasnosti. – 2019. – № 6(34). – S. 92–101.

11. Polyanskaya, M.S. Analiz podkhoda obnaruzheniya k atake v zashifrovannom trafike / M.S. Polyanskaya // Sovremennyye dannyye i IT-obrazovaniye. – 2021. – T. 17. – № 4. – S. 922–931.

© С.Э. Тураев, Д.А. Заколдаев, 2024

УДК 658.562

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

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА РАДИОЭЛЕКТРОННОГО КОМПЛЕКСА

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

Аннотация. Цель исследования – анализ основных функций и принципов управления качеством на этапах менеджмента информационной безопасности.

Для достижения цели исследования изучены задачи по анализу работ, связанных с управлением качества, определены функциональные принципы. Выявлена проблематика, заключающаяся в том, что универсализм проявляется в несколько общем характере построения системы менеджмента качества и содержании его индивидуальных требований. Поэтому процессы внедрения должны учитывать специфику организации и сектора, в котором она работает, то есть необходимо использовать ситуационный подход, связанный со спецификой радиоэлектронного комплекса. Методы исследования: анализ, сравнение, группировка, систематизация, обобщение, индукция и дедукция, прогнозирование. Результаты исследования: разработан комплекс мероприятий по повышению уровня управления качеством на этапах менеджмента информационной безопасности.

Ниже описано несколько основных процессов, соответствующих отдельным пунктам *ISO* 9001, которые необходимо соблюдать при разработке системы управления качеством на этапах жизненного цикла радиоэлектронного комплекса.

1. Процессы высшего руководства.

Основные обязанности топ-менеджмента должны быть разобраны подробно и к ним привязаны процессы для правильного функционирования всей системы. Каждое руководство знает, как управлять своей компанией, и стандарт *ISO* 9001 в силу своей общности, вероятно, не очень поможет для потенциального улучшения в этом плане, но даже при этом каждый может найти в нем новые рекомендации.

1.1. Управление бизнес-стратегией.

Это основной процесс всей организации, на котором основано большинство других видов деятельности. Бизнес-план отражает видение компании и прогрессивные цели, которых организация хочет достичь. Основываясь на принципе управления качеством, предполагающем ориентацию на клиента, стандарт *ISO* прямо предписывает высшему руководству компании удовлетворять потребности и требования своего клиента. Этот фактор вместе с текущим наличием ресурсов становится затем основным признаком для создания бизнес-стратегии.

Как и в любом процессе, необходимо установить его периодический пересмотр. Это гарантирует актуальность самого плана и его соблюдение, а также регулярную проверку функциональности процесса управления бизнес-стратегией. Не так важна продолжительность периода времени, который компания определяет между ревизиями важна регулярность.

1.2. Управление внутренними разногласиями и запросами.

Этот процесс может восприниматься как несрочный или даже ненужный. Для большего удовлетворения и, следовательно, более высоких доходов первостепенное значение имеет удовлетворение требований клиентов. Однако довольный сотрудник работает лучше, поэтому его проблемы также необходимо учитывать.

Вся база несоответствий и требований должна храниться в одной внутренней системе. Тем самым обеспечивается возможность их пересмотра и анализа. Анализируя закрытые проблемы и ошибки, можно выявить наиболее

часто встречающиеся и предложить корректирующие меры для их предотвращения.

1.3. Обеспечение рабочими инструментами.

В рамках предыдущего процесса работы с внутренним запросом может возникнуть необходимость предоставления сотруднику определенного рабочего инструмента. На основании оценки величины потенциальной выгоды и цены необходимого инструмента руководство организации должно принять решение о его возможном приобретении.

Этот процесс является вероятным входом для других действий в рамках управления ресурсами, но он также мешает процессам мониторинга, поскольку необходимо вести записи о каждом инструменте.

1.4. Краткое описание процессов управления.

Процессы высшего руководства в основном служат основой для других видов деятельности компании. Главной задачей руководства организации должны стать продуманное разделение ответственности и возложение полномочий на соответствующих лиц. Большое внимание необходимо также уделить системе контроля отдельных мероприятий и их постоянному обновлению. Как только высшее руководство правильно распределит эти обязанности, оно сможет наблюдать за развитием своего бизнеса только издалека.

2. Процессы управления ресурсами.

Каждый ресурс имеет свой определенный жизненный цикл. Таким образом, можно сказать, что различные ресурсы постепенно появляются в компании и когда-то в будущем исчезают. Процессы управления ресурсами сосредоточены главным образом на периоде между этими двумя событиями. Он используется для описания того, как ресурсы обрабатываются таким образом, чтобы максимально отсрочить их исчезновение. В идеале ресурс должен распоряжаться только по инициативе руководства организации, а не по принуждению. Основное деление процессов, связанных с ресурсами, такое же, как и классификация самих ресурсов: человеческие и материальные.

2.1. Жизненный цикл сотрудника.

Каждый сотрудник компании проходит одни и те же этапы за время работы в организации. Отдельные этапы отображаются в процессе жизненного цикла сотрудника. Такой процесс помогает руководителям групп, которым требуется новое подкрепление, влиться в их ряды. Он жестко определяет, как происходит процесс подбора и регистрации нового сотрудника, какие инструменты для него необходимо предоставить. Кроме того, последовательно отображаемый процесс также содержит документы, относящиеся к отдельным действиям. Следуя процессу, вся необходимая документация для найма нового сотрудника обеспечивается в соответствии с правовыми или внутренними стандартами.

2.2. Обучение.

Один из разделов управления ресурсами стандарта *ISO* 9001 напрямую называется «Компетентность, осведомленность и обучение человеческих ресурсов». В рамках выполнения требований настоящего пункта в компании должны поддерживаться процессы обучения сотрудников. Быть компетентным означает быть в состоянии выполнить поставленную задачу. Для сотрудников должны оцениваться только их компетенции. Отчасти это зависит от их знаний и навыков, но они не имеют значения для нужд организации. Важна способность выполнять порученную работу.

Работа менеджера заключается в том, чтобы гарантировать, что время и энергия его подчиненных используются в правильной последовательности действий. Однако при хорошей подготовке работник может сам реализовать отдельные связи и тем самым работать более эффективно. Таким образом, поощрение осведомленности приводит к более быстрой работе и ощущению значимости у сотрудников.

2.3. Управление рабочими инструментами.

Это вспомогательный процесс для всех других процессов компании, поскольку каждому сотруднику или автоматизированному действию нужен определенный инструмент для их работы. В рамках управления материальными ресурсами необходимо обеспечить работу этих средств.

Это рабочий инструмент, требующий управления качеством, так как от его функциональности зависит работа всей компании. Каждая компания по разработке программного обеспечения использует как минимум один сервер. Поэтому процесс управления рабочими инструментами в этих компаниях должен включать в себя в том числе инструкции по правильному обращению с серверами. В целом для каждого материального ресурса необходимо определить ответственного, способ защиты данного ресурса и его возможное восстановле-

ние. В рамках процесса управления сервером назначается ответственное лицо, выполняющее все действия, связанные с сервером. Защита сервера – это обширная задача, связанная с безопасным расположением физического сервера в бизнесе и обеспечением целостности содержащихся на нем данных. Восстановление ресурсов в этом случае снова делится на аппаратную и программную части. Выход из строя какого-либо физического компонента сервера можно решить его заменой. Потенциальную потерю данных следует предотвращать путем регулярного резервного копирования содержимого сервера. Однако эта деятельность также может быть передана внешней компании с соответствующим контролем и безопасностью.

Хотя описанные выше действия относятся только к серверам, их принципы можно использовать для любого инструмента. Важно включить в диаграмму процесса то, как обрабатывается каждый инструмент, и определить людей, которые за него отвечают. Только тогда можно предотвратить проблемы с администрированием или возможную потерю данного инструмента.

3. Производственные процессы.

Эти процессы являются наиболее внешними из всех описанных здесь. Это означает, что их форма часто зависит от индивидуальных клиентов данной компании, которая пытается отобразить эти процессы. В связи с этим, как правило, невозможно описать все процессы, связанные с продукцией компании.

Действия классифицируются в соответствии с возможными этапами взаимодействия с клиентом. Поиск потенциальных покупателей продукта, первоначальный контакт с ними, фактическая реализация продукта, выставление счетов и налаживание системы поддержки – все эти процессы должны быть детально отображены, чтобы каждый сотрудник имел четкое представление о том, как вести себя в различных ситуациях. Каким бы ни был текущий этап, всегда необходимо соблюдать основной принцип управления качеством – ориентация на клиента.

На практике это означает, что должна быть постоянная коммуникация о потребностях заказчика, каждая корректировка должна быть согласована с ним. Помимо предоставления информации, политика также распространяется на потенциальное использование имущества клиента. Обеспечение сохранности его имущества должно быть приоритетным по сравнению с управлением собственными материальными ресурсами.

3.1. Реализация продукта.

Характеристики ресурсопоглощающих и продаваемых процессов производства продуктов зависят только от типа рассматриваемого товара. Поэтому, чтобы сохранить общность работы, эта часть будет не очень информативной. Он не описывает отдельные виды деятельности. Он больше ориентирован на рамочные принципы, которым необходимо следовать при отображении процессов реализации продукта.

Здесь также должны применяться те же принципы, что и для всех других процессов. То есть прежде всего фиксированное определение ролей для отдельных активностей, подробное и точное описание всех активностей, соответствующая документация и поддержание преемственности с другими процессами. Однако существует особая потребность в двойном контроле процессов реализации продукции. Результаты отдельных этапов процесса всегда должны быть одобрены назначенной аудиторской группой или непосредственно руководством организации. После этого внутреннего утверждения должна быть консультация с заказчиком. Это определит, может ли проект внедрения перейти к следующему этапу. Весь процесс заканчивается передачей готового изделия заказчику.

3.2. Управление спорами и запросами.

Чтобы соответствовать требованиям стандарта *ISO* 9001, существует этот базовый процесс, который также наиболее тщательно проверяется в рамках аудиторской работы. Управление разногласиями и требованиями включает действия, демонстрирующие функциональность всей организации. Отдельные виды деятельности постепенно соответствуют восьми принципам управления качеством. Таким образом, один процесс показывает готовность основ всей системы менеджмента качества (**СМК**).

Все начинается с получения проблемы. То, как обрабатывается запрос, и само общение с клиентом покажут, способна ли компания поставить клиента на первое место и удовлетворить его во всех отношениях. Затем следует определение решателя проблемы. Назначение подходящего человека является задачей руководителя группы. Типы получаемых задач всегда будут схожими, поэтому в процессе может существовать предопределенный способ их реше-

ния. Если определившийся решатель достаточно компетентен, ему остается только следовать схеме процесса и успешно закрыть запрос своими силами. Однако здесь зависит от масштаба проблемы. В рамках ее решения возможно, что первоначальный проект внедрения продукта будет вновь открыт или потребуется связаться с поставщиком компании.

Формирование системы управления качеством на этапах жизненного цикла радиоэлектронного комплекса характеризуется наличием трех основных функциональных блоков:

– информационно-аналитического блока;

– блока инновационных технологий управления качеством на этапах жизненного цикла радиоэлектронного комплекса;

– диспетчерского блока взаимодействия радиоэлектронного комплекса с другими субъектами.

В результате реализации процессов взаимодействия радиоэлектронного комплекса будут обеспечены: снижение времени обработки данных на любых этапах процесса (начальных, конечных пунктов), упрощение процедур пересечения ИТ-инфраструктуры за счет использования Интернета и облачных технологий. Для реализации информационной интеграции необходимо соблюдать принципы формирования системы управления качеством на этапах жизненного цикла радиоэлектронного комплекса, систематизированные и адаптированные к тематике настоящего исследования.

Список литературы

1. Ведмидь, П.А. Цифровизация процессов СМК и управление жизненным циклом изделия / П.А. Ведмидь // Методы менеджмента качества. – 2021. – № 5. – С. 44–49.
2. Шабанова, Д.Н. К вопросу об управлении рисками процессов СМК / Д.Н. Шабанова, Л.М. Малука // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 8(122). – С. 79–84.
3. Швайкин, Р.В. Внедрение информационных технологий для повышения эффективности управления интегрированной системы менеджмента / Р.В. Швайкин // Сфера. Нефть и Газ. – 2021. – № 3(82). – С. 96.
4. Георгиевский, А.Д. Искусственный интеллект в информационной безопасности / А.Д. Георгиевский, Ю.Ю. Черемухина // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 9(135). – С. 28–30.

References

1. Vedmid', P.A. Tsifrovizatsiya protsessov SMK i upravleniye zhiznennym tsiklom izdeliy / P.A. Vedmid' // Metody menedzhmenta kachestva. – 2021. – № 5. – S. 44–49.
2. Shabanova, D.N. K voprosu ob upravlenii riskami protsessami SMK / D.N. Shabanova, L.M. Maluka // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 8(122). – S. 79–84.
3. Shvaykin, R.V. Vnedreniye informatsionnykh tekhnologiy dlya povysheniya effektivnosti upravleniya integrirovannoy sistemy menedzhmenta / R.V. Shvaykin // Sfera. Neft' i Gaz. – 2021. – № 3(82). – S. 96.
4. Georgiyevskiy, A.D. Iskusstvennyy intellekt v informatsionnoy bezopasnosti / A.D. Georgiyevskiy, YU.YU. Cheremukhina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 9(135). – S. 28–30.

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

УДК 769

П.А. БУМАРСКОВ, Н.Н. БУМАРСКОВА, В.В. БИЗЯЕВ
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» , г. Москва

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ РАССТРОЙСТВ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

Ключевые слова: компульсивное переедание; нервная анорексия; нервная булимия; расстройства пищевого поведения.

Аннотация. Цель исследования – выявить причины возникновения расстройств пищевого поведения и их последствия. Задача исследования – определить диагностику расстройств пищевого поведения (**РПП**) и их следствие. Гипотеза исследования: расстройство пищевого поведения – тяжелое патологическое состояние, которое встречается у студенческой молодежи и требует немедленной помощи психиатров, психологов и специалистов соматической направленности. Методика и организация исследования: изучение специальной литературы; проведение анонимного опроса 148 респондентов (18–23 лет); анализ заболеваний студенческой молодежи среди спортсменов, т.е. распространенности различных видов РПП, факторов, спровоцировавших заболевание, и источников информации о РПП.

Результаты исследования и их обсуждение: в опросе приняли участие 69 респондентов мужского пола и 79 респондентов женского пола. Про расстройства пищевого поведения и культуру диет узнали из социальных сетей – 51 %, 16 % – от друзей, 12,8 % – от семьи, 13,3 % указали причиной «другое» (книги, ТВ, кино и сериалы, врачи, факторы в совокупности), 6,4 % заявили, что ничего не знают о РПП. 21 % указали, что сейчас больны РПП, 26,2 % признали, что были больны РПП, 36,6 % заявили, что никогда не сталкивались с РПП, 18,2 % – сомневаются. В качестве факторов, спровоцировавших нарушения пищевого поведения, участники опроса указали стресс (28,5 %), общественное мнение (21,4 %), низкая самооценка (18,7 %), критика со стороны семьи (12,3 %), в 9,6 % случаях на фоне другого расстройства или психотравмы. Чаще всего респонденты, имеющие или имевшие РПП, упоминали компульсивное переедание – 68,2 %, нервную анорексию – 21 %, нервную булимию – 16 % и орторексию 19,8 %.

Из опроса видно, что современное поколение в большей степени осведомлено о проблеме РПП, а чаще всего информацию узнают при помощи социальных сетей. Почти половина опрошенных сталкивалась с РПП, а самыми частыми причинами стали стресс и общественное мнение.

Актуальность данного исследования обоснована сложностью течения заболевания и высокой смертностью. В статье поднимается проблема распространения расстройств пищевого поведения среди подростков и взрослых. В работе обсуждаются причины развития расстройств пищевого поведения и факторы, увеличивающие риск возникновения пищевых расстройств, а также последствия для здоровья человека, подверженного нарушению пищевого поведения.

Расстройства пищевого поведения – это расстройства психического здоровья, состояния, характеризующиеся постоянным нарушением питания или поведением, связанным с приемом пищи, которое значительно ухудшает физическое здоровье или психосоциальное функционирование. РПП затрагивают около 9 % населения во всем мире и имеют самую высокую вероятность летального исхода из всех психических заболеваний, уступая только передозировке опиоидами (20 %). Именно поэтому важно и нужно исследовать эту проблему.

Исследования показывают, что число расстройств пищевого поведения растет. Показатели распространенности расстройств пищевого

поведения выросли примерно с 3,5 % с 2000 по 2006 гг. до 7,8 % с 2018 по 2023 гг. В данной статье мы обсудим основные причины возникновения расстройств пищевого поведения, а также их опасность для здоровья человека.

Расстройства пищевого поведения являются серьезными психическими заболеваниями, которые влияют на физическое и эмоциональное благополучие человека. Они часто связаны с неправильным отношением к пище, контролем над своим весом и образом тела.

Наиболее часто диагностируются следующие расстройства пищевого поведения.

1. Нервная анорексия определяется неутомимым стремлением к худобе и страхом последствий питания (обычно выражаемым как страх набора веса или ожирения). В результате происходит сознательное ограничение потребления пищи. Человек с анорексией навязывает себе состояние постепенной потери веса и (иногда) опасной истощенности. В основе такого поведения лежит буквальная фобия набора веса, настолько интенсивная, что человек избегает поведений (например, потребление незнакомой пищи, еда без физической активности), которые могут привести к набору веса.

2. Нервная булимия характеризуется повторяющимися эпизодами обжорства, за которыми следуют компенсаторные действия для предотвращения набора веса. В отличие от нервной анорексии, люди с булимией обычно имеют нормальный или избыточный вес, и основной чертой является потеря контроля во время эпизодов переедания. Эти эпизоды включают потребление большого количества пищи за короткий период времени, что вызывает чувства стыда, тревоги или депрессии. Чтобы компенсировать переедание, люди с булимией могут прибегать к самопроизвольной рвоте, злоупотреблению слабительных, интенсивным упражнениям, голоданию или другим способам.

3. Компульсивное переедание – довольно распространенный паттерн, характеризующийся повторяющимися приступами обжорства без компенсаторных действий, таких как рвота или голодание. Характерными чертами являются употребление пищи быстрее обычного, употребление пищи до неудобного чувства полноты, употребление пищи, когда нет голода, употребление пищи в одиночестве из-за стыда перед количеством пищи, которое человек съедает, или ощущение сильной вины, отвращения или депрессии после еды.

Ряд исследований показал, что у 90 % пациентов с нервной анорексией и у 94 % пациентов с нервной булимией тревожное расстройство предшествовало РПП. Обсессивно-компульсивное расстройство в целом схоже с ритуалами, которые практикуют больные анорексией, поэтому есть предположение, что анорексия является разновидностью этого заболевания.

Причины возникновения расстройств пищевого поведения могут быть разнообразными и включают генетические, психологические и социокультурные факторы.

Генетическая предрасположенность играет роль в развитии расстройств пищевого поведения. Исследования показывают, что у людей с близкими родственниками, страдающими от этих расстройств, вероятность их возникновения выше.

Психологические факторы также играют важную роль в возникновении этих расстройств. Низкая самооценка, стремление к совершенству, тревожность, депрессия и негативное отношение к своему телу могут способствовать развитию расстройств пищевого поведения.

Причиной возникновения расстройств пищевого поведения могут стать перфекционизм и потребность в контроле. Чтобы чувствовать себя комфортно в хаотически меняющемся мире, человек пытается осуществить контроль над аспектами своей жизни. Один из них – физическое состояние организма. Важно понимать, что одержимость питанием, весом и образом жизни может быть способом избежать глубокие переживания. Попытка таким образом справиться с негативными эмоциями может привести к полному отказу от пищи.

Социокультурные факторы также оказывают значительное влияние на развитие расстройств пищевого поведения. Идеалы красоты, пропагандируемые средствами массовой информации и обществом, могут создавать давление на людей быть стройными и соответствовать определенным канонам внешности. Это может привести к негативному отношению к своему телу и стремлению к похудению, что может стать основой для развития расстройств пищевого поведения.

Нужно отметить, что эти факторы обычно взаимосвязаны и влияют друг на друга. Например, генетическая предрасположенность может сделать человека более уязвимым к психологическим и социокультурным факторам,

а негативное отношение к своему телу может усилить стремление контролировать питание и вес.

Болезнь, связанная с расстройствами питания и нарушением обмена веществ, в 2020 г. была зарегистрирована у 12 071,6 пациентов, что является 5,27 % от всех болезней.

Особенно подвержены риску заболеть РПП люди, склонные к перфекционизму, а также те, чья деятельность требует обязательного контроля веса. Поэтому расстройства пищевого поведения часто встречаются среди профессиональных спортсменов. Расстройства пищевого поведения чаще всего встречаются у юных спортсменов, которые занимаются следующими видами спорта: фигурное катание, художественная и спортивная гимнастика, плавание, легкая атлетика, гребля, борьба.

Сложно отследить реальную статистику заболеваемости расстройствами пищевого поведения, так как чаще всего фиксируются уже запущенные случаи, требующие медицинского вмешательства. Также РПП может скрываться за другими диагнозами, например, дистрофией. Тема РПП привлекает все больше внимания исследователей, так как заболеваемость увеличивается, а возраст группы риска сокращается. Особые риски получить РПП имеют люди, вынужденные регулярно следить за своим весом: спортсмены, модели, актеры и люди, генетически склонные к полноте.

Заболевания расстройствами пищевого поведения имеют серьезные последствия для здоровья человека, например, недостаток питательных веществ, таких как белки, жиры, углеводы, витамины и минералы. Длительный дефицит этих питательных веществ вызывает слабость, утомляемость, проблемы с иммунной системой и другие проблемы. Во время анорексии могут возникнуть нарушения функций сердца, почек, печени и других органов. Булимия, с другой стороны, может вызывать повреждение эмали зубов из-за частого рвотного рефлекса, а также повреждение пищевода.

Люди, страдающие от расстройств пищевого поведения, часто ограничивают себя в еде или употребляют большие количества пищи, а затем пытаются избавиться от нее.

Расстройства пищевого поведения могут оказывать значительное влияние на психическое здоровье. Люди, страдающие от этих заболеваний, часто испытывают чувства неполноценности, страха перед набором веса, низкую самооценку и депрессию. Это может привести к социальной изоляции, проблемам в отношениях и даже суицидальным мыслям.

У женщин с расстройствами пищевого поведения часто возникают проблемы с менструацией. Они могут перестать менструировать (аменорея) или иметь нерегулярные циклы. Это связано с недостатком питательных веществ и изменениями в гормональном балансе, что может привести к проблемам с плодородием и остеопорозу.

Если вовремя не обратить внимание на расстройства пищевого поведения, то они могут привести к летальному исходу (как к смерти от осложнений вышеперечисленных причин, так и к суициду). По статистике около 26 % людей с расстройствами пищевого поведения (четверть всех болеющих) пытаются покончить жизнь самоубийством.

Своевременное обращение за помощью позволяет предупредить осложнения со стороны внутренних органов, которые часто развиваются на фоне проблем с питанием, проводить профилактические меры (с подросткового возраста) для предотвращения заболевания и раннего выявления РПП, так как, безусловно, излечимость на ранних стадиях существенно выше.

Список литературы

1. Николаева, Н.О. Нарушения пищевого поведения: социальные, семейные и биологические предпосылки / Н.О. Николаева, Т.А. Мешкова // Вопросы психического здоровья детей и подростков. – 2011. – Т. 11. – № 1. – С. 39–49.
2. Кириллова, Т.Г. Влияние профессионального спорта на здоровье: проблемы и пути их решения / Т.Г. Кириллова, П.С. Махнорылова // Физическая культура, спорт, здоровье и долголетие : сборник материалов седьмой международной научной конференции, Ростов-на-Дону, 06–08 сентября 2018 года. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2018. – С. 44-50.
3. Орлова, О.В. Психологические аспекты расстройства пищевого поведения / О.В. Орлова // Акмеология. – 2015. – № 3(55). – С. 214–215.
4. Клиническое руководство по психическим расстройствам / Под ред. Д. Барлоу.// Перевод с

английского под ред. профессора Э.Г. Эйдемиллера. – 3-е изд. – 2008. – 912 с.

5. Коркина, М.В. Нервная анорексия / М.В. Коркина, М.А. Цивилько, В.В. Марилов. – М. : Медицина, 1986 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.psychiatry.ru/lib/55/book/58.

6. Лоскучерявая, Т.Д. Нервная анорексия и нервная булимия у детей и подростков / Т.Д. Лоскучерявая, В.П. Медведев // Геофорум, 2013.

7. Усенкова, Е.В. Охрана психического здоровья несовершеннолетних / Е.В. Усенкова // Глобальный научный потенциал. – 2024. – № 1(154).

8. Тимошин, В.В. Эстетическая рефлексия физического совершенства личности / В.В. Тимошин, Н.А. Паршина, А.А. Солдатова // Глобальный научный потенциал. – 2023. – № 12(153).

References

1. Nikolayeva, N.O. Narusheniya pishchevogo povedeniya: sotsial'nyye, semeynyye i biologicheskiye predposylki / N.O. Nikolayeva, T.A. Meshkova // Voprosy psikhicheskogo zdorov'ya detey i podrostkov. – 2011. – T. 11. – № 1. – S. 39–49.

2. Kirillova, T.G. Vliyaniye professional'nogo sporta na zdorov'ye: problemy i puti ikh resheniya / T.G. Kirillova, P.S. Makhnorylova // Fizicheskaya kul'tura, sport, zdorov'ye i dolgoletiye : sbornik materialov sed'moy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Rostov-na-Donu, 06–08 sentyabrya 2018 goda. – Rostov-na-Donu : Yuzhnyy federal'nyy universitet, 2018. – S. 44-50.

3. Orlova, O.V. Psikhologicheskiye aspekty rasstroystva pishchevogo povedeniya / O.V. Orlova // Akmeologiya. – 2015. – № 3(55). – S. 214–215.

4. Klinicheskoye rukovodstvo po psikhicheskim rasstroystvam / Pod red. D. Barlou.// Perevod s angliyskogo pod red. professora E.G. Eydemillera. – 3-ye izd. – 2008. – 912 s.

5. Korkina, M.V. Nervnaya anoreksiya / M.V. Korkina, M.A. Tsivil'ko, V.V. Marilov. – M. : Meditsina, 1986 [Electronic resource]. – Access mode : http://www.psychiatry.ru/lib/55/book/58.

6. Loskucheryavaya, T.D. Nervnaya anoreksiya i nervnaya bulimiya u detey i podrostkov / T.D. Loskucheryavaya, V.P. Medvedev // Geoforum, 2013.

7. Usenkova, Ye.V. Okhrana psikhicheskogo zdorov'ya nesovershennoletnikh / Ye.V. Usenkova // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2024. – № 1(154).

8. Timoshin, V.V. Esteticheskaya refleksiya fizicheskogo sovershenstva lichnosti / V.V. Timoshin, N.A. Parshina, A.A. Soldatova // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2023. – № 12(153).

© П.А. Бумарсков, Н.Н. Бумарскова, В.В. Бизяев, 2024

УДК 66-5

Р.Г. ВИЛЬДАНОВ, А.А. АФАНАСЬЕВ
Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал), г. Салават

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ГАЗОФАКЕЛЬНЫХ УЗЛОВ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРИМЕНЕНИЕ

Ключевые слова: автоматизированная система; безопасность; газофакельный узел; газовый факел; нефтехранилище; промышленность; сжигание.

Аннотация. Цель – анализ современных технологий и инноваций в области газофакельных узлов с целью выявления их перспектив и возможных областей применения.

Задачи: рассмотреть основные технологические достижения и инновационные подходы в области газофакельных узлов, а также произвести анализ их применимости и потенциала для оптимизации и совершенствования газоснабжения.

Гипотеза исследования предполагает, что применение современных технологий в области газофакельных узлов может значительно повысить эффективность, надежность и экологическую безопасность газоснабжения, что будет способствовать улучшению качества жизни и экономическому развитию регионов.

Методы исследования: в работе использовались методы анализа и обобщения научной литературы, а также изучение опыта практической реализации современных технологий в сфере газоснабжения.

В результате проведенных исследований были выявлены основные тенденции развития технологий в области газофакельных узлов, определены потенциальные области их применения, а также выделены перспективы дальнейшего развития этой области. Полученные результаты могут быть полезны для специалистов в области газоснабжения, а также для принятия решений в сфере энергетики и городской инфраструктуры.

Введение

В современном мире актуально совершенствование технологических процессов в промышленности, направленное с целью повышения безопасности эксплуатации и снижения негативного влияния на экологию. Одним из вариантов решения данных задач является газовый факел (газофакельные узлы), активно используемый на современных предприятиях промышленного сектора с целью повышения технологической и экологической безопасности.

Газофакельные узлы представляют собой инженерные сооружения, посредством которых осуществляется управляемое (аварийное) сжигание сопутствующего газа при добыче и переработке нефти на нефтеперерабатывающих предприятиях и химических заводах [1]. Зачастую для уменьшения черного дыма в газовом факеле используется смешивание водяного пара в пламя, что способствует снижению загрязнения атмосферы. Так, факельное сжигание газа является процессом уничтожения в результате сжигания отходящих газов, которые невозможно переработать. Использование данной технологии производится с целью обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях и снижения рисков для инфраструктуры предприятия.

Несмотря на принимаемые меры и использование газофакельных узлов, проблема обеспечения безопасности и эффективного сжигания газов остается актуальной. В связи с этим складывается необходимость совершенствования технологии и процессов на основе интеграции инновационных решений. Так, в рамках

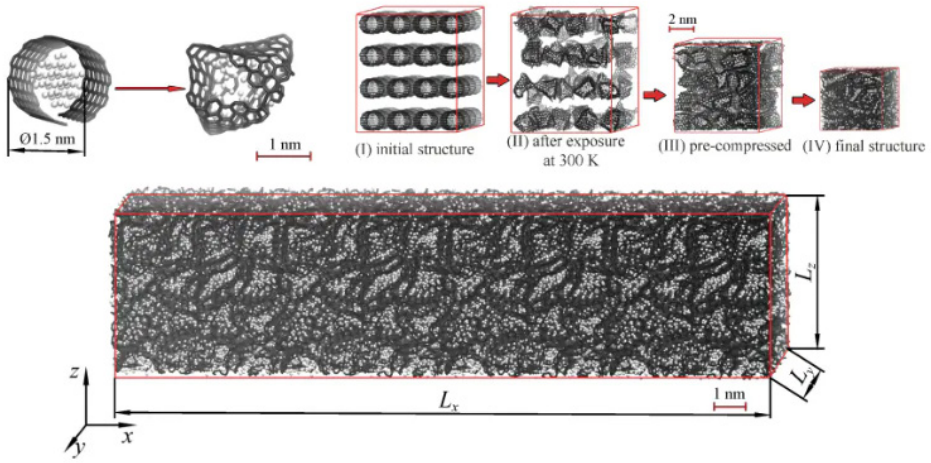

Рис. 1. Структура графен-никелевого композита

данной статьи ставится задача о рассмотрении перспективных вариантов усовершенствования технологических процессов, связанных с использованием газофакельных узлов, и их применения [2]. Предполагается, что использование решений, рассмотрение которых планируется в дальнейших материалах статьи, позволит существенно повысить безопасность и эффективность современных предприятий, а также снизить экономические издержки.

Результаты и обсуждения

Как было указано ранее, газофакельные узлы представляют собой одно из наиболее важных и требующих своего активного инновационного развития решений. Данный тезис является следствием следующих факторов.

1. Экологическая эффективность. Инновационные газофакельные узлы должны обладать более высокой степенью сжигания газов, что, в свою очередь, позволит значительно снизить выбросы вредных веществ в атмосферу. Это особенно важно в контексте борьбы с изменением климата и охраны окружающей среды.

2. Энергетическая эффективность. Новейшие технологии позволят создавать газовые факелы, которые обеспечивают более эффективное использование газа. Следствием данного факта могут стать экономия ресурсов и снижение эксплуатационных расходов.

3. Безопасность. Инновационные газофакельные узлы оснащены современными системами контроля и защиты, что повышает уровень безопасности на производстве [3]. Технологии автоматизации и мониторинга позволят быстро обнаруживать и реагировать на возможные аварийные ситуации.

4. Улучшение производственных процессов. Инновационные газовые факелы могут быть легко интегрированы в существующие производственные системы, что позволяет значительно улучшить эффективность и качество соответствующих технологических процессов.

5. Удобство и гибкость. Инновационные газовые факелы должны разрабатываться с учетом специфических потребностей и требований различных отраслей промышленности. Они могут быть адаптированы под разные типы газов, взрывоопасные среды и рабочие условия.

Так, можно отметить, что инновационное развитие газовых факелов в промышленности не только способствует улучшению экологической и энергетической эффективности производства, но и повышает безопасность, удобство и гибкость работы. Это позволит компаниям быть конкурентоспособными на рынке и достичь устойчивого развития [4]. В связи с этим необходимо проведение более детального рассмотрения наиболее перспективных и инновационных технологий, которые будут способствовать повышению качества и эффективности использования газофакельных узлов в современных сферах промышленности.

Современная промышленность активно ищет новые материалы для газофакельных узлов, поскольку существующие изделия имеют некоторые недостатки. Одним из главных тре-

бований является высокая степень стойкости материала к высоким температурам и агрессивной окружающей среде. Важно, чтобы материал сохранял прочность и долговечность в условиях интенсивной эксплуатации. Так, одним из новых материалов, который привлекает внимание промышленности, являются карбоновые композиты, в частности графен-никелевый композит (рис. 1). Данные материалы обладают низкой плотностью и высокой прочностью, что делает их наиболее перспективным вариантом для использования в газовых факелах. Карбоновые композиты также обладают высокой степенью термической стойкости, что позволяет им выдерживать высокую температуру пламени и предотвращать деформации и разрушение материала.

Другим перспективным материалом является керамика. Керамические материалы известны своей высокой степенью теплостойкости и химической стабильности [5]. Они могут выдерживать экстремальные температуры и сопротивляться воздействию агрессивных химических веществ. Керамические материалы также обладают низкой теплопроводностью, что является преимуществом при работе газовых факелов, так как они могут сосредоточивать и направлять пламя, предотвращая его разброс и неэффективное сгорание.

Как видно, промышленность сегодня активно исследует и разрабатывает новые материалы для газовых факелов, которые обладали бы высокой степенью теплостойкости, химической стабильности и долговечности. Карбоновые композиты, керамика, а также специальные металлы и сплавы в настоящее время считаются перспективными материалами для применения в газовых факелах в промышленности. Их использование может повысить эффективность и надежность работы газовых факелов и способствовать оптимизации процессов в промышленности.

Другим направлением инновационного развития является замена пара на воздух, что является актуальной и необходимой мерой, поскольку позволяет улучшить эффективность работы и снизить негативное воздействие на окружающую среду. В традиционных газофакельных узлах для сжигания газа используется пар, который создает некоторые проблемы и ограничения. Так, одним из главных преимуществ замены пара на воздух является увеличение эффективности газового сжигания. Воздух является более активным окислителем, чем пар, поэтому газ сжигается полнее и более эффективно. Это ведет к более высокой температуре горения и более полному сжиганию газовых отходов.

Важным преимуществом замены пара на воздух является снижение выбросов вредных веществ и загрязнений в окружающую среду. Пар, используемый в традиционных факелах, содержит продукты сгорания и может быть загрязнен вредными веществами. Замена пара на воздух позволяет снизить количество выбросов и сотрудничать с природой, уменьшая негативное воздействие на окружающую среду. Наконец, использование воздуха вместо пара в газовых факелах повышает безопасность работы оборудования. Пар является высокоопасным веществом, требующим специальных мер предосторожности при хранении и использовании. Замена пара на воздух позволяет избежать риска аварий, связанных с паром, и обеспечить более безопасное и надежное функционирование газовых факелов.

Также необходимо отметить развитие средств погашения пламени. На текущий момент времени существуют различные средства для погашения пламени в газофакельных узлах. Одним из таких средств является использование автоматических систем пожаротушения, которые могут быть установлены на газовых факелах для быстрого и эффективного погашения пламени в случае возгорания. Эти системы могут основываться на различных принципах, таких как применение инертных газов (например, азота или углекислого газа) или системы автоматического распыления пены для погашения пламени.

Кроме того, для погашения пламени в газовых факелах могут использоваться также механические средства, такие как дренажные системы или огнетушители. Дренажные системы предназначены для удаления газа из факела и замещения его инертным газом или водой. Огнетушители могут использоваться в случае малых возгораний, и в зависимости от типа огнетушителя могут содержать вещества, способные погасить пламя путем снижения температуры, недостатка кислорода или инертности. Однако важно отметить, что выбор и использование средств погашения пламени в газовых факелах должны осуществляться с соблюдением безопасности и соответствующих нормативных требований. Необходимо проконсультиро-

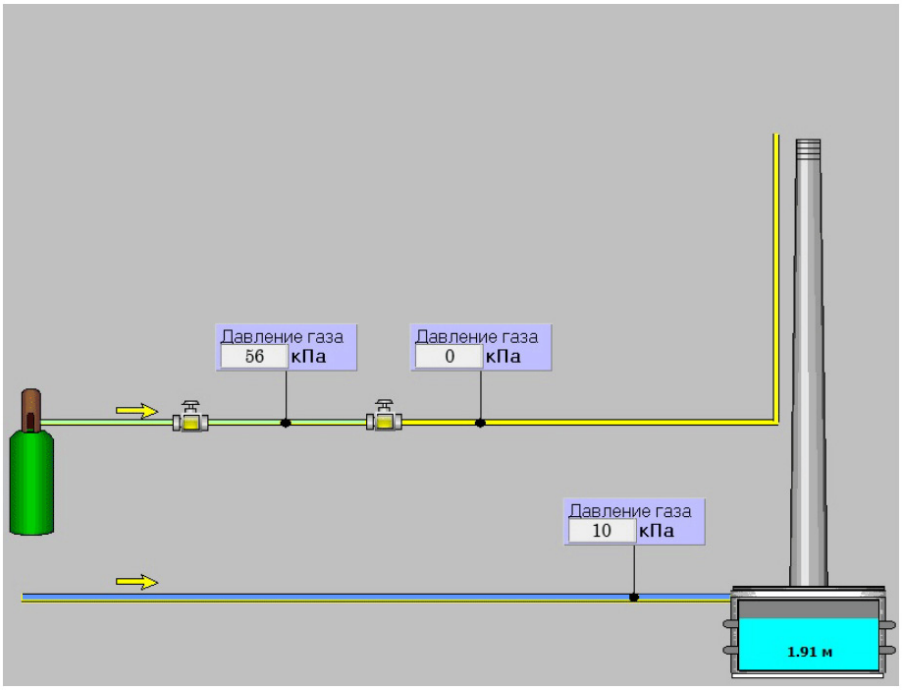

Рис. 2. Система автоматики факела АМК-1.Факел

ваться с профессионалами в области пожарной безопасности для определения наиболее подходящих методов и средств для конкретной ситуации.

Важным направлением развития современных технологий газофакельных узлов являются разработка и интеграция различных цифровых и информационных технологий. Они позволяют автоматизировать и контролировать процесс работы газофакельного узла, что приводит к повышению эффективности и безопасности его функционирования [6]. Так, к примеру, одной из основных задач, решаемых посредством информационных технологий и цифровизации, является оптимизация подачи газа в факел. Системы автоматизации и контроля позволяют точно регулировать параметры газа (такие как давление, температура, состав), что обеспечивает эффективное сжигание и минимальное количество выбросов. Помимо этого, информационные технологии позволяют собирать и анализировать данные о работе факела. Такие данные могут быть использованы для оптимизации работы факела в режиме реального времени, идентификации и решения проблем, а также прогнозирования будущих неисправностей.

Цифровизация также позволяет улучшить мониторинг и диагностику факелов. Системы мониторинга могут непрерывно отслеживать работу факела, определять аномалии и предупреждать о возможных проблемах. Это позволяет оперативно реагировать на неисправности, проводить предупредительные работы и снижать риск аварий и простоев. Так, цифровые и информационные технологии играют важную роль в оптимизации работы газовых факелов в промышленности. Они позволяют повысить эффективность и безопасность работы факела, а также обеспечивают улучшенный мониторинг, диагностику и обучение.

Одним из наиболее перспективных направлений развития цифровых решений в рассматриваемой области являются разработка и интеграция автоматизированных систем управления [7]. Актуальность автоматизации управления газовыми факелами связана с необходимостью повышения эффективности и безопасности эксплуатации газовых установок. Автоматизация позволяет минимизировать человеческий фактор, который может стать причиной возникновения аварийных ситуаций. Системы автоматического управления газовыми факелами обеспечивают более точное дозирование подачи газа в факел, контроль его горения и поддержание необходимых режимов работы. Это позволяет сократить потери горючего мате-

риала и уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу.

Помимо этого, современные автоматизированные системы управления газовыми факелами должны быть снабжены датчиками и системами контроля, которые обеспечивают мониторинг параметров горения и позволяют оперативно реагировать на отклонения от нормы. Это особенно важно в условиях эксплуатации взрывоопасных объектов или в тех случаях, при которых газовые факелы необходимо оперативно перевести в режим аварийного сжигания. Автоматизация управления газовыми факелами также способствует экономии ресурсов и сокращению затрат на обслуживание и ремонт установок. Так, автоматизация управления газофакельными узлами является актуальным направлением инновационного развития, который позволит повысить эффективность и безопасность работы газовых установок, а также улучшить экологическую ситуацию окружающей среды.

На рис. 2 представлен один из примеров систем автоматики для газофакельных узлов АМК-1.Факел. В качестве автоматики регулирования и безопасности факельной установки применяется автоматизированный микропроцессорный комплекс АМК-1.Факел в комплекте с датчиками и исполнительными устройствами. Схемой автоматики предусмотрена аварийная остановка факела при отклонении технологических параметров от заданных:

– снижение давления газа перед запальником ниже установленного предела;
– повышение давления топливного газа выше установленного предела;
– обрыв или короткое замыкание свечи накаливания;
– срабатывание прибора погасания пламени;
– прекращение электропитания.

Все аварийные сигналы (кроме последнего) сопровождаются световыми и звуковыми сигналами с запоминанием первопричины аварии.

Помимо этого, можно предложить следующие варианты реализации автоматизированных технологий для обеспечения стабильной и эффективной работы газофакельных узлов.

1. Использование сенсоров и регуляторов. Установка сенсоров для определения уровня газа и температуры вокруг факела, а также регуляторов для поддержания оптимальной интенсивности горения. Сенсоры могут обнаруживать любые отклонения от нормы, а регуляторы автоматически корректируют параметры горения для обеспечения безопасности и эффективности.

2. Использование системы управления с помощью искусственного интеллекта. Разработка интеллектуальных систем, которые могут анализировать данные о газовых факелах, прогнозировать и предотвращать возможные проблемы, автоматически регулировать интенсивность горения и поддерживать оптимальные условия. Такая система может обучаться на основе исторических данных и непрерывно улучшать свои возможности.

3. Использование системы удаленного управления. Разработка системы удаленного мониторинга и управления газовыми факелами. С помощью такой системы операторы могут контролировать состояние газовых факелов, получать уведомления о возможных проблемах и принимать необходимые меры дистанционно. Это дает возможность быстро реагировать на любые сбои или отклонения, минимизируя риск аварий или неплановых остановок.

Одной из важных подзадач реализации автоматизированных систем в рассматриваемой сфере в аспекте улучшения контроля и повышения эффективности является использование регулирующих клапанов и систем регулирования газофакельных узлов. Так, одной из основных функций регулирующих клапанов является регулирование потока газа [8]. Они позволяют управлять объемом и интенсивностью подачи газа в факел, что позволяет регулировать выходную мощность и интенсивность пламени. Это особенно важно в приборах, где требуется точное регулирование тепла или пламени, например, в газовых котлах или плитах.

Кроме регулирования потока газа, клапаны также могут быть оснащены функцией автоматического детектирования и контроля горения. Это позволяет обнаруживать и реагировать на неполное сгорание, обеспечивая безопасность и эффективность работы газового факела. Некоторые системы регулирования могут автоматически отключаться или изменять режим работы при обнаружении таких проблем, что помогает предотвращать возможные аварийные ситуации. В современных газовых факелах также широко применяются электронные системы регулирования. Они помогают дополнительно улучшить контроль и эффективность работы факела, так как позволяют осуществлять более

точное регулирование и автоматический мониторинг процесса с использованием датчиков и программного обеспечения. Это позволяет достичь более высокой эффективности сгорания газа, сократить расход их ресурсов и уменьшить вредные выбросы в окружающую среду.

Стоит отметить, что на сегодняшний день использование регулирующих клапанов и систем регулирования в газовых факелах является неотъемлемой частью их работы. Они не только обеспечивают точное регулирование выходной мощности и интенсивности пламени, но также повышают безопасность и эффективность работы установки. Регулирующие клапаны и электронные системы регулирования помогают достичь оптимальной работы газового факела и вкладываются в общие усилия по снижению негативного воздействия на окружающую среду и росту энергосбережения.

Заключение

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа относительно современных инноваций и перспектив их использования применительно к области газофакельных узлов. В результате работы определены актуальность и необходимость инновационного развития данных систем, что способствует повышению эффективности промышленных предприятий, а также улучшению безопасности и снижению негативного воздействия на экологию. Автором выполнен комплексный анализ относительно основных и наиболее актуальных направлений развития и инноваций применительно к газофакельным узлам.

Согласно последним данным эффективность факельных установок по средним показателям в общемировой практике достигает 92 %, что вызвано несовершенством существующих систем управления, что лишний раз подтверждает актуальность изысканий в данной области.

В рамках работы определены следующие современные решения и инновации в области газофакельных узлов.

1. Оптимизация конструкции факельных установок. Это может включать в себя использование новых материалов, улучшение конструкции горелок и оптимизацию режимов горения.

2. Совершенствование систем мониторинга и управления. Это позволит более эффективно контролировать процесс горения и оптимизировать работу газофакельных узлов.

3. Использование автоматизированных систем управления. Автоматизация управления газофакельными узлами способна привести к экономии ресурсов и сокращению затрат на обслуживание и ремонт установок. При этом наиболее перспективной подзадачей интеграции таких систем является использование регулирующих клапанов и систем регулирования газофакельных узлов.

Таким образом, рассмотренное направление представляет важную часть в развитии современной промышленности. Важно учитывать современные технологические тренды и использовать новые решения с целью обеспечения наиболее безопасной и эффективной работы с газофакельным оборудованием. Представленные материалы отражают наиболее перспективные инновации применительно к данной задаче и могут быть полезны для руководства современных предприятий, преследующих своей целью повышение эффективности и безопасности работы.

Список литературы

1. Щерба, В.А. Проблемы и перспективы утилизации попутного нефтяного газа в Российской Федерации / В.А. Щерба, А.С. Гомес, К.А. Воробьев // Проблемы региональной экологии. – 2019. – № 1. – С. 139–144.

2. Перевозчикова, Е.Д. Анализ аварийности на предприятиях нефтегазового комплекса России / Е.Д. Перевозчикова, Г.М. Шарафутдинова // Инновационная наука. – 2022. – № 11-2. – С. 34–36.

3. Хетагурова, Э.О. Исследование воздействия сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках / Э.О. Хетагурова, Е.А. Борзыкина // Вестник науки. – 2021. – Т. 5. – № 5-1(38). – С. 135–140.

4. Скирдин, К.В. Экономические потери факельного сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ) / К.В. Скирдин // Science Time. – 2017. – № 7(43). – С. 21–22.

5. Кочергин, Г.А. Прогнозирование суммарных объемов факельного сжигания попутного газа на нефтедобывающей территории / Г.А. Кочергин, М.А. Куприянов, Ю.М. Полищук // Экспозиция Нефть Газ. – 2019. – № 2(69). – С. 99–102.

6. Борщенко, С.Д. Эколого-экономическое обоснование проекта по утилизации попутного нефтяного газа ПАО «Слав-нефть» / С.Д. Борщенко, Д.Д. Кобзева, В.В. Кондакова // Экономические системы. – 2023. – № 1. – С. 190–201.

7. Захаров, И.В. Технология утилизации попутного нефтяного газа с использованием отводящих факельных газов / И.В. Захаров // Газовая промышленность. – 2018. – № 3(765). – С. 60–66.

8. Шуплецов, А.Ф. Стратегия эффективной производственно-экономической деятельности по использованию попутного нефтяного газа в Восточной Сибири / А.Ф. Шуплецов, А.И. Перелыгин // Baikal Research Journal. – 2018. – № 1. – С. 5–9.

References

1. Shcherba, V.A. Problemy i perspektivy utilizatsii poputnogo neftyanogo gaza v Rossiyskoy Federatsii / V.A. Shcherba, A.S. Gomes, K.A. Vorob'yev // Problemy regional'noy ekologii. – 2019. – № 1. – S. 139–144.

2. Perevozchikova, Ye.D. Analiz avariynosti na predpriyatiyakh neftegazovogo kompleksa Rossii / Ye.D. Perevozchikova, G.M. Sharafutdinova // Innovatsionnaya nauka. – 2022. – № 11-2. – S. 34–36.

3. Khetagurova, E.O. Issledovaniye vozdeystviya szhiganiya poputnogo neftyanogo gaza na fakel'nykh ustanovkakh / E.O. Khetagurova, Ye.A. Borzykina // Vestnik nauki. – 2021. – T. 5. – № 5-1(38). – S. 135–140.

4. Skirdin, K.V. Ekonomicheskiye poteri fakel'nogo szhiganiya poputnogo neftyanogo gaza (PNG) / K.V. Skirdin // Science Time. – 2017. – № 7(43). – S. 21–22.

5. Kochergin, G.A. Prognozirovaniye summarnykh ob"yemov fakel'nogo szhiganiya poputnogo gaza na neftedobyvayushchey territorii / G.A. Kochergin, M.A. Kupriyanov, YU.M. Polishchuk // Ekspozitsiya Neft' Gaz. – 2019. – № 2(69). – S. 99–102.

6. Borshchenko, S.D. Ekologo-ekonomicheskoye obosnovaniye proyekta po utilizatsii poputnogo neftyanogo gaza PAO «Slav-neft'» / S.D. Borshchenko, D.D. Kobzeva, V.V. Kondakova // Ekonomicheskiye sistemy. – 2023. – № 1. – S. 190–201.

7. Zakharov, I.V. Tekhnologiya utilizatsii poputnogo neftyanogo gaza s ispol'zovaniyem otvodyashchikh fakel'nykh gazov / I.V. Zakharov // Gazovaya promyshlennost'. – 2018. – № 3(765). – S. 60–66.

8. Shupletsov, A.F. Strategiya effektivnoy proizvodstvenno-ekonomicheskoy deyatel'nosti po ispol'zovaniyu poputnogo neftyanogo gaza v Vostochnoy Sibiri / A.F. Shupletsov, A.I. Perelygin // Baikal Research Journal. – 2018. – № 1. – S. 5–9.

© Р.Г. Вильданов, А.А. Афанасьев, 2024

УДК 621

С.Я. КРИВОШЕЕВА
Сургутский институт нефти и газа – филиал
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Сургут

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УПЛОТНЕННЫХ ГОФРИРОВАННЫХ ОБОЛОЧЕК

Ключевые слова: гибкий металлический трубопровод; гофрированная оболочка; меридиальные и окружные напряжения; осевая жесткость; сильфон.

Аннотация. Основным элементом гибких трубопроводов (компенсаторов) является гофрированная оболочка (**ГО**). Цель данной работы состоит в определении факторов, способных продлить срок службы гибких компенсаторов. Задача данного исследования – проанализировать влияние угла уплотнения гофра на возникающие меридиальные и окружные напряжения. Гипотезой является утверждение, что уплотнение ГО уменьшает возникающие в ней напряжения.

Проведены циклические усталостные испытания сильфонов, по результатам которых сделаны выводы о том, что в гофрах большей высоты напряжения уменьшаются, а уплотнение сильфона не оказывает на напряжения существенного влияния.

Сильфоны относятся к невосстанавливаемым ответственным элементам изделий, поэтому особое внимание уделяется вопросам их расчета и проектирования.

В настоящее время проведено достаточно много исследований напряженно-деформированного состояния ГО [1–8] и описано влияние геометрических параметров гофров на это состояние [4; 6; 8]. Однако вопрос о влиянии величины угла уплотнения на характеристики работы сильфонов требует дополнительного исследования [1; 5]. Продольная жесткость гофрированной оболочки является одним из основных параметров, оказывающих влияние на долговечность работы сильфонного компенсатора, поэтому исследование напряженно-деформированного состояния ГО представляет теоретический [3; 5; 6] и практический интерес [1; 3–7].

Для теоретического анализа влияния угла уплотнения на напряженно-деформированное состояние гофрированной оболочки полугофр представлен в виде двух тороидальных участков, сопряженных конической оболочкой [2–8]. Геометрические параметры полугофра ГО показаны на рис. 1.

Размеры, проставленные на рис. 1, относятся к срединной поверхности оболочки. Угол уплотнения φ связан с шагом гофрировки одной из следующих зависимостей:

$$\varphi = arcsin\frac{R_B + R_H}{\sqrt{\left[H-\left(R_B+R_H\right)\right]^2+(t/2)^2}} - arctg\frac{t}{2\left[H-\left(R_B+R_H\right)\right]}; \quad (1)$$

$$\varphi = arcsin\frac{R_B + R_H}{\sqrt{\left(A_H-A_B\right)^2+(t/2)^2}} - arctg\frac{t}{2\left(A_H-A_B\right)}. \quad (2)$$

В расчетах принимаются следующие допущения:

– при изменении угла уплотнения остальные геометрические параметры оболочки не меняются;

– толщина стенки оболочки вдоль меридиана постоянна;

– геометрическая нелинейность оболочки не учитывается.

Для нахождения наибольшего значения угла уплотнения φ_{max}, при котором гофры со-

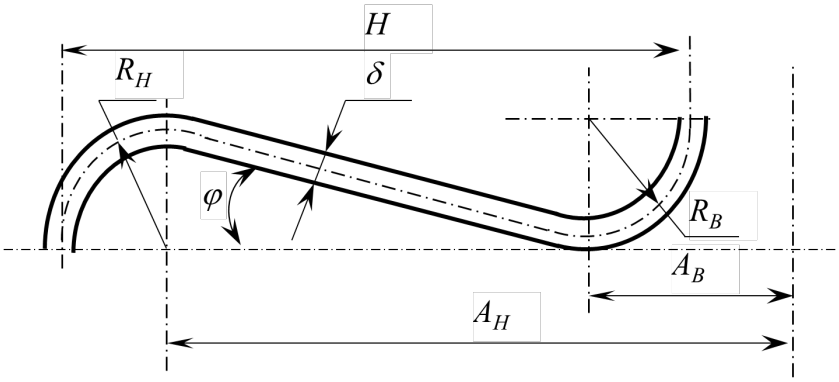

Рис. 1. Профиль полугофра гофрированной оболочки

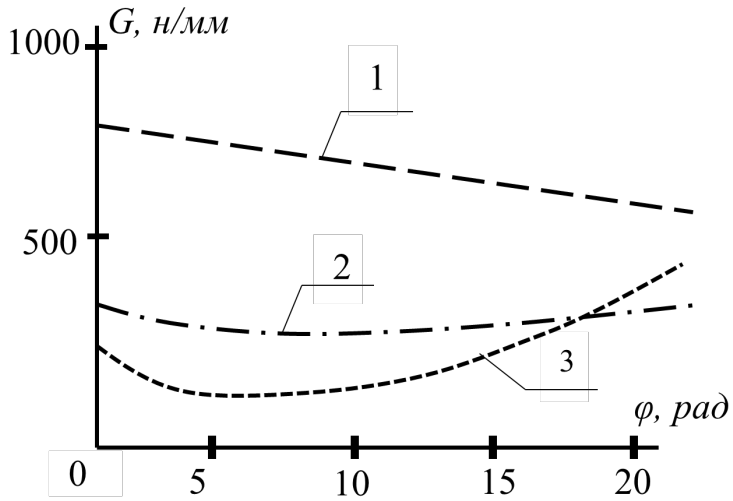

Рис. 2. Влияние угла уплотнения гофрированной оболочки на ее жесткость: 1 – H = 6,5 мм; 2 – H = 8,5 мм; 3 – H = 12,5 мм

прикасаются, в уравнениях (1) и (2) вместо значения $t/2$ необходимо подставить величину:

$$R_{\max} - \delta/2,$$

где $R_{\max}$ – наибольший радиус тороидальных элементов; δ – толщина стенки гофрированной оболочки в точке соприкосновения гофров.

Решение задачи о напряженно-деформированном состоянии гофрированной оболочки состоит из нескольких этапов [6; 7]:

– составление уравнений для двух тороидальных и конической оболочек с учетом вида внешней нагрузки;

– задание граничных условий на концах тороидальных оболочек;

– решение систем дифференциальных уравнений численным методом;

– решение задачи сопряжения элементов оболочки методом сил.

Исследовались компенсаторы с различными параметрами гофрированных оболочек. Все оболочки имели условный диаметр D_y = 70 мм, A_B = 38 мм, R_H = 2,2 мм, R_B = 2,0 мм, δ = 0,17 мм. Высота гофра при этом была разная H = 6,5 мм; 8,5 мм; 12,5 мм.

Проведены расчеты и определена осевая жесткость полугофров, а также выявлены возникающие в них напряжения при осевом сжатии на 0,1 мм. По данным, полученным в результате расчетов, построен график изменения жесткости полугофров различной высоты в зависимости от угла уплотнения (рис. 2).

Кривые, построенные по результатам рас-

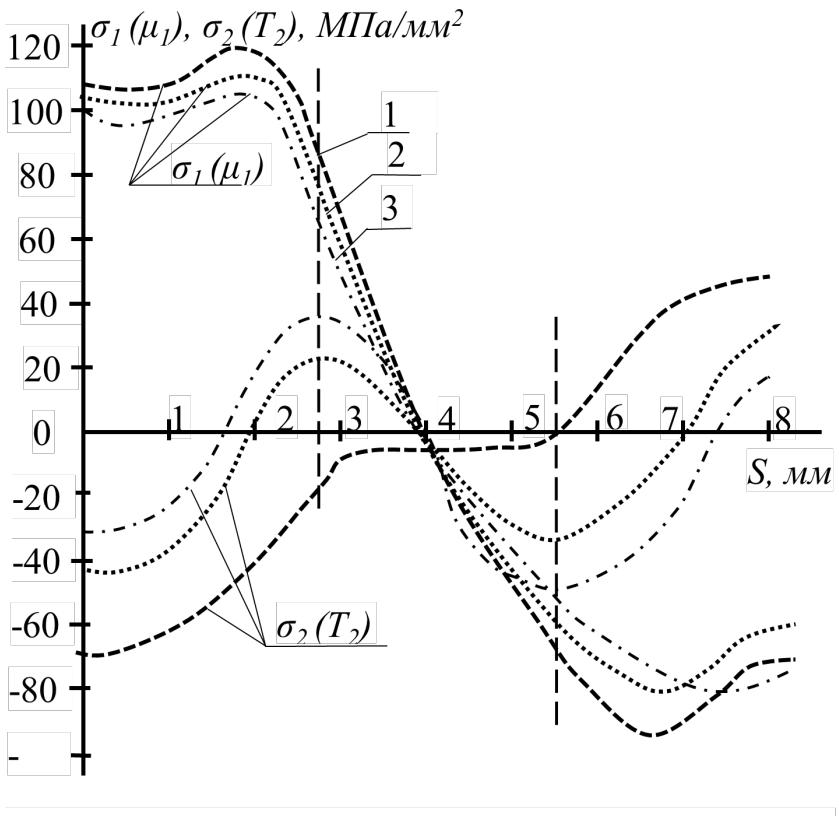

Рис. 3. Эпюры напряжений гофрированной оболочки D_y = 70 мм с высотой гофра H = 6,5 мм: 1 – φ = 0; 2 – φ =10°; 3 – φ = 20°

чета (рис. 2), позволяют сделать следующие выводы:

– у оболочки меньшей высоты с увеличением угла уплотнения жесткость уменьшается;

– у остальных оболочек с увеличением угла уплотнения жесткость сначала уменьшается, а затем увеличивается.

Это явление объясняется качественным различием в распределении окружных напряжений на наружном и внутреннем тороидальных участках гофра при различных углах уплотнения.

Когда гофрированная оболочка с углом уплотнения φ = 0 нагружается осевой сжимающей нагрузкой, возникают радиальные перемещения точек наружного и внутреннего торовых участков в противоположные стороны. Наибольшие радиальные перемещения имеют точки, лежащие в экстремальных сечениях гофра. Этим перемещениям соответствуют максимальные осевые напряжения (кривая 1 на рис. 3).

Если угол φ > 0, то при деформации гофра от осевого сжатия его конусная часть поворачивается и возникают перемещения ее краев противоположно радиальным перемещениям торовых участков. Перемещение краев конусной части гофра компенсирует перемещение точек торовых участков, и окружные напряжения на краях конусной части возрастают, а в экстремальных сечениях гофра – уменьшаются (рис. 3, кривая 2). Максимальные окружные напряжения становятся меньше. Следовательно, жесткость гофрированной оболочки уменьшается.

При дальнейшем увеличении угла φ радиальные перемещения точек сопряжения становятся больше перемещений точек в экстремальных сечениях гофра. Окружные напряжения в экстремальных сечениях гофра меньше окружных напряжений в точках сопряжения (рис. 3, кривая 3). Максимальные окружные напряжения возрастают. Следовательно, жесткость увеличивается.

Указанный эффект в значительной мере зависит от длины образующего конического элемента гофра, при больших значениях длины конического элемента эффект увеличения жесткости оболочки начинается при значительно

меньших углах уплотнения, а жесткость увеличивается более интенсивно.

При дальнейшем исследовании гофрированных оболочек с различной высотой гофра (H = 8,5 мм; 12,5 мм) были получены данные, по которым можно сделать следующие выводы:

– при малой высоте гофра максимальные меридиальные напряжения изменяются незначительно, при увеличении высоты – возрастают;

– значения максимальных меридиальных напряжений смещаются в экстремальные сечения гофра;

– окружные напряжения в экстремальных сечениях гофра уменьшаются, а в точках сопряжения конического и торовых участков возрастают.

Вывод: меньшие меридиальные и окружные напряжения возникают в гофрированных оболочках, имеющих большую высоту гофра, применение уплотненного сильфона не дает эффекта по уменьшению напряжений.

Данный вывод был проверен путем циклических усталостных испытаний сильфонов D_y = 70 мм. Испытывались партии сильфонов с разными углами уплотнения φ = –8°, φ = 0°, φ = 10°. Наибольшую долговечность имели сильфоны с нулевым углом уплотнения – $N_{ср}$ = 310 00 циклов. Сильфоны с углом уплотнения φ = –8° имели $N_{ср}$ = 27 100 циклов, при φ = 10° $N_{ср}$ = 23 600 циклов.

Список литературы

1. Головина, Н.Я. Исследование вынужденных колебаний гибких металлических трубопроводов машин и агрегатов: дис. …канд. техн. наук : 05.02.13 : защищена 17.04.2002 : утв. 12.07.2002 / Н.А. Головина . – Тюмень, 2002. – 148 с.

2. Копытов, А.А. Сильфон, расчет перемещения границы потоков / А.А. Копытов, А.М. Мейрманов, О.В. Гальцев // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2011. – № 10(105). – С. 218–222.

3. Golovina, N.Ya. Research in area of longevity of sylphon scraies / N.Ya. Golovina, S.Ya. Krivosheeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Current Problems and Solutions. – 2018. – Vol. 115. – P. 012043.

4. Zhanga, Y. Development of a CAD/CAPP Integrated System for Metal Bellows Expansion Joints / Y. Zhanga, A. Wangb // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Vol. 455. – P. 580–584.

5. Головина, Н.Я. Сравнительный анализ моделей ресурса пластичных материалов / Н.Я. Головина // XII Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики. Сборник трудов. 19–24 августа 2019 г. – Уфа. – 2019. – Т. 3(4). – С. 611–613.

6. Головина, Н.Я. Анализ повреждений лопаточного аппарата газотурбинных двигателей / Н.Я. Головина // Естественные и технические науки. – 2011. – № 2(52). – С. 346–348.

7. Тарабрин, Г.Т. Пространственная конструкция вида сильфон / Г.Т. Табарин // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 2021. – № 2. – С. 31–41.

8. Головина, Н.Я. Исследование влияния виброускорения на собственную частоту колебаний гофрированной оболочки / Н.Я. Головина, С.Я. Кривошеева // Естественные и технические науки. – 2016. – № 6(96). – С. 116–119.

References

1. Golovina, N.YA. Issledovaniye vynuzhdennykh kolebaniy gibkikh metallicheskikh truboprovodov mashin i agregatov: dis. …kand. tekhn. nauk : 05.02.13 : zashchishchena 17.04.2002 : utv. 12.07.2002 / N.A. Golovina . – Tyumen', 2002. – 148 s.

2. Kopytov, A.A. Sil'fon, raschet peremeshcheniya granitsy potokov / A.A. Kopytov, A.M. Meyrmanov, O.V. Gal'tsev // Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Meditsina. Farmatsiya. – 2011. – № 10(105). – S. 218–222.

5. Golovina, N.YA. Sravnitel'nyy analiz modeley resursa plastichnykh materialov / N.YA. Golovina // XII Vserossiyskiy s"yezd po fundamental'nym problemam teoreticheskoy i prikladnoy mekhaniki. Sbornik trudov. 19–24 avgusta 2019 g. – Ufa. – 2019. – T. 3(4). – S. 611–613.

6. Golovina, N.YA. Analiz povrezhdeniy lopatochnogo apparata gazoturbinnykh dvigateley /

N.YA. Golovina // Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – 2011. – № 2(52). – S. 346–348.

7. Tarabrin, G.T. Prostranstvennaya konstruktsiya vida sil'fon / G.T. Tabarin // Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Mekhanika tverdogo tela. – 2021. – № 2. – S. 31–41.

8. Golovina, N.YA. Issledovaniye vliyaniya vibrouskoreniya na sobstvennuyu chastotu kolebaniy gofrirovannoy obolochki / N.YA. Golovina, S.YA. Krivosheyeva // Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – 2016. – № 6(96). – S. 116–119.

© С.Я. Кривошеева, 2024

УДК 004.05

Р.У. АСТАФЬЕВ, Р.В. ШАМИН
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

ОСНОВЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

Ключевые слова: анализ качества; жизненный цикл программ; качество программных продуктов; прогноз качества; статистический инструментарий.

Аннотация. Целью исследования в данной статье выступил синтез алгоритма формирования статистического инструментария для анализа и прогноза качества программных продуктов. Для достижения данной цели были выполнены поставленные задачи: рассмотрены подходы к оценке качества программных продуктов, а также инструменты для анализа и прогноза качества программных продуктов, выведен алгоритм по формированию статистического инструментария. Основной гипотезой послужило предположение о наличии и возможности формирования статистического инструментария для анализа и прогноза качества программных продуктов. В статье были использованы методы анализа и синтеза. В результате был получен алгоритм формирования статистического инструментария.

Введение

В настоящий момент для российских организаций возникает необходимость в импортозамещении программного обеспечения. Эта необходимость не только открывает новые возможности для внедрения и реализации собственных продуктов, но и позволяет охватить те сегменты рынка, которые ранее были заняты и монополизированы бывшими его участниками [1–3].

Такое положение вещей предъявляет новые требования к качеству программных продуктов, подходов к его оценке и анализу, так как отсутствие таковых может негативно проявиться на любом этапе жизненного цикла [4–5].

В данной статье выделены и сформулированы основные принципы, применяемые при оценке программных продуктов, а также сформирован алгоритм внедрения статистического инструментария в этапы жизненного цикла. В работе использованы методы анализа, синтеза, классификации и систематизации.

Подходы к оценке качества программных продуктов

В настоящее время существует большое количество подходов к оценке качества программного обеспечения, что вносит разногласия и недопонимания в командах проектов, так как в них могут состоять участники с разными представлениями о том, что такое качество, чем оно характеризуется и как измеряется.

Для каждого участника процесса создания программного обеспечения возможно выделить отдельные функциональные и нефункциональные черты программы, самой разработки и состава задействованных лиц, с позиции которых и оценивается качество данного продукта.

Условно разделим участников на несколько групп: заказчики, исполнители, пользователи.

При этом заказчики нацелены на то, чтобы программа при общей дешевизне и быстроте создания покрывала поставленные задачи с минимизацией последующих доработок. Если при этом программа содержит коммерческий аспект (приобретается сама программа, содержит рекламу, привлекает клиентов и т.п.), то заказчиков интересует еще и повышение прибыли

за счет внедрения и использования такого программного обеспечения [6].

С другой стороны, для исполнителей качество заключается не только в непосредственном удовлетворении требований заказчиков, но и в том, чтобы сделать это за меньший срок с наименьшим вложением ресурсов. Это также минимизирует необходимое число доработок системы (если такие доработки выполняются за счет исполнителей) и время внедрения самого продукта [7].

Для пользователей важно, чтобы программное обеспечение покрывало весь требуемый для его задачи функционал и работало безотказно при условии минимального времени обучения работе в системе. Также пользователи обращают внимание на возможности интеграции привычных приложений в части работы с семейством задач, например, интеграция банковских приложений в приложение для контроля доходов и расходов [8].

Такие подходы к качеству программного продукта зачастую приводят к неудовлетворению одной из данных групп, что совокупно приводит к неудовлетворению и всего круга задействованных лиц.

Например, заказчики требуют ускорения разработки, что вызывает траты большего числа ресурсов со стороны исполнителей. Это, в свою очередь, приводит к снижению общего качества программы, что скажется на заинтересованности пользователей, а в дальнейшем отразится в неудовлетворении заказчиков экономическими показателями реализации программного обеспечения.

По этим причинам одновременно с формированием методов разработки программного обеспечения формируются и подходы к оценке его качества. Они, как правило, позволяют оценить готовый продукт или предлагают превентивные меры по повышению эффективности реализации.

С другой стороны, заказчики и исполнители заинтересованы и в предварительном прогнозе качества программного обеспечения. Например, уметь на этапе проектирования предсказывать общую оценку будущей аудитории приложения и ожидаемый от этого эффект.

Такой запрос удовлетворяют внедрение и применение статистического инструментария для анализа и прогноза качества программных продуктов.

Статистический инструментарий для анализа и прогноза качества программных продуктов

В настоящее время существует обширный инструментарий для анализа качества программного обеспечения, но большая часть такого инструментария заключается в функциональном и нефункциональном его тестировании [9], то есть предоставляет возможность оценить качество программы непосредственно после ее создания или реализации некоторых модулей (по возможности их оценки).

Для формирования статистического инструментария необходимо провести несколько ключевых исследований, которые бы позволили применять его в процессе создания программного продукта эффективно, в том числе обеспечить репрезентативность оценки и прогноза.

По итогам анализа исследований, применяющих классические подходы к статистическому анализу, например [10–15], можно сформулировать основные принципы формирования подобного инструментария, заключающиеся в необходимости описания в достаточной степени следующих элементов.

1. Объект наблюдения, специфика его исследования и особенности работы с ним.
2. Основные входные и выходные статистические показатели, в том числе их смысловая нагрузка в контексте объекта и предмета исследования.
3. Формы федерального статистического наблюдения, применяемые в формировании основных показателей.
4. Схемы потоков данных, правила контроля формы статистического наблюдения, условия формирования и расчета показателей.
5. Выходные статистические таблицы и алгоритмы для анализа полученных результатов, в том числе в части повышения качества исследуемого объекта.

Таким образом, для формирования статистического инструментария анализа и прогноза качества программных продуктов следует применить схожие принципы. В результате чего и формируем общий алгоритм.

1. Проанализировать современные подходы к оценке качества программных продуктов и выделить его основные характеристики и метрики.
2. Для полученной совокупности при-

знаков проанализировать возможности их предварительного измерения на различных этапах жизненного цикла программного обеспечения.

3. Для полученного плана измерений составить алгоритм анализа и прогноза качества программных продуктов на каждом этапе их жизненного цикла.

4. По полученному алгоритму и набору метрик сформировать инструментарий, включающий в себя как непосредственный анализ и прогноз, так и общие рекомендации по повышению качества программного продукта на соответствующем этапе измерения.

Внедрение полученного результата в процесс разработки программного обеспечения позволит не просто повысить его качество, но и сформировать новое видение требований к программным продуктам, которое могло бы стать открытым и понятным любому лицу, задействованному в разработке программного обеспечения.

Заключение

В статье были рассмотрены вопросы оценки качества программного обеспечения в условиях импортозамещения в России.

Приведены основные принципы построения статистического инструментария в исследованиях, а также создан алгоритм формирования такого инструментария в области оценки и прогноза качества программных продуктов.

Результаты исследования могут быть применены при создании алгоритмов оценки качества программных продуктов как в смежных его вопросах, так и для совокупной оценки подхода к статистическим исследованиям в рамках жизненного цикла приложений.

Список литературы

1. Palmarium, 2018. – 196 с.
2. Samanta, A.K. An enumerated analysis of NoSQL data models using statistical tools / A.K. Samanta, N. Chaki // Innovations Syst Softw Eng 19. – 2023. – P. 5–14.
3. Wijekoon, S.H.B. Statistical Assessment of Different Aggregate Shape Factors / S.H.B. Wijekoon, D.N. Subramaniam, N. Sathiparan // Int. J. Pavement Res. Technol, 2023.
4. Быстров, О.Ф. Статистический инструментарий логистики: теория и прикладные задачи / О.Ф. Быстров, Д.Э. Тарасов. – Beau Bassin : Palmarium, 2018. – 196 с.
5. Калытюк, И.С. К вопросу оценки качества информационных систем / И.С. Калытюк, Г.А. Французова, А.В. Гунько // Автоматика и программная инженерия. – 2021. – № 3(37). – С. 76–81.
6. Кальянов, А.Ю. Цифровизация Российской экономики в условиях санкционных ограничений / А.Ю. Кальянов, Д.В. Гарис // Вестник Тульского филиала Финуниверситета. – 2022. – № 1. – С. 344–347.
7. Ларин, С.Н. Модели и методы экспертной оценки характеристик качества интерфейса пользователя инновационных программных продуктов / С.Н. Ларин, В.В. Юдинова, Н.Н. Юрятина // Символ науки: международный научный журнал. – 2016. – № 4-1(16). – С. 118–123.
8. Оценка эффективности программ образовательного кредитования в Российской Федерации / Р.У. Астафьев, Т.Р. Игонина, О.Ю. Козлова [и др.]. // Московский экономический журнал. – 2023. – Т. 8. – № 8.
9. Пащенко, Д.С. Отражение мировых практик программной инженерии и управления качеством программного обеспечения в отечественной IT-отрасли: результаты исследования по регионам России / Д.С. Пащенко // Программная инженерия. – 2020. – Т. 11. – № 2. – С. 67–76.
10. Поляк, Ю. IT-отрасль после трудного года / Ю. Поляк // Информационные ресурсы России. – 2023. – № 1(190). – С. 44–55.
11. Синтез алгоритма оценки эффективности программ образовательного кредитования в Российской федерации / Р.У. Астафьев, Е.В. Пронина, О.А. Пихтилькова [и др.]. // Московский экономический журнал. – 2023. – Т. 8. – № 7.
12. Смирнов, Ю.В. Импортозамещение: переизбыток предложений и сложность выбо-

ра необходимого программного обеспечения / Ю.В. Смирнов // Книга. Культура. Образование. Инновации : сборник докладов Седьмого Международного профессионального форума Судак-Сочи-Транзит, Сириус, 27 мая – 03 2023 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Государственная публичная научно-техническая библиотека России. – Сириус : Государственная публичная научно-техническая библиотека России, 2023. – С. 163–167.

13. Халяпин, А.А. Методы информационного менеджмента для оценки эффективности инвестиционных IT-проектов в эпоху цифровизации / А.А. Халяпин, Ю.А. Усачева, А.И. Руденко // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 43(2). – С. 433–438.

14. Чупина, И.П. Прогнозирование потребности в квалифицированных кадрах в стране / И.П. Чупина, Ю.В. Демина // Образование и право. – 2023. – № 9. – С. 428–433.

15. Эконометрические методы в исследовании динамики показателей ресурсоемкости отечественной экономики (инструментарий и статистические результаты) / Н.В. Суворов, Е.Е. Балашова, О.Б. Давидкова, Г.В. Зенкова // Проблемы прогнозирования. – 2013. – № 5(140). – С. 15–33.

References

4. Bystrov, O.F. Statisticheskiy instrumentariy logistiki: teoriya i prikladnyye zadachi / O.F. Bystrov, D.E. Tarasov. – Beau Bassin : Palmarium, 2018. – 196 s.

5. Kalytyuk, I.S. K voprosu otsenki kachestva informatsionnykh sistem / I.S. Kalytyuk, G.A. Frantsuzova, A.V. Gun'ko // Avtomatika i programmnaya inzheneriya. – 2021. – № 3(37). – S. 76–81.

6. Kal'yanov, A.YU. Tsifrovizatsiya Rossiyskoy ekonomiki v usloviyakh sanktsionnykh ogranicheniy / A.YU. Kal'yanov, D.V. Garis // Vestnik Tul'skogo filiala Finuniversiteta. – 2022. – № 1. – S. 344–347.

7. Larin, S.N. Modeli i metody ekspertnoy otsenki kharakteristik kachestva interfeysa pol'zovatelya innovatsionnykh programmnykh produktov / S.N. Larin, V.V. Yudinova, N.N. Yuryatina // Simvol nauki: mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal. – 2016. – № 4-1(16). – S. 118–123.

8. Otsenka effektivnosti programm obrazovatel'nogo kreditovaniya v Rossiyskoy Federatsii / R.U. Astaf'yev, T.R. Igonina, O.YU. Kozlova [i dr.]. // Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal. – 2023. – T. 8. – № 8.

9. Pashchenko, D.S. Otrazheniye mirovykh praktik programmnoy inzhenerii i upravleniya kachestvom programmnogo obespecheniya v otechestvennoy IT-otrasli: rezul'taty issledovaniya po regionam Rossii / D.S. Pashchenko // Programmnaya inzheneriya. – 2020. – T. 11. – № 2. – S. 67–76.

10. Polyak, YU. IT-otrasl' posle trudnogo goda / YU. Polyak // Informatsionnyye resursy Rossii. – 2023. – № 1(190). – S. 44–55.

11. Sintez algoritma otsenki effektivnosti programm obrazovatel'nogo kreditovaniya v Rossiyskoy federatsii / R.U. Astaf'yev, Ye.V. Pronina, O.A. Pikhtil'kova [i dr.]. // Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal. – 2023. – T. 8. – № 7.

12. Smirnov, YU.V. Importozameshcheniye: pereizbytok predlozheniy i slozhnost' vybora neobkhodimogo programmnogo obespecheniya / YU.V. Smirnov // Kniga. Kul'tura. Obrazovaniye. Innovatsii : sbornik dokladov Sed'mogo Mezhdunarodnogo professional'nogo foruma Sudak-Sochi-Tranzit, Sirius, 27 maya – 03 2023 goda / Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossiyskoy Federatsii; Gosudarstvennaya publichnaya nauchno-tekhnicheskaya biblioteka Rossii. – Sirius : Gosudarstvennaya publichnaya nauchno-tekhnicheskaya biblioteka Rossii, 2023. – S. 163–167.

13. Khalyapin, A.A. Metody informatsionnogo menedzhmenta dlya otsenki effektivnosti investitsionnykh IT-proyektov v epokhu tsifrovizatsii / A.A. Khalyapin, YU.A. Usacheva, A.I. Rudenko // Vestnik Akademii znaniy. – 2021. – № 43(2). – S. 433–438.

14. Chupina, I.P. Prognozirovaniye potrebnosti v kvalifitsirovannykh kadrakh v strane /

I.P. Chupina, YU.V. Demina // Obrazovaniye i pravo. – 2023. – № 9. – S. 428–433.

15. Ekonometricheskiye metody v issledovanii dinamiki pokazateley resursoyemkosti otechestvennoy ekonomiki (instrumentariy i statisticheskiye rezul'taty) / N.V. Suvorov, Ye.Ye. Balashova, O.B. Davidkova, G.V. Zenkova // Problemy prognozirovaniya. – 2013. – № 5(140). – S. 15–33.

© Р.У. Астафьев, Р.В. Шамин, 2024

УДК 658.5.012.7 + 519.711.2 + 510.57 + 658.524 + 65.012.27

Г.И. КОРШУНОВ[1], Е.Д. МАКАРОВ[1], К.А. БРУСЕНЦОВ[2], К.А. БОРИСЕНКО[1]
[1]ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»;
[2]ООО «ПАНТЕС», г. Санкт-Петербург

ПОВЫШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОНИКИ НА ОСНОВЕ КОНВЕЙЕРНОГО ПОДХОДА И РЕКУРСИВНЫХ МОДЕЛЕЙ

Ключевые слова: качество; критерии; прослеживаемость; рекурсия; статическая модель; теория конвейеров; электронная компонентная база.

Аннотация. В статье рассмотрена задача повышения результативности и обеспечения качества продукции с точки зрения конвейерного подхода. Предложены критерии оценки результативности, основанные на определении времени переходного процесса, и показатель допустимого ускорения при производстве. Показатель включает в себя несколько рекурсивных составляющих и статическую модель обобщенной оценки показателей качества. Представлено решение задачи обеспечения качества монтажа на основе моделирования монтажа электронных плат по значениям вероятности несоответствий. Цель исследования – повышение результативности и обеспечение качества продукции. Гипотеза исследования: применение конвейерного подхода позволит оценить эффективность производства и величину возможного сокращения времени производства. Методы исследования: теория конвейеров, рекурсивная математическая модель производства, математическая модель монтажа электронных плат. Результаты исследования: оценка эффективности производства и сокращение времени производства заказов.

1. Введение

При рассмотрении массового производства одним из ключевых процессов является организация непосредственно процесса производства [1]. Грамотное распределение производственных мощностей и ресурсов до начала производства (планирование производства) позволяет сократить возможные потери в перспективе. Решение задачи организации становится особенно актуальным в ситуации, когда требуется выполнить некоторый объем заказа или весь заказ к определенному сроку.

Для решения задач планирования производства известные публикации в основном сосредоточены на решении задач планирования непосредственно сборочных линий на этапе их проектирования [2] или оптимизации систем планирования ресурсов конвейера [3].

В рамках теории организации производства были проведены исследования конвейерных процессов, позволяющие вычислять технические параметры конвейерных процессов и предлагать на основе данных вычислений возможные решения по оптимизации. Отдельного внимания заслуживает теория моделирования процессов производства, имеющих конвейерную природу [4; 5].

В настоящее время актуальным является рассмотрение процесса организации контрактного производства электроники с точки зрения теории конвейеров. Заказы, поступающие на предприятие этой направленности, могут отличаться по объему, сложности, величине трудовых и временных затрат. Также нередкими являются ситуации повтора заказов спустя некоторое время после их производства. При структурированном накоплении информации и применении рекурсивных моделей организации

производства становится возможным сокращение времени производства повторных заказов при условии сохранения конфигурации ресурсов и оборудования, выделенных на выполнение предыдущей итерации заказа. Однако также стоит учесть, что современные производства тоже развиваются, внедряя в процесс новые материалы, оборудование и методы, и при запуске в производство повторных заказов становится возможным сократить время за счет оценки влияния внедрения новых технологических решений.

В статье предложен подход к оценке общей результативности производства и приведена модель оценки возможного сокращения времени производства на основе рекурсивной модели производства и разложения процесса производства на рекурсивные конвейерные процессы.

2. Материалы и методы

2.1. Критерий оценки результативности и показатель допустимого ускорения процесса.

Для оценки результативности предлагается применение подхода, при котором организация контрактного производства электроники моделируется в совокупности как рекурсивный конвейерный процесс. Оценка производится на основе критерия (1) определения времени переходного конвейерного процесса:

$$t_{pereh} = \sum_{k=0}^{k<k_s} \sum_{i=0}^{n} t(i,k) \rightarrow min, \quad (1)$$

где k – номер цикла; k_s – цикл первого стационарного конвейерного процесса; $t(i, k)$ – время выполнения i-ой операции k-ого цикла.

Иными словами, оценка будет производиться определением времени, после которого конвейерный процесс перейдет в стационарное состояние и будет справедлива формула:

$$\forall k \geq k_s : d_i^k = const, \quad (2)$$

где d^k_i – частота выполнения i-ой операции k-ого цикла.

Для полноценного применения данного подхода следует накопить достаточно объемную выборку данных, на основе которой далее требуется сформировать шкалу для оценки. Ввиду индивидуальности отдельно взятого предприятия по контрактному производству электроники разработкой данной шкалы должна заниматься экспертная группа предприятия.

Основываясь на данном подходе, допустим утверждение, что наиболее результативным следует полагать такой процесс производства, при котором время общего переходного конвейерного процесса будет стремиться к минимальному значению, а стационарные колебания, определяемые циклами доработки процесса, будут стремиться к нулевым значениям.

При таком подходе к организации производства становится возможной оценка времени, затрачиваемого на производство продукции. Качество продукции является первоочередным параметром при выполнении заказа, однако, помимо всего прочего, следует соблюдать временные рамки с целью повышения прибыльности предприятия. Достигнуть повышенной прибыли можно за счет более быстрого выполнения заказов, однако следует учесть, что данный параметр не должен влиять на качество производимой продукции.

Для соблюдения данного условия при подготовке производственного процесса заказа предлагается внедрить коэффициент допустимого ускорения, основанный на нескольких безразмерных составляющих показателей, приведенных ниже.

Стоит отметить, что в рамках данной статьи предлагается рассмотреть данный коэффициент в условиях обособленности каждого отдельно взятого проекта или изделия, на производство которого выполняется заказ. Под обособленностью принимается тот факт, что массив данных, собираемых по проекту и заказам на его производство, рассматривается по принципу *standalone* проекта, то есть не имеет общих связей с другими проектами, и, следовательно, не позволяет использовать данные, аккумулированные при их производстве.

Однако подключение системы прослеживаемости и, как следствие, общего агрегирования данных по всем заказам позволит на этапе планирования заказа, используя принцип сквозной прослеживаемости, более точно определить, какие материалы и методы расчета трудоемкости могут быть более эффективны для каждого отдельно взятого заказа.

Методика формирования численных составляющих коэффициента предполагает применение различных рекурсивных математических моделей.

2.2. Коэффициент комплектации.

В качестве первой составляющей предлагается коэффициент комплектации $q_{k1}...q_{kj}$, где $k_1...k_j$ – номер цикла производства. Качество комплектации напрямую влияет на процесс производства: в условиях интенсивного санкционного давления со стороны западных производителей и активного нарастания непроверенных каналов поставки нередки ситуации, когда поставлена комплектация не лучшего качества. Данный коэффициент является понижающим, значение «1» идеальное, при данном значении коэффициента комплектация никоим образом не влияет на время выполнения заказа. Коэффициент устанавливается в зависимости от рейтинга поставщика, предоставившего комплектацию, если рейтинг низкий – устанавливается в зависимости от отклонений, выявленных при входном контроле комплектации.

2.2.1. Модель выбора надежного поставщика.

В качестве исходной модели оценки ущерба для обеспечения качества и ресурсов процессов выбора поставщика в условиях действия внешних факторов рассмотрим статическую детерминированную модель.

Введение международных санкций и ограничений оказало воздействие на многие отрасли, в том числе и на производство радиоэлектронной продукции. Одним из наиболее чувствительных к данным нововведениям стал процесс закупок электронной компонентной базы (**ЭКБ**). Санкции ограничили доступ к передовым технологиям и компонентам, критически важным для качества и инновационности выпускаемой продукции. Производители радиоэлектронной отрасли столкнулись с необходимостью поиска альтернативных поставщиков на внутреннем рынке, что, в свою очередь, сопровождается рядом новых рисков: ограниченный ассортимент компонентов и завышенная стоимость, риск снижения качества и надежности компонентов, а вследствие снижение качества изделия, нестабильность поставок и производственные задержки из-за адаптации новых логистических линий, технологическое отставание и снижение конкурентоспособности, дополнительные затраты на интеграцию в существующие производственные процессы, а также тестирование и сертификацию.

Для минимизации вышеперечисленных рисков предприятиям необходимо тщательно планировать стратегию закупок и анализировать представленных на динамически изменяющемся рынке поставщиков, каждый из которых обладает уникальными условиями сотрудничества, включая цену, сроки доставки, условия оплаты, гарантии качества и др.

Для принятия оптимального решения необходимо оценить обобщенную характеристику каждого поставщика. Как следствие, это ставит перед предприятием многокритериальную задачу выбора. Разработка нейронной сети, способной анализировать и обрабатывать большие объемы данных о поставщиках, их условиях работы, ценах и качестве продукции, позволит предприятию эффективно сравнивать потенциальных партнеров по ключевым параметрам.

Для создания статической модели отобраны пять критериев оценки поставщиков, в том числе качество (степень соответствия техническим требованиям), сроки (доставка в согласованные сроки), упаковка (предотвращение повреждений при транспортировке), надежность поставщика (наличие сертификации и соответствие стандартам) и стоимость.

В исходной статической модели выбор оптимального поставщика основан на методе агрегации единичных показателей для расчета параметра Z. Модель построена на пяти независимых критериях (показателях качества), обозначенных как качество x_1, сроки x_2, упаковка x_3, надежность x_4, стоимость x_5, и десяти вариантах предприятий-поставщиков (альтернатив). Оценка показателей качества поставщиков ЭКБ основывается на методе экспертных оценок.

Показатели заполняются по 10-балльной шкале, где 9 – «отлично», 0 – «очень плохо». В шкале использована оценка «0 баллов» для исключения поставщиков с низкими оценками, чьи услуги или продукция не соответствуют минимальным стандартам качества. Это важно для обеспечения стабильности и надежности поставок, а также для поддержания высокого уровня качества в производственном процессе. Вес каждого показателя также оценивается экспертами методом парных сравнений по 5-балльной шкале, где 5 – «наиболее важный», а 1 – «наименее важный».

В табл. 1 приведен приведен пример статической модели выбора поставщика электронной компонентной базы.

Строки с 1 по 5 рассчитываются как произведение оценки показателя и веса данного показателя. В строках рассчитываются произведения

Таблица 1. Выбор поставщика по обобщенной оценке показателей качества

№	Показатели качества	Вес	Номера фирм-поставщиков ЭКБ (j = 1… 10)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		w	Взвешенная оценка показателей поставщиков, $x_{ij} * w_i$									
1	x_1	5	9	0	7	2	1	0	8	10	9	5
2	x_2	3	8	8	7	10	1	5	0	10	4	6
3	x_3	1	3	8	8	4	5	0	10	7	6	8
4	x_4	4	10	1	7	10	3	4	7	7	0	10
5	x_5	2	3	6	10	8	0	3	4	8	2	3
6	$\prod_{i=1}^{i=5} x_i$		6 480	0	27 440	6 400	0	0	0	39 200	0	7 200
7	$\sum_{i=1}^{i=5} x_i w_i$		118	–	112	100	–	–	–	131	–	97
8	$Z=\frac{\sum_{5}^{i=1} x_i w_i}{\sum_{i=5,\ j=10}^{i=1,\ j=1} x_{ij} w_i}$		0,21	0	0,2	0,18	0	0	0	0,23	0	0,17
9	Приоритет выбора		2	–	3	4	–	–	–	1	–	5

взвешенных оценок показателей, поставщики со значением 0 исключены из дальнейшего сравнения. В строке 7 просуммировано общее количество баллов допущенных поставщиков. В строке 8 рассчитана нормированная обобщенная оценка. В строке 9 указан приоритет выбора каждого поставщика, где 1 – «первостепенный», а 5 – «минимальный».

2.3. Коэффициент материала.

Второй составляющей является коэффициент материала $m_{k1}...m_{ki}$, где $k_1...k_i$ – номер цикла производства. При смене материалов становится возможным сокращение времени производства заказа. Базовое значение равно единице. Высчитывается значение согласно следующему выражению:

$$m_{k_i}=\begin{cases} 1, k=0, 1; \\ \frac{t(j,1)}{t(j,0)},\ k=2; \\ \frac{t(j,k-1)}{t(j,k-2)},\ k>2, \end{cases} \quad (3)$$

где j – порядковый номер операции, использующей материал; k – номер цикла.

2.4. Коэффициент запаса.

Следующей составляющей предлагается рассмотреть $r(k)$ – коэффициент запаса. При предварительных вычислениях времени производства заказа специалисты сектора технологической подготовки закладывают запас по времени на основании своего опыта и профессиональных навыков, как правило, это фиксированная величина. При повторном заказе потребуется переоценка времени, требуемого на выполнение всех производственных процессов. Специалисты в информационно-технической среде предприятия указывают время и запас, включенный ими в данное время. Помимо этого, в базе данных среды содержится информация о величине ошибки оценки времени, вычисляемая как разница между запланированным (или оценочным) временем выполнения заказа и реальным временем выполнения. Таким образом, коэффициент может быть высчитан следующим образом:

$$r(k)=\begin{cases} r_{est},\ if\ k=0; \\ max\left(r_{est},\ \frac{t_{est}}{t_{real}}\right),\ if\ k=1; \\ max\left(r(k-1),\ r_{est}\right),\ if\ k>2, \end{cases} \quad (4)$$

где r_{est} – коэффициент запаса, фиксируемый специалистом сектора технологической подготовки при оценке времени производства; t_{est} – оценочное время выполнения предыдущего заказа; t_{real} – реальное время выполнения предыдущего заказа.

2.5. Коэффициент ошибок.

В качестве последней составляющей предлагается коэффициент ошибок $e(k)$. Ошибкой в данном случае является факт ремонта отдельных единиц изделий из партии, производимой по рассматриваемому заказу. Брак, приведший к ремонту и, как следствие, к появлению ошибки, может быть выявлен при проверке качества партии. Коэффициент высчитывается по следующей формуле:

$$e(k)=\begin{cases}1+\dfrac{t_{rem}}{t_{sum}}, & if\ k=1;\\ 1, & if\ k=0;\\ max(e(k-1))\ldots e(k-n), & if\ k\geq 2,\end{cases} \quad (5)$$

где t_{rem} – время, потраченное на ремонт одного изделия; t_{sum} – время, затраченное на производство одного изделия; n – количество предыдущих заказов на изготовление данного изделия.

Выходная величина коэффициента допустимого ускорения K_{as} может быть рассчитана по следующей формуле:

$$K_{as}=\frac{mul\left(q_{k_1}\ldots q_{k_{1j}},\ m_{k_1}\ldots m_{k_{1i}}\right)}{r,e}, \quad (6)$$

где k – номер цикла производства.

3. Обеспечение качества и прослеживаемости процессов

Обязательным условием достижения минимума результативности рекурсивного конвейерного процесса по критерию (1), (2) минимума времени переходного конвейерного процесса является безусловное обеспечение высокого качества процесса и продукции.

Здесь применена стратегия бездефектного производства, целесообразность которой определена спецификой дорогостоящего высокотехнологичного наукоемкого производства. Соответствующие технологии в рамках статистического управления процессами были рассмотрены по результатам внедрения в работе [6], где качество бездефектного производства в дальнейшем было предложено оценивать в единицах *ppm* (*parts per million*).

Развитие технологий автоматического монтажа привело к необходимости встраивания автоматических оптических инспекций (**АОИ**) в линию для получения экспериментальных данных [7]. Именно такие данные должны служить основой для снятия неопределенностей при оценке качества. Модель и метод для расчета качества монтажа электронных плат по значениям вероятности несоответствий на этапах, оборудованных АОИ, созданы на основе рекурсивных функций, а расчет выполняется по рекуррентной формуле:

$$P_n=p_n\left[\left(1+\sum_{m=2}^{2k}\prod_{i=1}^{m}p_{n-i}\right)-\sum_{m=3}^{2k+1}\prod_{i=1}^{m}p_{n-i}\right], \quad (7)$$

где P_n – накопленная к n-ому этапу вероятность несоответствий, а p_n – вероятность появления несоответствий только на n-ном этапе. Выбор номера этапа допускает возврат к предыдущим этапам для прослеживаемости процесса.

4. Заключение

В статье предложены модель и методика оценки результативности рекурсивного конвейерного процесса по критерию (1), (2) минимума времени переходного конвейерного процесса с учетом коэффициента допустимого ускорения (6). Приведенный в статье коэффициент допустимого ускорения позволит существенно снизить время производства изделия, сохраняя при этом показатели качества продукции. Методика оценки результативности, основанная на модели, позволяет вычислить характеристики производства для каждого отдельно взятого проекта, производимого производством по контракту, и позволит за счет варьирования временных характеристик привести его к более эффективному использованию времени и ресурсов предприятия.

Применение рекурсивных функций дает возможность получать необходимые данные на любом этапе последовательности (процесса). Подобная задача решается при организации прослеживаемости процесса, однако обычно это достигается идентификацией образцов для исключения несоответствий. Построенная на инновационных технологиях автоматическая система идентификации и прослеживаемости становится неотъемлемой составляющей цифровой производственной структуры, без

которой невозможно повышение эффективности производства и качества выпускаемой продукции (8). Отдельно стоит подчеркнуть, что применение принципа прослеживаемости в рамках накопленной информации о производстве, схожих по комплектации или применяемым при производстве материалам заказов позволит провести более точный расчет данного значения. Учитывая возможные объемы накопленной за время производства информации, предприятию могут потребоваться более объемные инвестиции в материально-техническую составляющую информационно-технической среды предприятия, в том числе для интеграции более быстрых аналитических средств. Наиболее эффективным инструментом решения данной задачи может являться интеграция рекурсивных нейронных сетей в информационно-техническую среду и в систему организации производства.

Список литературы

1. Сачко, Н.С. Организация и оперативное управление машиностроительным производством / Н.С. Сачко. – Минск : ООО «Новое знание», 2005.
2. Rekiek, B. State of art of optimization methods for assembly line design / B. Rekiek, A. Dolgui, A. Delchambre, A. Bratcu // Ann. Rev. Control. – 2002. – No. 26. – P. 163–174.
3. Бурков, В.Н. Распределение ресурсов как задача оптимального быстродействия / В.Н. Бурков // АиТ. – 1966. – Т. 27. – Вып. 7. – С. 119–129.
4. Куприянов, Б.В. Моделирование конвейерных бизнес-процессов / Б.В. Куприянов // Управление большими системами: сборник трудов. – 2010. – № 28. – С. 230–273.
5. Куприянов, Б.В. Вычислимая модель конвейерного бизнес-процесса / Б.В. Куприянов // Труды международной научно-практической конференции «Передовые информационные технологии, средства и системы автоматизации и их внедрение на российских предприятиях» Aita-2011, Институт проблем управления РАН, Москва, 04–08 апреля 2011 года. – Институт проблем управления РАН, Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2011. – С. 649–669.
6. Коршунов, Г.И. Обеспечение качества продукции в интеллектуальных производствах электроники. Часть 1 / Г.И. Коршунов, А.А. Петрушевская // Контроль качества продукции. – 2021. – № 8. – С. 43–46.
7. Коршунов, Г.И. Статистический контроль качества электронных изделий в цифровых производственных линиях с оптическими инспекциями / Г.И. Коршунов // Контроль качества продукции. – 2024. – № 1.
8. ООО «Сименс» Идентификация и прослеживаемость на производстве с SIMATIC WinCC Open Architecture // Журнал «ИСУП». – 2018. – № 6(78).

References

1. Cachko, N.S. Organizatsiya i operativnoye upravleniye mashinostroitel'nym proizvodstvom / N.S. Cachko. – Minsk : OOO «Novoye znaniye», 2005.
3. Burkov, V.N. Raspredeleniye resursov kak zadacha optimal'nogo bystrodeystviya / V.N. Burkov // AiT. – 1966. – T. 27. – Vyp. 7. – S. 119–129.
4. Kupriyanov, B.V. Modelirovaniye konveyyernykh biznes-protsessov / B.V. Kupriyanov // Upravleniye bol'shimi sistemami: sbornik trudov. – 2010. – № 28. – S. 230–273.
5. Kupriyanov, B.V. Vychislimaya model' konveyyernogo biznes-protsessa / B.V. Kupriyanov // Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Peredovyye informatsionnyye tekhnologii, sredstva i sistemy avtomatizatsii i ikh vnedreniye na rossiyskikh predpriyatiyakh» Aita-2011, Institut problem upravleniya RAN, Moskva, 04–08 aprelya 2011 goda. – Institut problem upravleniya RAN, Moskva: Institut problem upravleniya im. V.A. Trapeznikova RAN, 2011. – S. 649–669.
6. Korshunov, G.I. Obespecheniye kachestva produktsii v intellektual'nykh proizvodstvakh elektroniki. Chast' 1 / G.I. Korshunov, A.A. Petrushevskaya // Kontrol' kachestva produktsii. – 2021. – № 8. – S. 43–46.

7. Korshunov, G.I. Statisticheskiy kontrol' kachestva elektronnykh izdeliy v tsifrovykh proizvodstvennykh liniyakh s opticheskimi inspektsiyami / G.I. Korshunov // Kontrol' kachestva produktsii. – 2024. – № 1.
8. OOO «Simens» Identifikatsiya i proslezhivayemost' na proizvodstve s SIMATIC WinCC Open Architecture // Zhurnal «ISUP». – 2018. – № 6(78).

© Г.И. Коршунов, Е.Д. Макаров, К.А. Брусенцов, К.А. Борисенко, 2024

УДК 658.562

М.А. НАЗАРЕНКО, С.А. НАЗАРОВ, В.В. СИДОРИН
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ КВАЛИМЕТРИЧЕСКИХ ОЦЕНОК ЭТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЦИФРОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Ключевые слова: жизненный цикл; качество; квалиметрия; программные средства; цифровая продукция; этапы проектирования.

Аннотация. Цель – представить рекомендации по использованию квалиметрических оценок этапов жизненного цикла цифровой продукции с использованием разработанного программного обеспечения. Методы исследования: анализ, группировка, систематизация, обобщение, индукция и дедукция, прогнозирование. Результаты исследования: представлены рекомендации по проведению квалиметрических оценок этапов жизненного цикла цифровой продукции с использованием разработанного программного обеспечения.

Цифровая продукция становится сердцем современного бизнеса, и точное измерение качества ее жизненного цикла играет ключевую роль в успешном развитии компании [1]. Для этого необходимы эффективные методы квалиметрических оценок, подкрепленные специализированным программным обеспечением. Этап проектирования электрических схем и трассировки печатных плат становится более сложным в контексте квалиметрии, поскольку современные требования к использованию высокочастотных каналов передачи данных и растущая популярность беспроводных технологий для коммуникации с персональными компьютерами и мобильными устройствами требуют более тщательного анализа и оценки качества процессов проектирования [2; 6].

Квалиметрические оценки этапов жизненного цикла цифровой продукции представляют собой систематический подход к измерению и оценке качества процессов разработки и производства цифровых продуктов. Они включают в себя анализ всех этапов от инициации проекта до завершения его жизненного цикла. Квалиметрия позволяет выявить потенциальные проблемы, улучшить процессы и повысить конкурентоспособность продукции на рынке. Оценка качества включает в себя различные аспекты, такие как соответствие требованиям пользователей, эффективность производственных процессов, надежность и безопасность продукции. Эффективное использование квалиметрии требует применения специализированных методов и инструментов, а также постоянного мониторинга и анализа результатов для постоянного совершенствования процессов разработки и производства [4].

Квалиметрический подход является ключевым инструментом для достижения высокого уровня качества продукции. Путем систематической оценки каждого этапа жизненного цикла цифрового продукта компании могут определить сильные и слабые стороны процессов разработки и производства. Это позволяет им улучшать свои методы работы и обеспечивать более эффективное использование ресурсов [5].

Одним из ключевых преимуществ квалиметрии является ее способность предсказывать потенциальные проблемы еще на ранних этапах проекта. Благодаря этому компании могут принимать меры по их устранению до того, как они начнут оказывать серьезное влияние на процесс разработки или качество конечного продукта. Такой превентивный подход помогает сократить риски и избежать непредвиденных затрат в будущем [5].

Еще одним важным аспектом квалиметрии является ее способность обеспечивать постоянное совершенствование процессов. Путем регулярного мониторинга и анализа результатов компании могут выявлять новые возможности для улучшения эффективности и качества своей

продукции. Это позволяет им оставаться конкурентоспособными на рынке и удовлетворять изменяющиеся потребности пользователей.

Для проведения квалиметрических оценок предлагается на первом шаге выявить те этапы жизненного цикла цифровой продукции, которые будут участвовать в этой оценке. При этом необходимо формировать неразрывный комплекс этапов жизненного цикла с эквивалентным уровнем декомпозиции, то есть не допускать составления списка из позиций, часть из которых является уточнением или разделением на составные части приблизительно равных по сложности или важности частей жизненного цикла. Подобное деление должно проводиться на основании экспертных оценок, которые также необходимы для нахождения коэффициентов, из которых формируется соответствующая матрица *S*.

Этот подход позволяет обеспечить объективность и точность оценок, а также минимизировать вероятность искажений или недочетов в процессе анализа. При формировании матрицы *S* необходимо учитывать не только сами этапы жизненного цикла продукции, но и их взаимосвязи и влияние друг на друга.

Матрица *S* составляется из коэффициентов *s_mn* и имеет следующий вид:

$$S=\begin{pmatrix} S_{11}\cdots S_{1N} \\ \vdots \quad \ddots \quad \vdots \\ S_{M1}\cdots S_{MN} \end{pmatrix},$$

$$0\le s_{mn}\le 1,\ 1\le m\le M,\ 1\le n\le N.$$

Индекс *m* предназначен для идентификации предприятий или процессов, в рамках которых производится оценивание этапов жизненного цикла, число *M* обозначает общее количество предприятий или процессов, подлежащих идентификации. Индекс *n* предназначен для нумерации выявленных этапов жизненного цикла, по которым будут производиться квалиметрические оценки, число *N* обозначает полное количество тех этапов жизненного цикла, которые подлежат оцениванию в рамках предложенного метода. В практической работе в настоящее время используется программное обеспечение, где выбраны следующие значения для указанных выше размерностей: $M = 4$, $N = 5$ [3].

Результатом, который предлагается использовать на практике, является следующий вектор, составленный из средних арифметических значений столбцов, то есть показателей по одному этапу, усредненных по предприятиям или процессам, идентифицированных для проведения оценок:

$$d=\frac{1}{M}\left(\sum_{m=1}^{M}s_{m1},\sum_{m=1}^{M}s_{m2},\ldots,\sum_{m=1}^{M}s_{mN}\right).$$

Указанный выше результирующий вектор рекомендуется оценивать с точки зрения статистической равномерности в фиксированный момент времени или в некоторый период времени, в рамках которого ситуацию можно считать стабильной или претерпевающей малые изменения. При наличии достаточного периода времени для проведения оценок рекомендуется использовать контрольные карты Шухарта для выявления особых причин, влияющих на вариабельность системы.

Список литературы

1. Антонов, А.В. Метод и методика менеджмента критически значимых рисков / А.В. Антонов, В.В. Сидорин // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 9. – С. 9–23.
2. Животкевич, И.Н. ГОСТ РВ 0015-002-2020 – новый подход к разработке и совершенствованию системы менеджмента качества организации оборонно-промышленного комплекса / И.Н. Животкевич, В.В. Сидорин // Вестник качества. – 2021. – № 3. – С. 3.
3. Назаров С.А., Назаренко М.А. Программа для ЭВМ «Программа расчета коэффициентов для оценки загруженности этапов проектирования версия 1» // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023683936 от 13.11.2023 г. Роспатент.
4. Рябчиков, П.В. Совершенствование научных инструментов оценки, мониторинга и прогнозирования качества продукции на основе создания систем технологического обеспечения надежности продукции / П.В. Рябчиков, М.А. Назаренко // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – 2023. – № 2(158). – С. 51–55.
5. Сидорин, В.В. Система управления проектированием и разработкой наукоемкой высо-

котехнологичной продукции на основе цифровых информационных технологий / В.В. Сидорин, Н.Б. Халилюлина // Автоматизация в промышленности. – 2023. – № 3. – С. 56–59.

6. Сидорин, В.В. Управление конфигурацией в процессах проектирования и разработки наукоемкой высокотехнологичной продукции / В.В. Сидорин, Н.Б. Халилюлина // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 10-2. – С. 260–266.

References

1. Antonov, A.V. Metod i metodika menedzhmenta kriticheski znachimykh riskov / A.V. Antonov, V.V. Sidorin // Sovremennyye naukoyemkiye tekhnologii. – 2021. – № 9. – S. 9–23.

2. Zhivotkevich, I.N. GOST RV 0015-002-2020 – novyy podkhod k razrabotke i sovershenstvovaniyu sistemy menedzhmenta kachestva organizatsii oboronno-promyshlennogo kompleksa / I.N. Zhivotkevich, V.V. Sidorin // Vestnik kachestva. – 2021. – № 3. – S. 3.

3. Nazarov S.A., Nazarenko M.A. Programma dlya EVM «Programma rascheta koeffitsiyentov dlya otsenki zagruzhennosti etapov proyektirovaniya versiya 1» // Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM №2023683936 ot 13.11.2023 g. Rospatent.

4. Ryabchikov, P.V. Sovershenstvovaniye nauchnykh instrumentov otsenki, monitoringa i prognozirovaniya kachestva produktsii na osnove sozdaniya sistem tekhnologicheskogo obespecheniya nadezhnosti produktsii / P.V. Ryabchikov, M.A. Nazarenko // Oboronnyy kompleks – nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii. – 2023. – № 2(158). – S. 51–55.

5. Sidorin, V.V. Sistema upravleniya proyektirovaniyem i razrabotkoy naukoyemkoy vysokotekhnologichnoy produktsii na osnove tsifrovykh informatsionnykh tekhnologiy / V.V. Sidorin, N.B. Khalilyulina // Avtomatizatsiya v promyshlennosti. – 2023. – № 3. – S. 56–59.

6. Sidorin, V.V. Upravleniye konfiguratsiyey v protsessakh proyektirovaniya i razrabotki naukoyemkoy vysokotekhnologichnoy produktsii / V.V. Sidorin, N.B. Khalilyulina // Sovremennyye naukoyemkiye tekhnologii. – 2022. – № 10-2. – S. 260–266.

© М.А. Назаренко, С.А. Назаров, В.В. Сидорин, 2024

УДК 658.5

С.Н. САЗОНОВ, В.С. ФЕЩЕНКО
АО «НПО Техномаш»;
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ИИ) ДЛЯ ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМАХ

Ключевые слова: искусственный интеллект; обслуживание оборудования; предсказательное обслуживание; промышленность.

Аннотация. Целью данной статьи является проведение анализа преимуществ, которые предоставляет искусственный интеллект (**ИИ**) для проведения обслуживания в промышленных системах. Гипотеза: применение достижений в области искусственного интеллекта позволяет перейти от менее качественного реактивного подхода к обслуживанию оборудования к более качественному предсказательному подходу.

Методы исследования: анализ научной литературы, обобщение, сравнительный анализ.

Результат: на основании проведенного анализа сделан вывод о целесообразности применения достижений в области ИИ для перехода на проактивное (предсказательное) обслуживание оборудования. Также были выявлены проблемы, с которыми предстоит столкнуться в ходе проведения перехода к предсказательному обслуживанию.

Введение

Техническое обслуживание промышленных систем традиционно осуществляется реактивным подходом, при котором оборудование ремонтируется или заменяется только после возникновения сбоя. У этого метода есть свои недостатки, в том числе непредвиденные простои, повышенные затраты и потенциальная угроза безопасности. Предсказательное обслуживание появилось как решение этих проблем. Предсказательное обслуживание включает в себя мониторинг состояния машин и систем в режиме реального времени с использованием различных источников данных, таких как датчики и архивные записи, чтобы предсказать, когда потребуется техническое обслуживание, прежде чем произойдет сбой.

Исторически сложилось так, что стратегии технического обслуживания развивались от корректирующего обслуживания (ремонт вещей, когда они ломаются) к профилактическому обслуживанию (плановое обслуживание) и, наконец, к предсказательному обслуживанию. Переход к предсказательному обслуживанию был обусловлен достижениями в области технологий, особенно в области искусственного интеллекта.

ИИ в предсказательном обслуживании играет ключевую роль. Он использует анализ данных, машинное обучение и глубокое обучение для анализа больших наборов данных, генерируемых промышленным оборудованием. Алгоритмы искусственного интеллекта могут обнаруживать аномалии, закономерности и тенденции, которые находятся за пределами возможностей людей-операторов.

Технологии и инструменты

1. Сенсорные технологии и интеграция Интернета вещей.

Основой для реализации предиктивного обслуживания является использование датчиков. Датчики собирают данные о различных параметрах, таких как температура, давление, вибрация и другие. Эти датчики часто подключаются к экосистеме промышленного интернета вещей, обеспечивая передачу данных в режиме реального времени и их анализ.

Данные, полученные от датчиков, содержат важную информацию о состоянии оборудования и позволяют принимать превентивные меры.

2. Предварительная обработка и очистка данных.

Прежде чем алгоритмы ИИ смогут эффективно работать, необходимо провести предварительную обработку данных. Этот процесс включает в себя очистку и преобразование необработанных данных в формат, подходящий для анализа.

Снижение уровня шума, обработка выбросов и масштабирование признаков – это некоторые распространенные этапы предварительной обработки. Качественная предварительная обработка обеспечивает точность и надежность моделей предиктивного обслуживания.

3. *AI*-фреймворки и библиотеки.

Для создания решений по профилактическому обслуживанию инженеры и специалисты по обработке данных могут использовать различные платформы и библиотеки искусственного интеллекта. *TensorFlow, PyTorch* и *scikit-learn* – это лишь некоторые из популярных инструментов. Эти инструменты предлагают готовые функции и модели, которые можно адаптировать к конкретным потребностям промышленного контекста.

Сбор и предварительная обработка данных

1. Типы собираемых данных.

Для профилактического обслуживания мы используем данные из различных источников. Это могут быть показания датчиков, записи о техническом обслуживании в прошлом, информация об окружающей среде, а также внешние данные, например, о погоде. Когда мы объединяем информацию из нескольких источников, у нас складывается более полная картина о состоянии оборудования.

2. Проблемы с данными.

В промышленной сфере сбор и управление данными могут сталкиваться с определенными трудностями. Данные могут быть неточными, неполными или содержать ошибки. Поэтому так важно уделять особое внимание качеству и согласованности данных. Это необходимо для создания надежных моделей предиктивного обслуживания.

3. Методы предварительной обработки данных.

Предварительная обработка данных включает в себя такие методы, как вменение, нормализация и разработка признаков. Вменение помогает заполнить недостающие данные, нормализация масштабирует данные до общего диапазона, а разработка признаков повышает прогностическую способность моделей, создавая соответствующие признаки из необработанных данных.

4. Реальные источники данных.

Примеры реальных источников данных включают датчики вибрации на вращающемся оборудовании, датчики температуры в системах отопления, вентиляции и кондиционирования, а также датчики давления в гидравлических системах. Эти источники предоставляют ценную информацию о состоянии оборудования.

Существуют различные модели машинного обучения для прогнозного обслуживания.

5. Выбор модели.

Выбор правильной модели машинного обучения имеет решающее значение для успеха прогнозирования. Деревья решений, случайный лес, машины опорных векторов и нейронные сети – вот некоторые из часто используемых моделей. Выбор зависит от конкретной задачи и характеристик данных.

6. Разработка признаков.

Разработка признаков включает в себя выбор и создание соответствующих признаков из набора данных. Для предсказательного обслуживания инженерные признаки могут включать скользящую статистику, временные задержки или функции частотной области. Эти признаки собирают ценную информацию о состоянии оборудования.

7. Показатели оценки модели.

Оценка моделей предсказательного обслуживания требует специальных показателей. Общие показатели включают точность, полноту, показатель $F1$ и площадь под кривой *ROC* (*AUC*). Эти метрики помогают оценить эффективность модели при обнаружении сбоев оборудования и минимизации ложных срабатываний.

8. Пример: модель предсказательного обслуживания.

Рассмотрим модель предсказательного обслуживания на производственном предприятии. Эта модель может использовать архивные данные о вибрации машины, температуре и жур-

налах технического обслуживания, чтобы предсказать, когда машина может выйти из строя. Анализируя тенденции и закономерности, модель может заранее уведомлять группы технического обслуживания, позволяя проводить плановое обслуживание и сокращая дорогостоящие незапланированные простои.

Глубокое обучение в области прогнозного обслуживания

1. Глубокое обучение: методы и модели.

Методы глубокого обучения, такие как искусственные нейронные сети (**ИНС**) и рекуррентные нейронные сети (**РНС**), демонстрируют большой потенциал в области предсказательного обслуживания. ИНС способны моделировать сложные взаимосвязи в данных, а рекуррентные сети эффективно обрабатывают последовательные данные.

2. Архитектура моделей.

Модели глубокого обучения могут иметь различную архитектуру, адаптированную под конкретную задачу. Например, сверточные нейронные сети (***CNN***) отлично подходят для работы с данными изображений, в то время как сети с длинной краткосрочной памятью (***LSTM***) хорошо справляются с данными временных рядов, часто встречающимися в промышленных условиях.

3. Преимущества и ограничения.

Глубокое обучение позволяет обрабатывать огромные наборы данных и выявлять сложные закономерности. Однако для его успешного применения обычно требуется больше данных, чем для традиционных моделей машинного обучения, а обучение может быть вычислительно затратным. При выборе глубокого обучения для задач предсказательного обслуживания необходимо тщательно оценить доступность данных и вычислительные ресурсы.

Заключение

В заключение стоит отметить, что внедрение ИИ для предсказательного обслуживания в промышленных системах знаменует собой значительный сдвиг парадигмы. Традиционное реактивное обслуживание, которое часто приводит к дорогостоящим простоям и рискам для безопасности, заменяется проактивными стратегиями, реализуемыми ИИ. В этой статье исследованы важнейшие аспекты обслуживания на основе искусственного интеллекта (от его исторической эволюции до задействованных технологий и инструментов).

ИИ в форме машинного и глубокого обучения играет ключевую роль в революционном подходе к техническому обслуживанию. Он использует возможности данных, собранных с датчиков и других источников, для прогнозирования сбоев оборудования до того, как они произойдут. Эта возможность преобразует отрасли за счет оптимизации графиков технического обслуживания, снижения эксплуатационных расходов и повышения безопасности. На протяжении всей этой статьи обсуждалась важность сбора данных, предварительной обработки и выбора подходящих моделей ИИ.

Однако важно признать проблемы, связанные с этой трансформацией. Качество данных, масштабируемость и потребность в специализированных знаниях входят в число препятствий, которые организациям приходится преодолевать. Более того, по мере развития технологий должно развиваться и наше понимание их последствий для рабочей силы и более широкого промышленного ландшафта.

Будущее предсказательного обслуживания на основе искусственного интеллекта обещает большие перспективы. Новые тенденции, такие как периферийные вычисления, подключение $5G$ и улучшенные алгоритмы искусственного интеллекта, призваны еще больше усовершенствовать возможности предсказательного обслуживания. Поскольку модели ИИ становятся более сложными и доступными, ожидается, что все больше отраслей примут эту трансформацию.

ИИ для предсказательного обслуживания – это не просто технологический скачок, это стратегический императив. Организации, которые используют ИИ для прогнозирования и устранения сбоев оборудования, получат конкурентное преимущество с точки зрения эффективности, экономичности и устойчивости. По мере того, как мы идем по этому пути технологического прогресса, сотрудничество между промышленностью, научными кругами и поставщиками технологий будет иметь решающее значение для раскрытия всего потенциала ИИ в промышленных системах. Будущее технического обслуживания будет проактивным, основанным на данных и искусственном интеллекте.

Список литературы

1. Давыдов, О.И. Робот и Искусственный Интеллект. Технократический подход / О.И. Давыдов, А.К. Платонов // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. – 2017. – № 112. – С. 1–24.
2. Опасности нерегулируемого искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://econs.online/ articles/opinions.
3. Искусственный интеллект (ИИ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.tadviser.ru/Продукт:Искусственный_интеллект_(ИИ,_Artificial_intelligence,_AI).
4. Четыре самые серьезные проблемы искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.ferra.ru/news/techlife.

References

1. Davydov, O.I. Robot i Iskusstvennyy Intellekt. Tekhnokraticheskiy podkhod / O.I. Davydov, A.K. Platonov // Preprinty IPM im. M.V. Keldysha. – 2017. – № 112. – S. 1–24.
2. Opasnosti nereguliruyemogo iskusstvennogo intellekta [Electronic resource]. – Access mode : https://econs.online/ articles/opinions.
3. Iskusstvennyy intellekt (II) [Electronic resource]. – Access mode : https://www.tadviser.ru/Produkt:Iskusstvennyy_intellekt_(II,_Artificial_intelligence,_AI).
4. Chetyre samyye ser'yeznyye problemy iskusstvennogo intellekta [Electronic resource]. – Access mode : https://www.ferra.ru/news/techlife.

© С.Н. Сазонов, В.С. Фещенко, 2024

УДК 004.94

Н.И. СЕМЕНЮК, С.В. ПРИДВИЖКИН, О.М. ЗВЕРЕВА
ФГБОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕРКИ ПОЛНОТЫ ЗАПОЛНЕНИЯ СПЕЦИФИКАЦИЙ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

Ключевые слова: автоматизация; визуальное программирование; скрипт; спецификация; технология информационного моделирования (**ТИМ**); цифровая информационная модель; *Dynamo*.

Аннотация. Цель данного исследования заключается в решении проблемы автоматизации проверки спецификаций на полноту данных на основе цифровой информационной модели. Для достижения этой цели была поставлена задача – разработка скрипта в *Dynamo* для автоматизации данной проверки. Гипотеза исследования заключается в том, что данная разработка позволит сократить количество ошибок, связанных с расхождением объемов материалов, требуемых на практике, с указанными в документации. В результате исследования разработан скрипт, реализующий данную проверку, выдающий список элементов, не попавших в спецификации.

Согласно Постановлению Правительства РФ № 331 от 05.03.2021 г., с 1 января 2022 г. [4] применение ТИМ стало обязательным на этапе проектирования объектов, финансируемых из бюджета РФ. Планируется, что в дальнейшем ТИМ будет использоваться на всех этапах жизненного цикла объектов строительства.

ТИМ – это «современный подход к возведению, оснащению, управлению жизненным циклом здания, при котором строительный объект проектируется как единый комплекс объектов инфраструктуры, технологических систем и собственно объекта строительства» [3].

Цифровая информационная модель (**ЦИМ**) [2], являющаяся информационной основой ТИМ, объединяет данные обо всех составляющих частях здания, что дает возможность всем ответственным лицам получать доступ к нужной информации. Это, в свою очередь, приводит к уменьшению числа ошибок на этапе проектирования и к обеспечению возможности быстрого внесения необходимых изменений.

Одним из развивающихся направлений в управлении жизненным циклом строительного объекта является автоматизация проектирования и строительного контроля [1].

Среди информационных инструментов, поддерживающих ТИМ, популярностью пользуется *Autodesk Revit* [5]. Данная среда, помимо встроенных функций для создания различных разделов проекта, имеет функционал для создания спецификаций материалов и оборудования на основе созданной информационной модели. Она облегчает работу специалистов, автоматически собирая и подсчитывая объемы необходимых материалов. По ряду причин (например, включена фильтрация) в созданных спецификациях могут быть учтены не все элементы из цифровой модели здания, поэтому нужна соответствующая проверка на полноту данных.

Это объясняет актуальность проблемы автоматического поиска элементов модели, не попавших в спецификации, который будет производиться при формировании документации в проектах *Revit*. Цель проверки – предотвращение ошибок при строительстве, связанных с расхождением требуемых объемов материалов с указанными в документации.

Для автоматизации проверки было решено использовать встраиваемый в систему *Revit* модуль *Dynamo* [7], который предоставляет среду визуального программирования для разработки скриптов с открытым исходным кодом. Он может быть установлен в *Revit* вместе со специальными узлами программирования (нода-

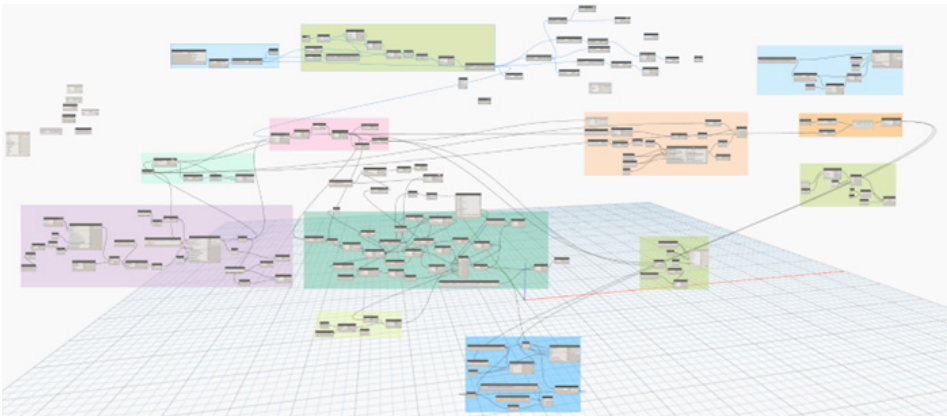

Рис. 1. Разработанный скрипт

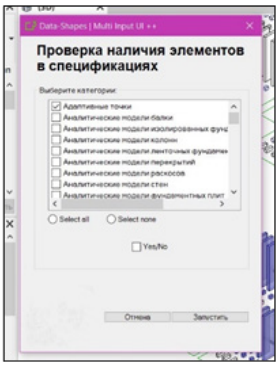

Рис. 2. Окно выбора категорий

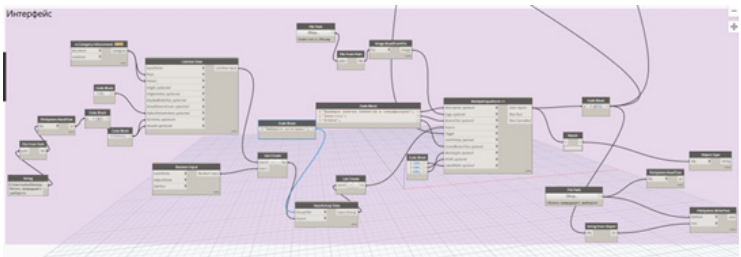

Рис. 3. Последовательность нодов, формирующих интерфейс скрипта

ми) [9].

Был создан скрипт (рис. 1), алгоритм которого состоит из следующих шагов:

1) выбор категорий элементов для включения в список проверки;

2) создание результирующего списка в ходе сравнения элементов из модели с элементами из спецификаций, созданных инструментами *Autodesk Revit*;

3) сортировка параметров элементов для их корректной записи в *Google Sheets* (этот формат представления результатов выбран заказчиком);

4) выделение элементов, не включенных в спецификацию цветом;

5) вывод результата в формате таблицы *Google Sheets*.

Рассмотрим шаги алгоритма более подробно.

Выбор категорий элементов для создания

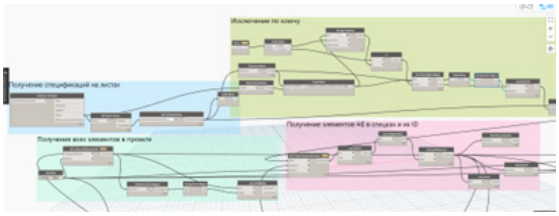

Рис. 4. Последовательность нодов для получения результирующего списка элементов

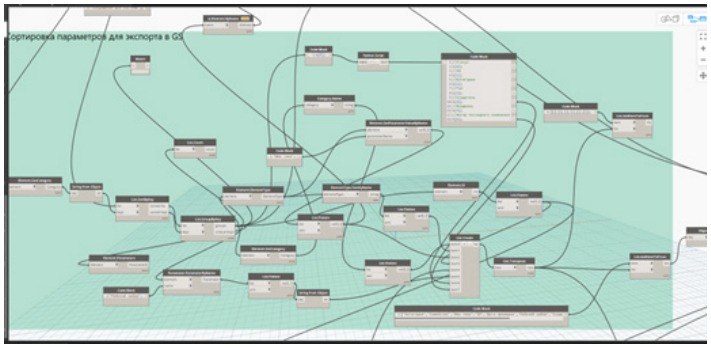

Рис. 5. Последовательность нодов для сортировки параметров элементов

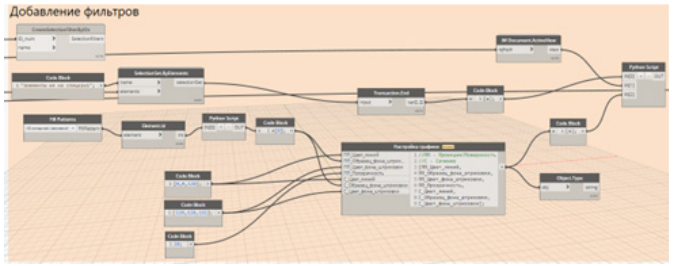

Рис. 6. Последовательность нодов для создания фильтра выделения элементов цветом в модели

результирующего списка осуществляется в окне, представленном на рис. 2.

Интерфейс скрипта был сформирован с помощью пакета нодов *Data Shapes* [6] (рис. 3).

Последовательность нодов, представленная на рис. 4, отвечает за получение результирующего списка элементов и спецификаций из модели, с которыми предстоит работать дальше. Было предусмотрено исключение по ключу: для спецификаций, которые не должны учитываться при работе скрипта, в их названии вводится ключ, по которому скрипт исключает их из списка проверки. На данном этапе сравниваются список элементов из модели и список элементов, попавших в спецификации, на основе чего создается список элементов, не учтенных в спецификациях.

На следующем шаге скрипт сортирует параметры элементов для их корректного вывода в *Google Sheets* (рис. 5), элементы записываются в таблицу вместе с идентификаторами, по которым их можно будет впоследствии найти в модели.

Следующая часть скрипта, представленная на рис. 6, выполняет выделение в модели цветом элементов, не попавших в созданные спецификации. Это осуществляется на основе создания фильтра по идентификаторам элементов. Это визуализирует работу скрипта, выделяя те элементы, которые не попали в спецификации. Пример работы скрипта на этом шаге можно увидеть на рис. 7.

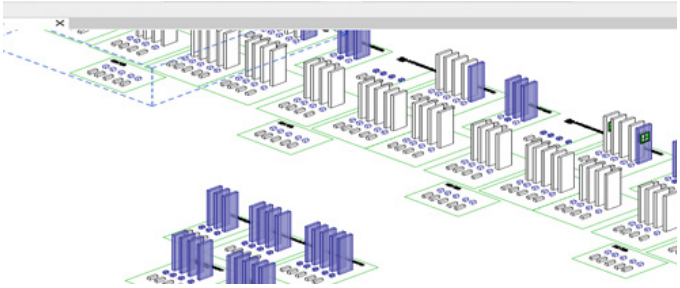

Рис. 7. Пример работы созданного фильтра в модели *Revit*

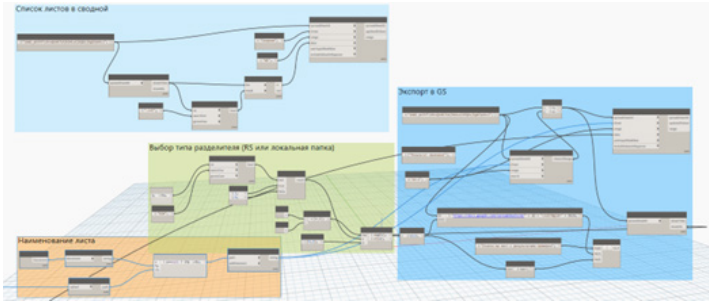

Рис. 8. Запись в *Google Sheets*

Последний этап работы скрипта отвечает за создание таблиц *Google Sheets* (рис. 8). Запись осуществляется с помощью нодов пакета *BIMOne* [8]. Наименование листа в таблице создается на основе имени файла текущего проекта. Список листов для сводной таблицы формируется из списка листов, полученных из ранее созданной *Google Sheets*.

Данный скрипт введен в промышленную эксплуатацию в одной из компаний уральского региона. Его использование позволило уменьшить количество ошибок, допускаемых при формировании спецификаций, на 40 % и исключило необходимость проверки полноты спецификации проектировщиком вручную. Использование среды визуального программирования *Dynamo* позволило выполнить работу по автоматизации проверки спецификаций на полноту данных силами проектировщиков, не привлекая профессиональных программистов. К достоинствам созданного программного обеспечения (**ПО**) можно отнести и то, что все найденные ошибки визуализируются, что облегчает работу по их исправлению.

Список литературы

1. Возможности управления жизненным циклом объекта строительства с применением ТИМ / Н.С. Исупов, М.М. Карманова, С.В. Придвижкин, Н.И. Фомин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2023. – Т. 23. – № 1. – С. 48–56.

2. МОГЭ. Требования к цифровым информационным моделям производственных и непроизводственных объектов капитального строительства, представляемым для проведения экспертиз. Москва: МОГЭ, 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://mosoblexpertiza.ru/doc/req_cim_ot_07-2022.pdf.

3. Официальный сайт Минстрой России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://minstroyrf.gov.ru

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 5 марта 2021 года № 331 «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечиваю-

щим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.cntd.ru/document/573842519.

5. Autodesk Revit [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://knowledge.autodesk.com.
6. Data Shapes [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://data-shapes.io/tag/dynamo.
7. Dynamo [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://primer.dynamobim.org/ru/08_Dynamo-for-Revit/8_Dynamo-for-Revit.html.
8. BIMOne [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://github.com/bimone/BIMOne. GoogleSheets.

References

1. Vozmozhnosti upravleniya zhiznennym tsiklom ob"yekta stroitel'stva s primeneniyem TIM / N.S. Isupov, M.M. Karmanova, S.V. Pridvizhkin, N.I. Fomin // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura. – 2023. – T. 23. – № 1. – S. 48–56.
2. MOGE. Trebovaniya k tsifrovym informatsionnym modelyam proizvodstvennykh i neproizvodstvennykh ob"yektov kapital'nogo stroitel'stva, predstavlyayemym dlya provedeniya ekspertiz. Moskva: MOGE, 2022 [Electronic resource]. – Access mode : http://mosoblexpertiza.ru/doc/req_cim_ot_07-2022.pdf.
3. Ofitsial'nyy sayt Minstroy Rossii [Electronic resource]. – Access mode : https://minstroyrf.gov.ru
4. Postanovleniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 5 marta 2021 goda № 331 «Ob ustanovlenii sluchaya, pri kotorom zastroyshchikom, tekhnicheskim zakazchikom, litsom, obespechivayushchim ili osushchestvlyayushchim podgotovku obosnovaniya investitsiy, i (ili) litsom, otvetstvennym za ekspluatatsiyu ob"yekta kapital'nogo stroitel'stva, obespechivayutsya formirovaniye i vedeniye informatsionnoy modeli ob"yekta kapital'nogo stroitel'stva» [Electronic resource]. – Access mode : https://docs.cntd.ru/document/573842519.
5. Autodesk Revit [Electronic resource]. – Access mode : https://knowledge.autodesk.com.
6. Data Shapes [Electronic resource]. – Access mode : https://data-shapes.io/tag/dynamo.
7. Dynamo [Electronic resource]. – Access mode : https://primer.dynamobim.org/ru/08_Dynamo-for-Revit/8_Dynamo-for-Revit.html.
8. BIMOne [Electronic resource]. – Access mode : https://github.com/bimone/BIMOne. GoogleSheets.

© Н.И. Семенюк, С.В. Придвижкин, О.М. Зверева, 2024

УДК 005.6

Г.Р. ХАМИДУЛЛИНА[1], Д.Р. ФАХРЕЕВА[1], Т.Р. РАДЖАБОВ[2]
[1]ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань;
[2]ООО «ФЕДАГ», г. Санкт-Петербург

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ В ЛИСТОПРОКАТНЫХ ЦЕХАХ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗАЦИИ

Ключевые слова: листопрокатный цех; процесс контроля; сляб.

Аннотация. Цель исследования – разработка решения по оптимизации процесса контроля качества производства продукции в листопрокатных цехах для обеспечения снижения количества бракованной продукции, времени простоев, а также уменьшения финансовых потерь. Основной задачей исследования является разработка предложений по оптимизации процесса контроля качества производства продукции в листопрокатных цехах с помощью автоматизации. Гипотеза: оптимизация процесса контроля качества производства продукции в листопрокатных цехах влияет на качество производимой продукции. Научные методы, использованные в данной статье: анализ, обобщение и синтез. Основным результатом работы является разработка предложений по оптимизации процесса контроля качества производства продукции в листопрокатных цехах с помощью автоматизации.

Листопрокатный цех – производственное структурное подразделение предприятия, занимающееся производственным процессом прокатки стали (создания рулонного и листового металла). Продукция, выпускаемая в листопрокатных цехах, используется во многих сферах деятельности. Особенности управления качеством листопрокатных цехов исследовали А.И. Божков, Д.А. Ковалев, С.С. Дегтев, Р.И. Шульгин [1]. Создание систем автоматизации управления качеством продукции листопрокатных цехов рассматривалось в работах А.И. Божкова, Г.Н. Еремина, С.С. Дегтева, Д.А. Ковалева [2]. В исследованиях О.С. Логунова, А.В. Маркевич, Е.А. Гарбар были изучены системы оптического контроля качества. Однако в данных работах не рассматривалась оптимизация процесса контроля. Оптимизация процесса контроля качества производства в данном цехе позволит повысить качество продукта, снизить издержки и увеличить производительность.

В качестве объекта исследования были выбраны входной склад слябов и дальнейшая обработка слябов в методических печах.

Основные существующие технологические операции на складе:

1) прием слябов на склад с вагонов;
2) перемещение сляба внутри склада;
3) транспортирование до печного рольганга.

Основной проблемой при осуществлении данных технологических операций является отсутствие автоматизированных систем идентификации.

Предложением по оптимизации процесса контроля производства на входном складе слябов являются маркировка идентификационной бирки внутри склада и ее считывание на двух этапах перемещения, а также карта склада с положением слябов в реальном времени в автоматизированном рабочем месте (**АРМ**).

Согласно предложениям авторов на складе могут быть использованы следующие методы и системы контроля производства.

1. Подсистема позиционирования кранов определяет местоположение каждого мостового крана в соответствии с координатной системой.

2. Подсистема позиционирования, оснащенная датчиками, обеспечивает такую точность определения координат моста и тележки крана, которой достаточно для однозначного

определения текущего местоположения сляба на складе в соответствии с картой расположения слябов на складе.

3. Весоизмерительная подсистема крана. Эта подсистема представляет собой комплект датчиков и вторичных преобразователей, которые постоянно измеряют вес груза на грузозахватном механизме главного подъема.

4. Весоизмерительная подсистема участка рольганга включает в себя комплект датчиков и преобразователей для измерения веса груза, в данном случае сляба на этом участке.

5. Подсистема считывания маркировки на кранах. Чтобы обеспечить идентификацию перемещаемого сляба, на каждом кране устанавливается подсистема считывания маркировки.

6. Автоматизированная система управления технологическими процессами (**АСУТП**) передаточных телег. Система используется для определения местоположения каждой тележки в пределах склада.

7. Стационарные узлы считывания маркировки. Для обеспечения непрерывного мониторинга перемещения слябов на складе в зонах, которые не покрываются маршрутами кранов и передаточных тележек, соответствующие точки входа и выхода материального потока оснащаются устройствами, позволяющими считывать информацию о маркировке.

Опишем поэтапно, как выглядит оптимизированный процесс.

1. Непрерывнолитые металлические слябы привозят на склад с предыдущего сталеплавильного передела и из цехов других предприятий на дальнейшую переработку. Привоз осуществляется с помощью вагонов по железнодорожным путям. Бригадир осуществляет приемку слябов, заранее получив от диспетчера информацию о привезенных слябах. Выдается задание машинисту кранов разгрузить вагоны на промежуточный рольганг.

2. Все слябы при разгрузке проходят через один участок на промежуточном рольганге, оснащенным весами (весоизмерительная подсистема участка рольганга) и уникальным маркировщиком слябов, привозимых на входной склад. Маркировка осуществляется сверху (для возможности работы подсистемы считывания маркировки на кранах) и сбоку (для ручного считывателя и стационарного узла).

3. После прохождения слябами промежуточного рольганга с весами и маркировщиком машинисту крана необходимо захватить слябы. В момент захвата краном с рольганга слябу присваивается виртуальный номер, соответствующий маркировке. Считываются данные из весоизмерительной системы и данные о захвате сляба из подсистемы управления электромагнитами.

4. Машинист перемещает слябы по складу в назначенные места. Они отмечены на выданной диспетчером карте размещения полученных слябов. Используется информация из системы позиционирования кранов, срабатывает подсистема считывания маркировки.

5. В случае когда сляб перемещается по складу с помощью передаточных телег, приходят информация из подсистемы считывания маркировки и информация о слябе из системы слежения за телегами.

6. При установке сляба в указанное место информация посылается в АРМ. В системе отображается карта склада с установленными на ней слябами в реальном времени. Индикатор сляба на экране подсвечивается красным цветом, если положение не совпадает с картой необходимого размещения слябов, которую передавал диспетчер. В данном случае машинисту необходимо переместить объект в правильный участок. Если действие невыполнимо (возможно при случае, если ошибочно был размещен другой сляб или возникла иная непредвиденная ситуация), машинист должен сообщить диспетчеру причину, далее карта слябов редактируется.

7. Все слябы распределены на складе, диспетчер осуществляет отправку запроса машинисту на перемещение слябов в печь.

8. Машинист крана находит нужный сляб в АРМе и далее на складе, используя карту склада с положением слябов. Осуществляется перемещение слябов на загрузочные столы. Далее оттуда слябы поедут по транспортировочному рольгангу к печному и по нему в печь.

9. Перед входом в печи происходит контрольное считывание маркировки и взвешивание с помощью стационарных узлов считывания маркировки и рольганга с участком для взвешивания.

10. Информация о слябе передается в АСУП печей. Полученные данные сверяются с контроллером. При возникновении несоответствий сляб переходит в изолятор несоответствующей продукции до попадания в печь. На данном этапе предотвращается появление

в печи сляба неподходящего в данный момент вида. Производятся комиссионная выгрузка и осмотр, выясняются причины ошибки. Отмечается возможность работы комплекса систем, которые позволят отследить перемещение слябов по складу при перекрытии доступа к слябу другими слябами. А также на каждом этапе при возникновении непредвиденных проблем у работников цеха есть возможность воспользоваться ручным считывателем, который идентифицирует необходимый сляб.

Оптимизация системы контроля качества производства в листопрокатных цехах позволит снизить вероятность ошибок при обработке данных и эффективно использовать информацию, полученную в процессе контроля. Это позволит повысить эффективность производства и конкурентоспособность предприятия.

Список литературы

1. Божков, А.И. Особенности управления качеством продукции листопрокатного цеха в потоке производства / А.И. Божков, Д.А. Ковалев, С.С. Дегтев, Р.И. Шульгин // Черные металлы – 2022. – № 8. – С. 22–26.
2. Божков, А.И. Научное обоснование и создание систем автоматизации управления качеством продукции листопрокатных цехов предприятий черной металлургии. Сообщение 12. подсистема анализа технико-экономических показателей работы листопрокатного цеха / А.И. Божков, Г.Н. Еремин, С.С. Дегтев, Д.А. Ковалев // Производство проката. – 2016. – № 10. – С. 39–43.
3. Логунова, О.С. Системы оптического контроля качества поверхности стальной полосы / О.С. Логунова, А.В. Маркевич, Е.А. Гарбар // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 2. – С. 299–305.

References

1. Bozhkov, A.I. Osobennosti upravleniya kachestvom produktsii listoprokatnogo tsekha v potoke proizvodstva / A.I. Bozhkov, D.A. Kovalev, S.S. Degtev, R.I. Shul'gin // Chernyye metally – 2022. – № 8. – S. 22–26.
2. Bozhkov, A.I. Nauchnoye obosnovaniye i sozdaniye sistem avtomatizatsii upravleniya kachestvom produktsii listoprokatnykh tsekhov predpriyatiy chernoy metallurgii. Soobshcheniye 12. podsistema analiza tekhniko-ekonomicheskikh pokazateley raboty listoprokatnogo tsekha / A.I. Bozhkov, G.N. Yeremin, S.S. Degtev, D.A. Kovalev // Proizvodstvo prokata. – 2016. – № 10. – S. 39–43.
3. Logunova, O.S. Sistemy opticheskogo kontrolya kachestva poverkhnosti stal'noy polosy / O.S. Logunova, A.V. Markevich, Ye.A. Garbar // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki. – 2023. – № 2. – S. 299–305.

© Г.Р. Хамидуллина, Д.Р. Фахреева, Т.Р. Раджабов, 2024

УДК 004.5

Т.А. ХАСАНОВ, Д.А. СКВОРЦОВА, Б.А. ЭДАЕВ
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва

РАЗВИТИЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ И ЕГО РОЛЬ В СОВРЕМЕННОЙ ЛОГИСТИКЕ

Ключевые слова: блокчейн; Интернет вещей (***IoT***); оптимизация логистических процессов; *RFID*-технология.

Аннотация. Целью исследования является изучение влияния Интернета вещей на сферу логистики. Задачи работы сводятся к рассмотрению истории развития технологии, ее ключевых принципов и преимуществ при внедрении в логистические процессы, а также дальнейших перспектив развития. Исследование опирается на метод количественного анализа научных публикаций для оценки глобального и российского интереса к данной теме. В ходе исследования подтверждена гипотеза о положительном влиянии технологии на логистическую отрасль.

В современном мире технологии переплетаются с жизненными сферами, преобразуя привычные процессы и создавая новые возможности. В этом контексте особое внимание привлекает технология Интернета вещей (*Internet of Things*), которая предоставляет значительные преимущества в различных областях применения. Одной из областей, где *IoT* демонстрирует свой потенциал, является логистика.

Интернет вещей представляет собой концепцию, основанную на идее связи и взаимодействия физических объектов через интернет. Эта технология позволяет устройствам и оборудованию быть подключенными к сети, обмениваться информацией и взаимодействовать друг с другом, а также способствовать принятию решений на основе собранных данных [1].

Концепция *IoT* начала разрабатываться в 1960–1970 гг., когда ученые приступили к изучению возможности связи между физическими объектами через сеть. Однако на тот момент технический потенциал был ограничен. Термин «Интернет вещей» был впервые введен Кевином Эштоном в статье, опубликованной в 1999 г. [3]. В 2010-е гг. начали разрабатываться и внедряться промышленные стандарты и протоколы для *IoT* [2].

Распространение технологий и больших данных позволило Интернету вещей стать неотъемлемой частью жизни. Эта технология, объединяя различные устройства и системы в единое информационное пространство, открывает новые перспективы для инноваций в различных отраслях [7].

На рис. 1 представлена структура рынка Интернета вещей. В настоящее время наблюдается тенденция роста количества проектов по данной технологии в сегментах «умных городов», здравоохранения и логистики с ежегодным увеличением более 30 % [10].

В сфере здравоохранения Интернет вещей позволяет улучшить качество мониторинга за пациентами. Медицинское оборудование, подключенное к *IoT*, помогает непрерывно отслеживать важные параметры здоровья и осуществлять первичную обработку данных и их хранение [7].

В области производства устройства, размещенные на оборудовании и производственных линиях, собирают данные о работе техники, условиях окружающей среды, расходе энергии и других параметрах в реальном времени. Это позволяет предотвращать сбои оборудования до их возникновения, оптимизировать производственные циклы, сокращать расход ресурсов [7; 8].

Применение технологии Интернета вещей в логистике обеспечивает более эффек-

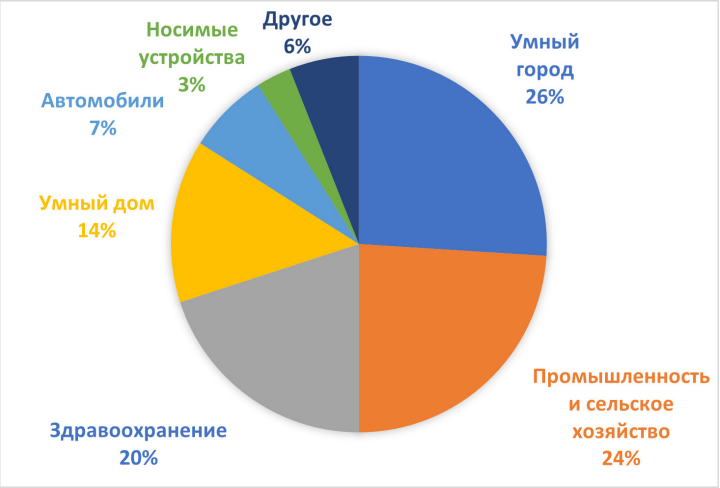

Рис. 1. Структура рынка технологии Интернета вещей

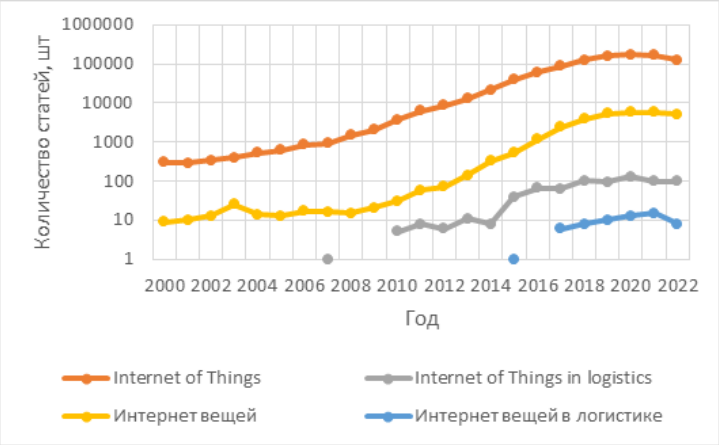

Рис. 2. Количество научных публикаций в России и мире на тему технологии Интернета вещей и ее применения в логистике

тивное управление и контроль. Установленные на транспортных средствах и товарах датчики позволяют отслеживать местоположение в реальном времени. Это обеспечивает точную видимость всей логистической цепи и минимизирует потери грузов. Использование датчиков для мониторинга условий транспортировки способствует поддержанию оптимальной среды для доставки товаров [8].

В области сельского хозяйства Интернет вещей улучшает методы управления ресурсами. Сенсоры, установленные на технике и в области посевов, собирают данные о влажности почвы, температуре, погодных условиях и состоянии растений [6; 7]. Эти данные помогают фермерам принимать более обоснованные решения, например, когда осуществлять полив или какие культуры выращивать в конкретных условиях.

Применение Интернета вещей играет ключевую роль в развитии умных городов, позволяя снизить нагрузку на энергетическую инфраструктуру и сократить выбросы парниковых газов, например, за счет автоматической регулировки освещения на улицах и в зданиях в зависимости от уровня естественного освещения и количества людей в определенной зоне [6; 8].

Важно отметить, что рассмотренные выше сферы представляют лишь ограниченный перечень потенциальных применений Интернета вещей. Расширение областей внедрения техноло-

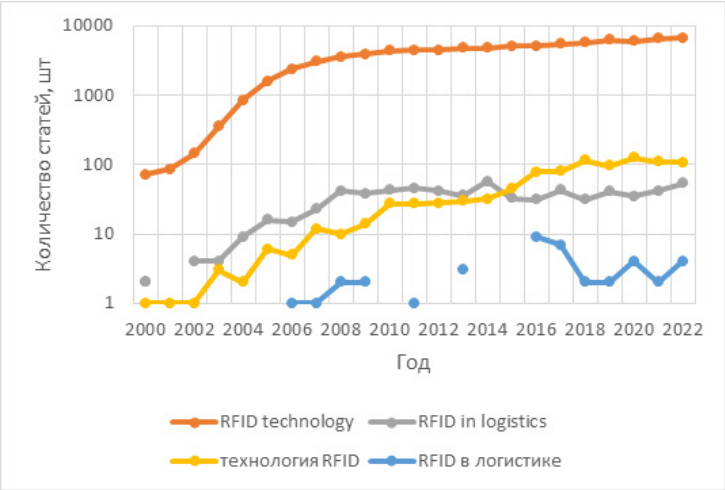

Рис. 3. Количество научных публикаций в России и мире на тему технологии *RFID* и ее применения в логистике

гии становится ключевым элементом цифровой трансформации, оказывая воздействие на различные аспекты повседневной жизни и бизнес-процессов.

В рамках исследования интереса научного сообщества к теме Интернета вещей было определено количество научных публикаций как в России, так и в мире. Для этого был осуществлен поиск в электронной библиотеке научных публикаций *Google Scholar*. В работе был использован поиск по точным словосочетаниям в любом месте статьи. Такой подход расширяет охват исследований и обеспечивает более объективное рассмотрение темы. Графики представлены в логарифмическом масштабе, чтобы выделить относительные изменения и уравнять порядковую разницу в данных.

Поиск осуществлялся по следующим терминам: *«Internet of Things»* и *«Internet of Things in logistics»* для анализа научных статей в мире, «Интернет вещей» и «Интернет вещей в логистике» для анализа в России.

На рис. 2 представлены графики, демонстрирующие динамику количества научных публикаций по заданным темам в промежутке времени с 2000 по 2022 гг. включительно.

На графике отчетливо видно, что наблюдается значительный рост интереса к технологии Интернета вещей как в мировом, так и в российском научном сообществе. Глобальные данные отражают стабильный восходящий тренд научных публикаций, отражающих постоянную актуальность и важность *IoT*. В России также виден заметный рост интереса к этой теме, что свидетельствует о стремлении следовать глобальным тенденциям.

Интернет вещей основан на использовании различных технологий для связи и обмена данными между физическими объектами и системами. Одной из фундаментальных технологий является *Radio Frequency Identification* (***RFID***), или идентификация с использованием радиочастот.

RFID предполагает присваивание уникальных идентификационных меток физическим объектам, что позволяет им взаимодействовать с системами *IoT*, передавать информацию о своем состоянии, местоположении и других параметрах. *RFID* обеспечивает идентификацию на расстоянии и, в отличие от более ранней технологии штрих-кодов, делает это без прямой видимости. Современные *RFID*-метки оснащены датчиками, способными измерять различные параметры об окружающей среде. Эти данные могут быть переданы центральной системе *IoT*, что позволяет контролировать условия окружающей среды и мониторить их изменения [5].

На рис. 3 представлены графики, отражающие интерес научного сообщества к технологии *RFID* в период с 2000 по 2022 гг. включительно. Для анализа научных исследований в мире был проведен поиск работ с использованием фраз *«RFID technology»* и *«RFID in logistics»*, для анализа в России – «технология *RFID*» и «*RFID*

в логистике».

Анализ данных об исследованиях по технологии *RFID* с 2000 по 2022 гг. свидетельствует о стабильном мировом научном интересе к технологии *RFID*. В России исследования в области *RFID* и ее применения в логистике начали развиваться позже, чем в мире, но показывают тенденцию к развитию. Эти результаты подчеркивают важность и актуальность данной технологии.

Разница в 7–8 лет между началом исследований по данным технологиям применительно к сфере логистики в мировом и российском научном сообществе может быть обусловлена недостаточным финансированием, ограниченным доступом к современным информационным ресурсам и различиями в приоритетах научной политики.

Дальнейшие исследования Интернета вещей связаны с интеграцией с другими передовыми технологиями.

1. Интеграция Интернета вещей с искусственным интеллектом (**ИИ**) в логистике включает использование алгоритмов машинного обучения для оптимизации маршрутов доставки на основе данных о трафике, погодных условиях и предпочтениях клиентов. Также ИИ может применяться для прогнозирования спроса на товары и оптимизации управления запасами, что помогает предотвращать избыточное или недостаточное хранение товаров [9].

2. Интеграция Интернета вещей с технологией блокчейн в логистике обеспечивает надежную и прозрачную цифровую запись всех этапов процесса поставки. Благодаря использованию криптографии и децентрализованной структуры блокчейн сети достигается высокий уровень безопасности и недоступность данных для мошенничества.

3. Интеграция Интернета вещей и технологии биометрии предоставляет возможности для более точного и автоматизированного контроля доступа и идентификации персонала на складах и в логистических центрах. Это помогает предотвращать несанкционированный доступ и повышает уровень безопасности внутри объектов хранения и перевозки грузов [4].

Таким образом, использование Интернета вещей предоставляет множество возможностей для оптимизации логистических процессов. Научная активность в этой области растет как в мире, так и в России, отражая интерес к разработке новых подходов и решений. Дальнейшее развитие *IoT* позволит создать более эффективные и инновационные решения в логистике, способствуя улучшению управления цепями поставок.

Список литературы/References

1. Kramp, T. Introduction to the Internet of Things / T. Kramp, R. Van Kranenburg, S. Lange // Enabling things to talk: Designing IoT solutions with the IoT architectural reference model, 2013. – P. 1–10.

2. Hersent, O. The internet of things: Key applications and protocols / O. Hersent, D. Boswarthick, O. Elloumi. – John Wiley & Sons, 2011.

3. Ashton, K. That ‘internet of things’ thing / K. Ashton [et al.]. // RFID journal. – 2009. – Vol. 22. – No. 7. – P. 97–114.

4. Obaidat, M.S. Biometric security and internet of things (IoT) / M.S. Obaidat [et al.]. // Biometric-based physical and cybersecurity systems, 2019. – P. 477–509.

5. Chen, M. RFID technologies for internet of things / M. Chen, S. Chen // Springer International Publishing, 2016.

6. Asghari, P. Internet of Things applications: A systematic review / P. Asghari, A.M. Rahmani, H.H.S. Javadi //Computer Networks. – 2019. – Vol. 148. – P. 241–261.

7. Zeinab, K.A.M. Internet of things applications, challenges and related future technologies / K.A.M. Zeinab, S.A.A. Elmustafa //World Scientific News. – 2017. – Vol. 67. – No. 2. – P. 126–148.

8. Lampropoulos, G. Internet of things in the context of industry 4.0: An overview / G. Lampropoulos, K. Siakas, T. Anastasiadis // International Journal of Entrepreneurial Knowledge, 2019. – P. 4–19.

9. Golpîra, H. A review of logistics internet-of-things: Current trends and scope for future research / H. Golpîra, S.A.R. Khan, S. Safaeipour // Journal of Industrial Information Integration. – 2021. – Vol. 22. – P. 100194.

10. Nižetić, S. Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future / S. Nižetić [et al.]. //Journal of cleaner production. – 2020. – Vol. 274. – P. 122877.

© Т.А. Хасанов, Д.А. Скворцова, Б.А. Эдаев, 2024

УДК 004.05

Д.Н. ШАБАНОВА, Л.М. МАЛУКА
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар

ГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ

Ключевые слова: графическая модель; процесс; реестр рисков; риск; риск-менеджер; риск-ориентированное мышление; система менеджмента качества.

Аннотация. Целью работы является разработка методических рекомендаций по совершенствованию системы менеджмента качества организации (**СМК**) путем формирования графической модели управления рисками на корпоративном уровне с учетом требований ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство».

Методы исследования: основой исследования выступают фундаментальные труды отечественных и зарубежных ученых в области общего и стратегического менеджмента, риск-менеджмента, комплаенс-контроля, а также публикации специалистов, занимающихся вопросами построения СМК и ее процессов и формирования инструментария по управлению рисками СМК организации.

В настоящей статье авторами предложена графичекая модель управления рисками на корпоративном уровне, отражающая последовательность этапов, выполнение которых необходимо для внедрения и совершенствования системы управления, позволяющей предотвращать и минимизировать потенциально негативные события в процессе выполнения работ или оказания услуг; предложена типовая форма карты бизнес-процесса с указанием его параметров (уровня его проработки) для оценки внутренних рисков организации; сформирован набор характеристик, позволяющих подробно описать возникающие риски с целью их дальнейшего включения в реестр рисков организации.

Ужесточение конкуренции, сокращение жизненного цикла производства продукции, повышение требований к гибкости производства для удовлетворения требований заинтересованных сторон и выпуск продукции (оказание услуг) под нужды конкретного заказчика приводят к тому, что повышается неопределенность организационной среды и возникает необходимость формирования риск-ориентированного мышления, что отражено в ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования» [1–3]. Важнейшей особенностью указанного стандарта является то, что его требованиям к процессам предшествуют требования к анализу контекста организации, т.е. к выявлению факторов (внешних и внутренних), способных оказать влияние на достижение системой управления ее запланированных результатов с учетом текущего (приемлемого) уровня риска (который может быть скорректирован посредством использования принципов риск-ориентированного планирования – на краткосрочный, среднесрочный или долгосрочный периоды).

Следует подчеркнуть, что именно внутренняя среда определяет общее отношение работников организации к рискам и является основой для всех элементов системы управления организацией, в том числе и в области СМК, включая контроль со стороны руководства, поэтому организациям всех форм собственности следует идентифицировать и учесть заинтересованные стороны, которые могут иметь влияние на способность организации на постоянной основе обеспечивать выпуск конкурентоспособной продукции или оказание услуг, отвечающих как применимым законодательным и нормативным правовым требованиям, так и собственным установленным (внутренним) требованиям, нацеленным на конкретное требование соответствующей стороны к ее СМК.

На рис. 1 представлена разработанная нами графическая модель управления рисками на

Таблица 1. Роли в рамках процесса управления рисками на КУ

Наименование роли	Описание роли
1. Комитет по рискам	Комитет по рискам – постоянно действующий коллегиальный совещательный орган. К компетенциям комитета, как правило, относятся следующие вопросы: выявление взаимосвязи между стратегическими целями организации и рисками их недостижения с учетом финансовых и экономических показателей организации; подготовка предложений по назначению владельцев рисков; согласование приемлемого уровня рисков для организации; контроль за выполнением мероприятий по митигации рисков
2. Риск-менеджер	Работник организации, обладающий достаточной квалификацией в области управления рисками, в функции которого входит: оказание методической помощи и поддержка процесса управления рисками для ответственных за риск работников организации – владельцев источника риска (процессов); формирование агрегированных оценок для рисков КУ; разработка и ведение реестра рисков организации; мониторинг и актуализация реестра рисков организации; проведение риск-сессий в разрезе отдельных видов деятельности организации; контроль за внедрением мероприятий по управлению рисками в структурных подразделениях организации
3. Владелец процесса – участник процесса управления рисками	Руководители структурных подразделений организации (в соответствии с действующей организационной структурой организации), которые участвуют в риск-сессиях с целью управления рисками по процессам в зоне их функциональной ответственности (идентификация, анализ, оценивание, мониторинг и пересмотр рисков), а также разрабатывают планы мероприятий по воздействию на риски и организуют их реализацию
4. Комитет по аудиту и финансам	Консультативно-совещательный орган, основной целью которого является содействие совету директоров в эффективном выполнении функции контроля за финансово-хозяйственной деятельностью организации
5. Планово-экономический отдел	Работники планово-экономического отдела организации, отвечающие за формирование финансовых резервов для реализации мероприятий по воздействию на риски

корпоративном уровне (**КУ**) организации, которая может служить основой не только для выстраивания компонентов риск-менеджмента, но и для принятия соответствующих управленческих решений с целью снижения потенциальных угроз и оптимизации благоприятных возможностей во всех областях деятельности организации, включая СМК, а также обеспечения непрерывности функционирования и устойчивости ее развития.

Графическая модель, разделенная на 12 этапов, построена в соответствии с процессным подходом и предусматривает ролевую модель для того, чтобы установить механизмы обмена информацией по вопросам риск-менеджмента. Ролевая модель в рамках процесса управления рисками на КУ представлена в табл. 1.

Вышеперечисленные роли отражены на схеме процесса. Как видно из рис. 1, процесс управления рисками на КУ предполагает систематическое применение действий по оценке, обработке риска, мониторингу, пересмотру, документированию рисков и подготовке отчетности. Этот процесс должен являться неотъемлемой частью управления и принятия решений, а также должен быть интегрирован в процессы организации, в том числе и в области СМК [3].

Поскольку процесс управления рисками может применяться на корпоративном, операционном, программном или проектном уровнях, то немаловажная роль в данном процессе отводится риск-менеджеру организации, который отвечает за формирование контекста управления рисками, чтобы учесть индивидуальные особенности подразделения или проекта, в которых организуется его исполнение. Как правило, для формирования предварительного реестра рисков организации риск-менеджер запрашивает у владельцев процессов (в рамках действующей СМК или интегрированной системы менеджмента (**ИСМ**)) следующие данные, включая, но не ограничиваясь:

– производственный план организации (в разрезе перечня заказов) для определения годовых бизнес-целей;

– корпоративную финансовую отчетность для определения результатов работы ор-

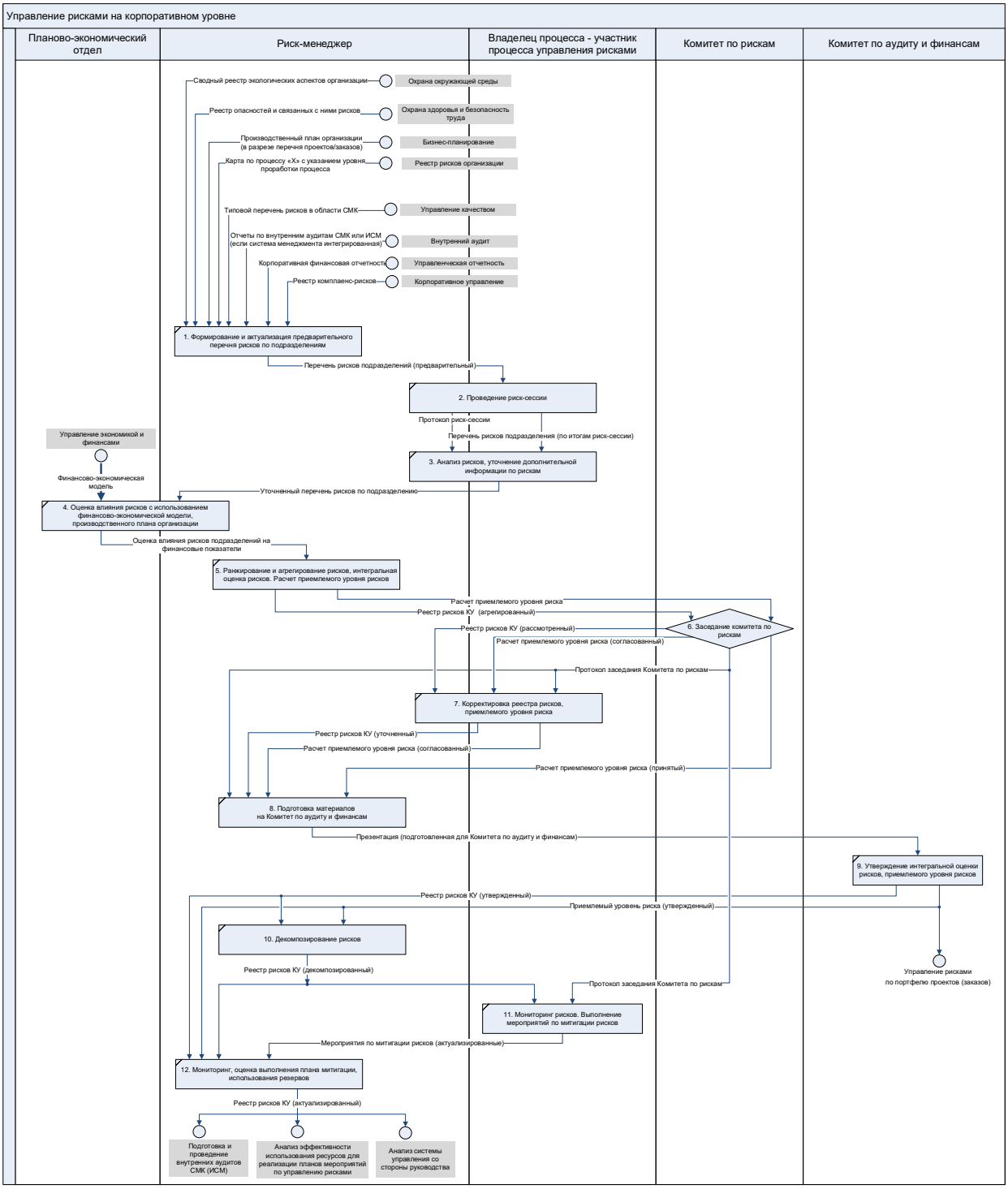

Рис. 1. Схема процесса управления рисками на КУ, где: кружок представляет собой ссылку на смежную процедуру, из которой «поступает» информация и в какую процедуру «уходит» информация (названия процедур (процессов), откуда поступает «вход» и куда уходит «выход», обозначены серым цветом); треугольник обозначает разные варианты дальнейшего хода процесса в зависимости от выходов блока «Решение»

ганизации за прошедшие периоды и анализа тенденций;

– реестр комплаенс-рисков с целью учета в анализе детальных данных рисков;

Таблица 2. Параметры реестра рисков организации

Параметр	Характеристика параметра	Ответственный
Наименование риска	Краткое обозначение риска или области, к которой относится данный риск в соответствии с видами деятельности организации (например, финансы, контроль качества, ресурсы, ИТ-инфраструктура и др.)	Заполняется риск-менеджером
Владелец риска	Руководитель структурного подразделения, ответственный за управление риском	Заполняется риск-менеджером
Описание риска	Полное описание риска	Заполняется риск-менеджером
Причина риска	Описание причин возникновения риска (внешние, к примеру, законодательство, или внутренние, к примеру, ошибки персонала в ходе выполнения работ)	Заполняется риск-менеджером
Уровень риска	Риск по процессу: отсутствует/высокий/средний/низкий	Заполняется риск-менеджером
Оценка последствий реализации риска	К примеру: дни простоя/снижение объемов реализации продукции/финансовые потери/потеря деловой репутации и др.	Заполняется риск-менеджером
Стратегия реагирования	Принятие, передача, снижение, избегание, усиление, использование	Заполняется риск-менеджером
Мониторинг риска	Результаты мероприятий по обработке рисков по всем областям деятельности организации	Заполняется риск-менеджером

– отчеты по внутренним аудитам СМК или ИСМ (если система менеджмента интегрированная) с целью учета данных по рискам, выявленным в ходе внутренних аудитов СМК или ИСМ;

– другие сведения, принимая во внимание факторы, влияющие на достижение целей организации.

В табл. 2 приведен пример формы для идентификации рисков по процессам организации, который содержит набор атрибутов, позволяющих максимально подробно описать возникающие риски, и может служить основой консультирования работников организации в целях поддержки структуры (реестра рисков организации) и содействия эффективному применению менеджмента риска.

Анализ рисков КУ, включая их рассмотрение на комитете по рискам и комитете по аудиту и финансам, проводится с учетом их классификации по источнику возникновения. При этом оценка внешних рисков, как правило, производится количественными методами на основе финансово-экономической модели организации, а внутренних – качественными методами с использованием шкалы [4–5]. С целью системного охвата всех рисков, воздействующих на организацию, а также их структурирования, нами в процесс менеджмента риска предлагается внедрить шаблон карты процессов организации с указанием уровня их проработки (на основе использования балльной шкалы), который представлен в табл. 3.

С использованием представленной формы предлагается производить оценку результативности мероприятий по соответствию процессов организации их фактической реализации (в том числе и в области СМК), выявлять источники рисков, а также анализировать наиболее рисковые события для обеспечения четкого понимания и практической реализации механизмов управления рисками в рамках всей организации. Необходимо подчеркнуть, что процесс менеджмента риска и его результаты должны быть в обязательном порядке задокументированы и отражены в сводном отчете по анализу функционирования СМК (ИСМ) организации, проводимого со стороны высшего руководства организации, реализуя требования пунктов 6.7 «Документирование и отчетность» ГОСТ Р ИСО 31000-2019 и 9.1.3 «Анализ и оценка» ГОСТ Р ИСО 9001-2015 соответственно.

В заключение следует отметить, что пред-

Таблица 3. Шаблон карты процессов организации с указанием их параметров

№	Наличие актуальной документированной информации по процессам СМК (ИСМ) организации	Наличие документированной информации по процессу управления рисками на КУ	Метрики	Соответствие процессов их фактической реализации и установленным метрикам
N	Укажите по шкале от 1 до 4, где: 1 – процесс не регламентирован, т.е. процедура не разработана; 2 – процедура разработана и внедрена; 3 – ролевые функции управления процессом определены в процедуре и отражены в должностных инструкциях работников организации; 4 – разработаны алгоритмы, обеспечена автоматизация процесса	Укажите по шкале от 1 до 4, где: 1 – разработана политика менеджмента риска, создана структура системы менеджмента риска, установлены роли участников процесса управления рисками; 2 – разработан реестр рисков в отдельных структурных подразделениях организации, в котором содержится информация об идентифицированных рисках, результатах оценивания рисков, результатах оценки возможных последствий рисков для деятельности организации в стоимостной и материальной форме, осуществляется обработка риска; 3 – на основе реестров рисков подразделений составлен единый реестр рисков организации, осуществляется обработка риска; 4 – на плановой основе проводится мониторинг и пересмотр рисков, включая отслеживание реализации плана мероприятий по обработке риска, анализ их результативности и эффективности, анализ результативности процессов СМК (ИСМ) и иных действующих в организации систем в целом	Укажите метрику по процессу	Самооценка: да/нет. При наличии оценки процесса в рамках внутреннего аудита СМК или ИСМ, если система менеджмента является интегрированной

ставленные методические рекомендации по формированию графической модели управления рисками на корпоративном уровне на базе требований, изложенных в ГОСТ Р ИСО 31000-2019, могут стать частью процесса принятия управленческих решений и помочь различным организациям в вопросах адаптации менеджмента риска на основе понимания организационной структуры и ее среды.

Список литературы

1. Управление рисками: модель процесса и компетенций [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.businessstudio.ru/articles/article/upravlenie_riskami_model_protsessa_i_kompetentsiy/?ysclid=lv22yfz67a767287896.

2. Шабанова, Д.Н. К вопросу об управлении рисками процессов СМК / Д.Н. Шабанова, Л.М. Малука // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 8(122). – С. 79–84.

3. Шабанова, Д.Н. Интегрированное управление рисками как фактор повышения конкурентоспособности предприятий нефтегазовой отрасли / Д.Н. Шабанова, А.В. Александрова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. – 2016. –

№ 2(35). – С. 60–70.

4. Шабанова, Д.Н. Совершенствование методов управления рисками проектов нефтегазовых организаций / Д.Н. Шабанова, М.Г. Заргано, А.В. Александрова // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2020. – № 6(186). – С. 44–49.

5. Малука, Л.М. СМК: Реализация риск-ориентированного подхода к управлению процессами. Стандарты и качество / Л.М. Малука, Н.В. Газарян. – 2020. – № 2. – С. 104–109.

References

1. Upravleniye riskami: model' protsessa i kompetentsiy [Electronic resource]. – Access mode : https://www.businessstudio.ru/articles/article/upravlenie_riskami_model_protsessa_i_kompetentsiy/?yscli d=lv22yfz67a767287896.

2. Shabanova, D.N. K voprosu ob upravlenii riskami protsessov SMK / D.N. Shabanova, L.M. Maluka // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 8(122). – S. 79–84.

3. Shabanova, D.N. Integrirovannoye upravleniye riskami kak faktor povysheniya konkurentosposobnosti predpriyatiy neftegazovoy otrasli / D.N. Shabanova, A.V. Aleksandrova // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Ekonomika. Ekologiya. – 2016. – № 2(35). – S. 60–70.

4. Shabanova, D.N. Sovershenstvovaniye metodov upravleniya riskami proyektov neftegazovykh organizatsiy / D.N. Shabanova, M.G. Zargano, A.V. Aleksandrova // Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom. – 2020. – № 6(186). – S. 44–49.

5. Maluka, L.M. SMK: Realizatsiya risk-oriyentirovannogo podkhoda k upravleniyu protsessami. Standarty i kachestvo / L.M. Maluka, N.V. Gazaryan. – 2020. – № 2. – S. 104–109.

© Д.Н. Шабанова, Л.М. Малука, 2024

УДК 62-503.56

К.А. ШАЛИН, М.А. НАЗАРЕНКО
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО КОМПЛЕКСА

Ключевые слова: автоматизация; интегральный показатель качества; качество; радиоэлектронный комплекс; управление качеством.

Аннотация. Цель исследования – оценка и анализ применения интегрального показателя качества – важной количественной характеристики эффективности деятельности предприятия в сфере радиоэлектронного комплекса.

Задача исследования: обзор функционирования и применения программы для автоматизированного расчета интегрального показателя качества продукции на предприятии радиоэлектронного комплекса.

Методы исследования: в ходе исследования применен аналитический метод для изучения проведения анализа потребностей рассматриваемой отрасли в области качества. Рассматривается сущность и подход к оценке производственных процессов и уровня эффективности предприятия.

Результаты исследования: проведен обзор возможностей и функций разработанной ранее программы для автоматизированного расчета интегрального показателя качества продукции. Рассмотрены аспекты применения такой программы. Статья может быть полезна специалистам по организации производства и обучающимся.

Сфера радиоэлектронной промышленности в настоящее время стремительно развивается, что ведет за собой появление новых производств и масштабирование старых. В связи с этим необходимо обеспечить не только сохранение имеющегося качества продукции, но и его повышение. Особенно пристальное внимание в решении проблем, связанных с качеством на современном предприятии, стоит обратить на обеспечение стабильности и точности имеющихся на производстве процессов. Основной особенностью процессов на предприятии радиоэлектронного комплекса является то, что они в большинстве своем являются сложными, то есть их свойства нельзя объединить в сумму свойств, составляющих их элементов. Для оценки эффективности деятельности предприятия используются различные методы, в том числе и интегральный показатель качества [1], для ускорения расчетов и быстрого сравнения интегральных показателей качества с целью определения более действенной организации было написано соответствующее программное обеспечение.

На предприятиях радиоэлектронного комплекса существует множество операционных рисков, оказывающих негативное влияние на производственные процессы и экономические результаты предприятия. Интегральный показатель качества на предприятии радиоэлектронного комплекса – это комплексный показатель, который оценивает качество производства и обслуживания продукции, а также эффективность работы предприятия в целом. Использование такого показателя позволяет оценить качество всех аспектов деятельности предприятия, а не только отдельных его элементов.

Для использования интегрального показателя качества на предприятии радиоэлектронного комплекса необходимо определить критерии, по которым будет проводиться оценка. Это могут быть такие показатели, как качество производства продукции, квалификация работников, эффективность управления и другие.

После определения критериев необходимо разработать систему сбора и анализа данных, которая позволит рассчитать интегральный показатель качества. Для этого могут использоваться различные методики и инструменты,

такие как балансировочные карты, методика «сбалансированной системы показателей» и др. [2].

Программа для расчета интегрального показателя качества продукции позволит руководству предприятия принимать обоснованные решения по улучшению производственных процессов, снижению издержек и увеличению конкурентоспособности продукции. Таким образом, использование интегрального показателя качества на предприятии радиоэлектронного комплекса помогает повысить эффективность его деятельности и улучшить качество выпускаемой продукции.

Более подробно интегральный показатель качества на предприятии радиоэлектронного комплекса может включать следующие компоненты.

1. Уровень удовлетворенности клиентов: оценка уровня удовлетворенности заказчиков продукцией и услугами предприятия, а также реакции на обратную связь и жалобы.

2. Эффективность управления: анализ соблюдения производственных процессов, системы управления качеством и контроля, а также уровня автоматизации и мониторинга производственных операций.

3. Квалификация персонала: оценка уровня профессионализма и квалификации сотрудников, их обученность и опыт работы, что влияет на качество выпускаемой продукции.

4. Качество производства продукции: это включает в себя оценку соответствия техническим требованиям, исправность изделий, отклонения от установленных стандартов качества и т.д. [3].

Интегральный показатель качества рассчитывается по формуле:

$$I = B/C_{\text{С}} + C_{\text{Э}}.$$

В этой формуле I – интегральный показатель качества, B – суммарный полезный эффект от эксплуатации или потребления продукции, $C_{\text{С}}$ – суммарные затраты на ее создание, $C_{\text{Э}}$ – суммарные затраты на эксплуатацию или потребление (ремонты, обслуживание и т.д.).

Для оценки интегрального показателя качества на предприятии радиоэлектронного комплекса можно использовать методику балансировочной карты (*balanced scorecard*), которая позволяет учитывать как финансовые, так и нефинансовые показатели. Также может быть использована методика «сбалансированной системы показателей» (*Balanced Scorecard*), которая предусматривает оценку производительности компании с различных сторон: финансовой, клиентской, внутренних процессов и потенциалов [4].

Интегральный показатель качества может быть выражен числовым значением или в виде графика, что позволяет руководству предприятия визуально оценить текущее состояние дел и выявить области для улучшения. Такие подходы помогают повысить качество продукции, снизить издержки и обеспечить устойчивое развитие предприятия радиоэлектронного комплекса.

В будущем перспективы использования интегрального показателя качества на предприятии радиоэлектронного комплекса могут быть следующими [5].

1. Стратегическое планирование и принятие решений: интегральный показатель качества будет становиться неотъемлемой частью стратегического планирования и принятия решений на предприятии радиоэлектронного комплекса. Он будет использоваться для определения ключевых приоритетов, установления целей и мониторинга достижения результатов.

2. Удовлетворение требований клиентов: с ростом конкуренции предприятия радиоэлектронного комплекса будут активно работать над удовлетворением потребностей клиентов и обеспечением высокого уровня качества продукции. Интегральный показатель качества будет помогать оценивать, насколько успешно предприятие соответствует требованиям заказчиков и какие улучшения необходимы.

3. Улучшение системы управления качеством: предприятия радиоэлектронного комплекса будут стремиться к дальнейшему совершенствованию систем управления качеством, в том числе с использованием новых подходов и методик, таких как цифровые платформы и аналитика данных. Интегральный показатель качества может стать центральным инструментом для оценки эффективности системы управления.

4. Цифровая трансформация и внедрение новых технологий: с развитием цифровизации и Интернета вещей (***IoT***) предприятия радиоэлектронного комплекса смогут интегрировать новые технологии для мониторинга процессов производства, контроля качества и управления. Интегральный показатель качества будет играть

ключевую роль в оценке эффективности этих технологий и их влияния на общее качество продукции.

Таким образом, интегральный показатель качества будет играть все более значимую роль на предприятии радиоэлектронного комплекса в будущем, помогая обеспечить эффективное управление качеством, повысить конкурентоспособность и успешное развитие компании.

Список литературы

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023667252 Российская Федерация. Программа для расчета интегрального показателя качества продукции и сравнения показателей. Версия 2.0: № 2023666538: заявл. 28.07.2023: опубл. 14.08.2023 / М.А. Дицкий, К.А. Шалин.
2. Гнедаш, Д.В. Задача формирования интегральных показателей и критериев оценки компетентности и формирования рейтинга IT-специалистов / Д.В. Гнедаш // Матрица научного познания. – 2021. – № 8-2. – С. 23–26.
3. Ларин, С.Н. Выбор современного инструментария для экспертной оценки качества инновационных программных проектов / С.Н. Ларин // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2018. – Т. 8. – № 4А. – С. 106–116.
4. Рябчиков, П.В. Совершенствование научных инструментов оценки, мониторинга и прогнозирования качества продукции на основе создания систем технологического обеспечения надежности продукции / П.В. Рябчиков, М.А. Назаренко // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – 2023. – № 2(158). – С. 51–55.
5. Балашов, О.В. Подход к оценке качества управленческих решений на основе нечеткой логики / О.В. Балашов, Д.С. Букачев // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2020. – Т. 5. – № 1(15). – С. 3–7.

References

1. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2023667252 Rossiyskaya Federatsiya. Programma dlya rascheta integral'nogo pokazatelya kachestva produktsii i sravneniya pokazateley. Versiya 2.0: № 2023666538: zayavl. 28.07.2023: opubl. 14.08.2023 / M.A. Ditskiy, K.A. Shalin.
2. Gnedash, D.V. Zadacha formirovaniya integral'nykh pokazateley i kriteriyev otsenki kompetentnosti i formirovaniya reytinga IT-spetsialistov / D.V. Gnedash // Matritsa nauchnogo poznaniya. – 2021. – № 8-2. – S. 23–26.
3. Larin, S.N. Vybor sovremennogo instrumentariya dlya ekspertnoy otsenki kachestva innovatsionnykh programmnykh proyektov / S.N. Larin // Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra. – 2018. – T. 8. – № 4A. – S. 106–116.
4. Ryabchikov, P.V. Sovershenstvovaniye nauchnykh instrumentov otsenki, monitoringa i prognozirovaniya kachestva produktsii na osnove sozdaniya sistem tekhnologicheskogo obespecheniya nadezhnosti produktsii / P.V. Ryabchikov, M.A. Nazarenko // Oboronnyy kompleks – nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii. – 2023. – № 2(158). – S. 51–55.
5. Balashov, O.V. Podkhod k otsenke kachestva upravlencheskikh resheniy na osnove nechotkoy logiki / O.V. Balashov, D.S. Bukachev // Mezhdunarodnyy zhurnal informatsionnykh tekhnologiy i energoeffektivnosti. – 2020. – T. 5. – № 1(15). – S. 3–7.

© К.А. Шалин, М.А. Назаренко, 2024

УДК 338

Д.А. ЕГОРОВ, Д.М. БОКАЕНКОВ, О.А. НАЙДИС
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва

МОДИФИКАЦИЯ EOQ-МОДЕЛИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ЗАПАСАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Ключевые слова: временная ценность денег; логистика; модель *EOQ*; модификация; оптимальный размер заказа; оптимизация; склад; управление запасами.

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме совершенствования системы управления материальными запасами на предприятиях. Целью данной статьи являются разработка и анализ модифицированной *EOQ*-модели, которая позволяет минимизировать общие затраты на закупку, хранение и обслуживание запасов. Задачами являются: анализ и определение недостатков традиционной модели, разработка модифицированной формулы, а также анализ преимуществ и ограничений ее использования на практике. В результате модификации был разработан новый метод расчета оптимального размера заказа, который позволяет минимизировать издержки и улучшить финансовые показатели предприятия, учитывая временную ценность денег и затраты на использование складского пространства. В статье также приведен практический пример, демонстрирующий эффективность разработанной формулы. Исследование представляет интерес для специалистов в области логистики и управления запасами, а также для руководителей предприятий, стремящихся оптимизировать свои операционные процессы.

В условиях возрастающей конкуренции и динамично меняющихся рыночных условий вопросы оптимизации запасов занимают центральное место в стратегии управления предприятием. Эффективное управление запасами позволяет значительно снижать издержки, повышать конкурентоспособность и эффективность логистических процессов. Однако, несмотря на важность данной интеграции в корпоративные стратегии, многие предприятия еще не используют этот потенциал в полной мере. В связи с этим статья направлена на демонстрацию преимуществ модифицированной *EOQ*-модели, которая является гибким инструментом для достижения поставленных целей. Модель позволяет повысить экономическую эффективность и улучшить финансовое состояние предприятий за счет оптимизации управления запасами, что делает ее особенно актуальной для современной динамичной экономической среды.

Объектом исследования в статье является система управления запасами на предприятии, в частности процесс определения оптимального размера заказа через применение модифицированной модели *EOQ*.

Любое независимое предприятие должно иметь на складах определенный запас средств производства, который хранится как на самом предприятии, так и в его поддерживающих подразделениях. Эти запасы играют ключевую роль в поддержании бесперебойной работы производственного процесса. Одной из важнейших задач логистики является оптимизация уровня запасов для каждого вида ресурса, чтобы поддерживать его на необходимом уровне.

В данной статье рассматриваются закупки с фиксированной величиной партии и будет использоваться формула Харриса-Уилсона или формула экономичного (оптимального) размера заказа (*Economic Order Quantity*). Общая формула вычисления:

$$Q = \sqrt{\frac{2C_0 D}{C_h}}, \qquad (1)$$

где Q – оптимальный размер заказа, ед.; D – годовое потребление продукции, ед./год; C_h – затраты на хранение единицы продукции за год, ден. ед./ед.; C_0 – накладные расходы на каждую поставку, ден. ед. [1].

Модель *EOQ* предназначена для определения оптимального объема заказа, который можно применять как для производственных, так и для запасов готовой продукции. Задача данной модели заключается в анализе потребности производства в сырье и материалах за определенный период (T), а также в оценке эффективности их использования.

Однако стоит отметить, что представленная модель не соответствует современным условиям и требованиям организации бизнеса в управлении запасами. В реальной практике специалисты в области логистики часто сталкиваются с ситуациями, которые вносят неопределенность в некоторые параметры модели. Традиционные постановки задач формулируются в виде задач минимизации суммарных годовых издержек, а такие модели не учитывают имеющуюся на рынке временную структуру процентных ставок, т.е. временную стоимость денег. Соответственно, эти задачи не рассматриваются как задачи максимизации показателя рентабельности системы. Модификации соответствующих классических моделей управления запасами позволяют учитывать указанные особенности, иными словами, они учитывают временную ценность денег (**ВЦД**) [5].

С учетом модификации традиционной модели необходимо ввести дополнительные ограничения и обозначения:

– r – годовая процентная ставка наращения, характеризующая эффективность денежных преобразований, %;

– P – стоимость покупки единицы товара, ден. ед.;

– $P_п$ – прибыль от реализации единицы товара, ден. ед.

При постоянном спросе учет временной стоимости денег реализуется по схеме простых процентов.

Суммарные издержки (L) на одном интервале повторного заказа будут соотноситься с серединой такого промежутка времени и выражаться следующим образом:

$$L = qC_h\frac{T}{2} + \left(1 + r\frac{T}{2}\right)\left(C_0 + PQ\right). \quad (2)$$

Для того чтобы максимизировать показатель рентабельности системы и сократить влияние негативного эффекта от иммобилизации денежного капитала, вложенного в создание запасов, совокупные издержки при формировании запасов должны учитывать неявные расходы ($C_п$), связанные с потерями дохода. Расчет потерь за период времени потребления (D) можно выполнить по следующей формуле:

$$C_П = r\frac{Q}{2}P. \quad (3)$$

Коэффициент (r) показывает, какая доля суммы оборотных средств, которая в среднем имеет место на складе, не используется при создании запасов за период времени потребления величины (D). Таким образом, величина ($C_п$) оценивает размер потерь, обусловленных вложением финансовых средств в создание запасов, а также устанавливает величину дополнительного дохода, который можно было бы получить в случае отказа от создания запасов.

Коэффициент (r) может варьироваться в следующих пределах.

Минимальный размер коэффициента (r), обуславливающий максимальные размеры заказов, устанавливается в случае наличия в организации достаточного количества свободных оборотных средств и должен составлять величину, соответствующую депозитному проценту за период времени потребления величины (D).

Максимальный размер коэффициента (r) устанавливается в случае отсутствия в организации свободных денежных средств или ее интенсивного развития.

Размер коэффициента (r) зависит от источника свободных денежных средств.

Если свободные денежные средства генерируются за счет использования кредитных ресурсов банков, то величина коэффициента (r) должна соответствовать годовой процентной ставке по кредиту за время использования суммы (D).

Если свободные денежные средства создаются из резервов организации, то размер коэффициента, в соответствии со всеми условиями, следует определить с помощью достигнутого среднегодового уровня рентабельности готовой продукции на предприятии и количества оборотов в течение года, которые совершают оборотные средства.

Следовательно, величина коэффициента

(r) определяется исходя из финансового состояния организации, что напрямую влияет на размер заказа. В случае критического финансового положения коэффициент (r) должен быть установлен на максимальном уровне или близком к нему, что приведет к минимизации объемов заказа, поскольку организация не может позволить себе крупные заказы. В противоположность этому, если организация находится в состоянии финансовой стабильности, коэффициент может быть минимальным, что позволяет делать заказы большего объема.

Таким образом, формула по определению оптимального размера заказа с учетом ВЦД будет иметь следующий вид:

$$Q_{опт} = \sqrt{\frac{2C_0 D}{C_h + rP}}. \quad (4)$$

Также важно отметить, что при определении оптимального размера заказа важно учитывать затраты на хранение (C_x), которые нужно привести к стоимости за единицу продукции или группу товаров. Обычно эти затраты рассчитываются на основе площади или объема, который товар занимает на складе. Этот метод расчета требует адаптации стандартной модели *EOQ*. В связи с этим затраты на хранение за единицу товара могут быть выражены следующим образом:

$$C_x = \alpha k q, \quad (5)$$

где α – затраты на хранение, которые приходятся на 1 м^2 площади склада ден. ед./м^2.; k – габариты единицы продукции, м^2/ед. [3].

При подстановке складских затрат, выраженных таким способом, модифицированная формула традиционной модели *EOQ* принимает следующий вид:

$$Q_{опт} = \sqrt{\frac{2C_0 D}{2\alpha k + rP}}. \quad (6)$$

Также необходимо указать на ограничения применения формулы (6) по определению оптимального размера заказа.

1. Основным ограничением применения формулы *EOQ* является необходимость оптимизации размера заказа с учетом оптовых скидок. Это связано с тем, что в исходной формуле не учитывается, как изменение объема заказа влияет на затраты на закупку.

2. Второе ограничение носит математический характер и заключается в том, что при выводе формулы предполагалось, что транспортные и связанные с ними расходы за выполнение одного заказа не зависят от его размера и являются постоянными. Однако на практике размер заказа может влиять на эти расходы.

3. При применении формулы (6) для соответствующей производственной задачи коэффициент (r) должен иметь постоянное значение независимо от размера заказа.

Рассмотрим классическую *EOQ*-модель с постоянным спросом и условием, что издержки хранения оплачиваются в середине интервала повторного заказа. Представим параметры для модифицированной *EOQ*-модели:

- D = 700 ед./год;
- C_0 = 10 000 ден. ед.;
- $P_п$ = 600 ден. ед.;
- C_h = 350 ден. ед./ед.;
- α = 175 ден. ед./м^2;
- k = 1 м^2/ед.;
- P = 1 200 ден. ед.

В рамках рассматриваемой модели требуется определить наиболее эффективную стратегию управления поставками. Для сравнения традиционного и модифицированного варианта *EOQ*-модели будет рассматриваться годовая прибыль предприятия, для расчета которой необходимо знать выручку (V_o) и суммарные издержки. Выручка предприятия на интервале повторного заказа может быть выражена по следующей формуле:

$$V_o = Q\left(P + P_П\right)\left(1 + r\frac{T}{2}\right). \quad (7)$$

Для подхода без учета временной ценности денег в формате традиционной модели определим оптимальный размер заказа с помощью формулы (1):

$$Q = \sqrt{\frac{2C_0 D}{C_h}} = \sqrt{\frac{2 * 10000 * 700}{350}} = 200\ шт.$$

На интервале повторного заказа суммарные издержки данной модели без учета ВЦД (r = 0) по формуле (2) составят 260 000 ден. ед. По формуле (7) определяем, что выручка равна 360 000 ден. ед. Таким образом, прибыль составит 100 000 ден. ед., и при таком режиме годо-

вая прибыль будет равняться 350 000 ден. ед.

Теперь рассмотрим подход с учетом ВЦД и используемой площади. Будем считать, что финансовое состояние организации нормальное, поэтому величина коэффициента (r) за один год равняется 0,5. Определим размер заказа согласно зависимости (8):

$$Q_{опт} = \sqrt{\frac{2C_0 D}{2ak + rP}} = \sqrt{\frac{2*10000*700}{2*1*175+0,5*1200}} = 121\ шт. \quad (8)$$

В контексте рассматриваемой модели, включающей учет временной стоимости денег, на интервале повторного заказа суммарные издержки, рассчитанные по формуле (2), достигают 166 108 ден. ед. Соответствующая выручка на этом же интервале по формуле (7) составляет 227 985 ден. ед. Это позволяет получить прибыль в размере 61 877 ден. ед. за интервал. Проектируя эту прибыль на годовой период, получаем сумму в 377 718 ден. ед. Разница в прибыли между двумя рассматриваемыми подходами составила 27 718 ден. ед. Следовательно, модифицированная *EOQ* модель позволяет компании увеличить прибыль, а также учесть размеры складских помещений и габариты товара при планировании поставок.

Таким образом, предложенная модификация *EOQ*-формулы предоставляет менеджерам по логистике и управлению запасами новые возможности для оптимизации запасов и улучшения моделирования цепочек поставок. Особое внимание в данной модели уделяется временной ценности денег и затратам на хранение с учетом используемой площади или объема. В условиях рыночной неопределенности учет процентных ставок играет ключевую роль в формировании оптимальной стратегии управления запасами. Внедрение модифицированной модели *EOQ* помогает снизить общие издержки, связанные с поддержанием запасов, и улучшить финансовое состояние предприятий за счет более точного и рационального планирования заказов.

Список литературы

1. Бродецкий, Г.Л. Загадочный аспект учета временной ценности денег при управлении запасами / Г.Л. Бродецкий // Логистика и управление цепями поставок – М. : Национальная логистическая ассоциация. – 2010. – № 5(40). – С. 56–67.
2. Бродецкий, Г.Л. Управление запасами: многофакторная оптимизация процесса поставок: учебник для академического бакалавриата / Г.Л. Бродецкий, В.Д. Герами, А.В. Колик, И.Г. Шидловский. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 322 с.
3. Лукинский, В.С. Модели и методы теории логистики / В.С. Лукинский. – СПб : Питер, 2003. – С. 65–66.
4. Полюшко, Ю.Н. Практическое применение модели расчета оптимального размера заказа в условиях российского бизнеса / Ю.Н. Полюшко, С.А. Захарова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2020. – № 12-2(70). – С. 229–232.
5. Терещенко, А.А. Учет временной ценности денег при управлении запасами / А.А. Терещенко // Менеджмент и маркетинг: опыт и проблемы: сборник научных трудов / Под общей редакцией Акулича И.Л.; Белорусский государственный экономический университет; Дортмундская высшая школа; Высшая школа Миттвайда; Институт экономики НАН Беларуси; Балтийская международная академия; Балтийский институт психологии и менеджмента. – Минск : Издатель А.Н. Вараксин, 2016. – С. 389–393.

References

1. Brodetskiy, G.L. Zagadochnyy aspekt ucheta vremennoy tsennosti deneg pri upravlenii zapasami / G.L. Brodetskiy // Logistika i upravleniye tsepyami postavok – M. : Natsional'naya logisticheskaya assotsiatsiya. – 2010. – № 5(40). – S. 56–67.
2. Brodetskiy, G.L. Upravleniye zapasami: mnogofaktornaya optimizatsiya protsessa postavok: uchebnik dlya akademicheskogo bakalavriata / G.L. Brodetskiy, V.D. Gerami, A.V. Kolik, I.G. Shidlovskiy. – M. : Izdatel'stvo Yurayt, 2019. – 322 s.
3. Lukinskiy, V.S. Modeli i metody teorii logistiki / V.S. Lukinskiy. – SPb : Piter, 2003. – S. 65–66.
4. Polyushko, YU.N. Prakticheskoye primeneniye modeli rascheta optimal'nogo razmera zakaza

v usloviyakh rossiyskogo biznesa / YU.N. Polyushko, S.A. Zakharova // Ekonomika i biznes: teoriya i praktika. – 2020. – № 12-2(70). – S. 229–232.

5. Tereshchenko, A.A. Uchet vremennoy tsennosti deneg pri upravlenii zapasami / A.A. Tereshchenko // Menedzhment i marketing: opyt i problemy: sbornik nauchnykh trudov / Pod obshchey redaktsiyey Akulicha I.L.; Belorusskiy gosudarstvennyy ekonomicheskiy universitet; Dortmundskaya vysshaya shkola; Vysshaya shkola Mittvayda; Institut ekonomiki NAN Belarusi; Baltiyskaya mezhdunarodnaya akademiya; Baltiyskiy institut psikhologii i menedzhmenta. – Minsk : Izdatel' A.N. Varaksin, 2016. – S. 389–393.

© Д.А. Егоров, Д.М. Бокаенков, О.А. Найдис, 2024

УДК 330.4

В.М. НИКОНОРОВ
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург

ДИНАМИКА ПЕНСИЙ В РФ

Ключевые слова: авторегрессия; белый шум; временной ряд; математическая модель; скользящее среднее; средний размер назначенных месячных пенсий.

Аннотация. Цель исследования – провести анализ динамики среднего размера назначенных месячных пенсий (далее – **СП**). Задачи: собрать достоверную статистику по среднему размеру назначенных месячных пенсий; построить математическую модель динамики СП; построить прогноз СП. Гипотеза исследования: для построения модели СП можно использовать метод анализа нестационарных временных рядов с построением модели *ARIMA*. Методы: анализ, сравнение, дефлирование, методы анализа временных рядов. Результаты: построена модель динамики нестационарного временного ряда $P(t)$, в соответствии с моделью построен прогноз СП.

Актуальность исследования: в соответствии с Конституцией РФ каждому гражданину гарантировано социальное обеспечение [1]. Достойная жизнь граждан – одна из ключевых задач социального обеспечения [2]. Российское государство планирует добиваться более высокого уровня социального обеспечения пенсионеров. Для решения этой задачи требуется анализ динамики размеров назначенных пенсий.

Объект исследования – средний размер назначенных месячных пенсий в Российской Федерации.

Предмет исследования – динамика СП.

Цель исследования – построить математическую модель СП.

Методы исследования: дефлирование, метод анализа нестационарных временных рядов.

Гипотеза: для анализа динамики СП можно применить метод Бокса-Дженкинса.

В табл. 1 приведены реальные средние пенсии в РФ [3–10].

Средний размер назначенных месячных пенсий – Российский статистический ежегодник, раздел 6 – «Уровень жизни населения», таблица 6.1. «Основные социально-экономические показатели уровня жизни населения».

Среднегодовой темп прироста СП за период 2000–2022 гг. составляет 6,1 %.

Для дефлирования применили индекс потребительских цен.

Стационарность временного ряда «реальные СП» проверим расширенным тестом Дики-Фуллера.

Временной ряд «реальные СП» нестационарный:

1) модель без константы $p = 0{,}8495$;
2) модель с константой $p = 0{,}292$;
3) модель с константой и трендом $p = 0{,}9872$.

Рассмотрим квадрат логарифма ряда:

1) модель с константой $p = 0{,}0119$.

Будем работать с временным рядом из квадратов логарифмов $(ln(P))$^2.

В процессе сравнения различных спецификаций модели *ARIMA* выбрали спецификацию $AR = 1$, $I = 0$, $MA = 0$ (табл. 2).

Оценки значимы на 1 % уровне.

Рассмотрим коррелограммы остатков модели (рис. 1).

Выбросов остатков нет, модель можно рассматривать как приемлемую.

Построена математическая модель динамики СП (1):

$$\left(In\left(\widehat{P}_t\right)\right)^2 = 50{,}187 + 0{,}987\left(In\left(P_{t-1}\right)\right)^2, \qquad (1)$$

где $\widehat{P}_t$ – прогнозное значение среднего размера назначенных месячных пенсий в РФ за период t; P_{t-1} – фактическое значение среднего размера назначенных месячных пенсий в РФ за период $(t-1)$.

Таблица 1. Реальные средние пенсии (составлено автором по данным Госкомстата)

№	Год	Средний размер назначенных пенсий, руб./мес.	Индекс потребительских цен (**ИПЦ**), *i*	1 + *i*	*K* дефлирования	Реальные пенсии, руб./мес.
A	1	2	3	4	5	6
1	2000	694,3	0,202	1,202	1,202	578
2	2001	1 023,5	0,186	1,186	1,426	718
3	2002	1 378,5	0,151	1,151	1,641	840
4	2003	1 637,0	0,120	1,120	1,838	891
5	2004	1 914,5	0,117	1,117	2,053	933
6	2005	2 364,0	0,109	1,109	2,276	1 038
7	2006	2 726,1	0,090	1,090	2,481	1 099
8	2007	3 115,5	0,119	1,119	2,777	1 122
9	2008	4 198,6	0,133	1,133	3,146	1 335
10	2009	5 191,1	0,088	1,088	3,423	1 517
11	2010	7 476,3	0,088	1,088	3,724	2 008
12	2011	8 202,9	0,061	1,061	3,951	2 076
13	2012	9 041,0	0,066	1,066	4,212	2 147
14	2013	9 918,0	0,065	1,065	4,486	2 211
15	2014	10 786,0	0,114	1,114	4,997	2 158
16	2015	11 986,0	0,129	1,129	5,642	2 125
17	2016	12 391,0	0,054	1,054	5,946	2 084
18	2017	12 887,0	0,025	1,025	6,095	2 114
19	2018	13 360,0	0,043	1,043	6,357	2 102
20	2019	14 163,0	0,030	1,030	6,548	2 163
21	2020	14 986,0	0,049	1,049	6,869	2 182
22	2021	16 642,0	0,084	1,084	7,446	2 235
23	2022	17 825,0	0,119	1,119	8,332	2 139
24	Темп прироста					6,1 %

Таблица 2. Значимость оценок модели

№	Элемент модели	Значение	Ст. ошибка	*z*	Значение *P*	Значимость
1	*const*	50,187	8,1924	6,126	9,01*e*–010	***
2	*phi*_1	0,987	0,0179	55,15	0,0000	***

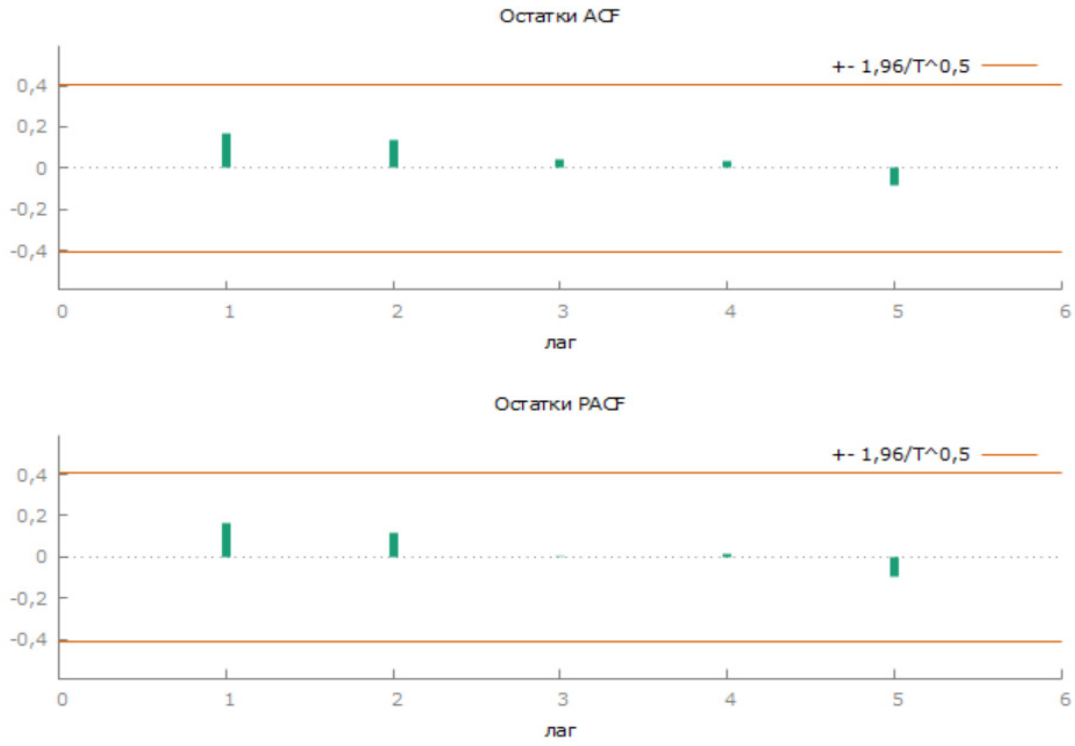

Рис. 1. Коррелограмма остатков *ACF* и *PACF* модели

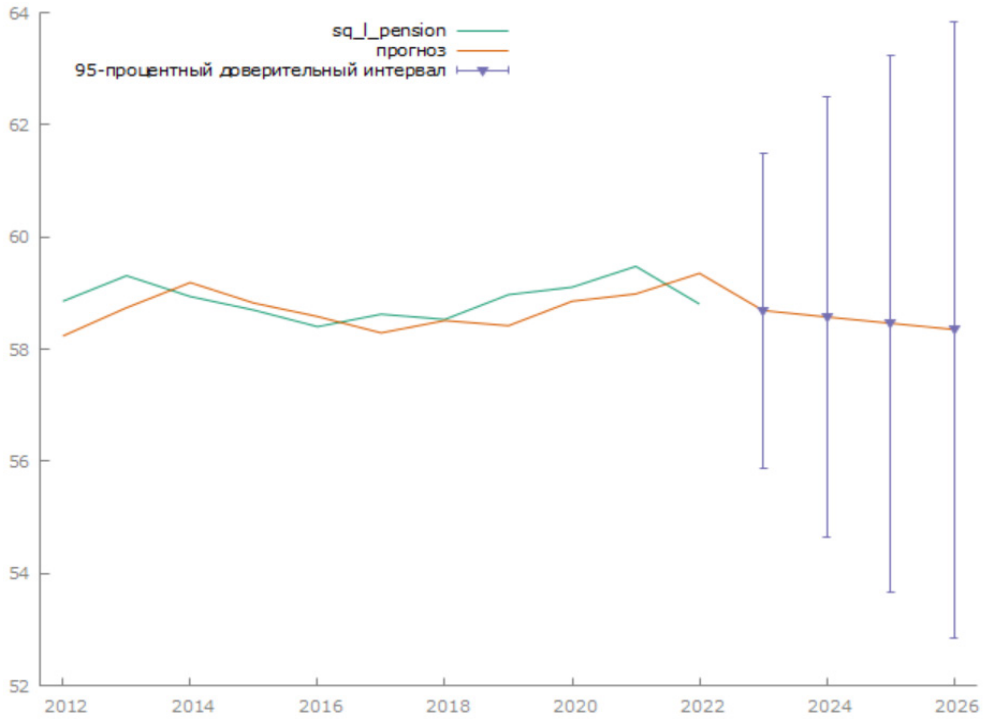

Рис. 2. Прогноз СП на 2025–2026 гг.

Ряд $ln(Pt)$ представляет $AR1$ процесс. Модель (1) можно применять для прогноза СП. Построим прогноз СП на 2025–2026 гг. (рис. 2).

Прогноз дает уменьшение реальной средней пенсии, что, без сомнений, является поводом для коррекции социальной политики государства.

Выводы следующие.

1. Собрана достоверная статистика среднего размера назначенных месячных пенсий за 2000–2022 гг.
2. Построена математическая модель среднего размера назначенных месячных пенсий ($AR1$).
3. Модель (1) можно применить для прогноза среднего размера назначенных месячных пенсий.

Список литературы

1. Конституция РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.consultant.ru.
2. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г. Распоряжение Правительства РФ № 2816-р от 06.10.2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.consultant.ru.
3. Соколин, В.Л. Российский статистический ежегодник, 2005: Стат.сб./Росстат. – Р76. – М., 2005. – 819 с.
4. Соколин, В.Л. Российский статистический ежегодник, 2007: Стат.сб./Росстат. – Р76. – М., 2007. – 825 с.
5. Соколин, В.Л. Российский статистический ежегодник, 2009: Стат.сб./Росстат. – Р76. – М., 2009. – 795 с.
6. Суринов, А.Е. Российский статистический ежегодник, 2012: Стат.сб./Росстат. – Р76. – М., 2012. – 786 с.
7. Суринов, А.Е. Российский статистический ежегодник, 2014: Стат.сб./Росстат. – Р76. – М., 2014. – 693 с.
8. Суринов, А.Е. Российский статистический ежегодник, 2016: Стат.сб./Росстат. – Р76. – М., 2016. – 725 с.
9. Суринов, А.Е. Российский статистический ежегодник, 2018: Стат.сб./Росстат. – Р76. – М., 2018. – 694 с.
10. Малков, П.В. Российский статистический ежегодник, 2020: Стат.сб./Росстат. – Р76. – М., 2020. – 700 с.

References

1. Konstitutsiya RF [Electronic resource]. – Access mode : http://www.consultant.ru.
2. Prognoz dolgosrochnogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 g. Rasporyazheniye Pravitel'stva RF № 2816-r ot 06.10.2021 [Electronic resource]. – Access mode : http://www.consultant.ru.
3. Sokolin, V.L. Rossiyskiy statisticheskiy yezhegodnik, 2005: Stat.sb./Rosstat. – R76. – M., 2005. – 819 s.
4. Sokolin, V.L. Rossiyskiy statisticheskiy yezhegodnik, 2007: Stat.sb./Rosstat. – R76. – M., 2007. – 825 s.
5. Sokolin, V.L. Rossiyskiy statisticheskiy yezhegodnik, 2009: Stat.sb./Rosstat. – R76. – M., 2009. – 795 s.
6. Surinov, A.Ye. Rossiyskiy statisticheskiy yezhegodnik, 2012: Stat.sb./Rosstat. – R76. – M., 2012. – 786 s.
7. Surinov, A.Ye. Rossiyskiy statisticheskiy yezhegodnik, 2014: Stat.sb./Rosstat. – R76. – M., 2014. – 693 s.

8. Surinov, A.Ye. Rossiyskiy statisticheskiy yezhegodnik, 2016: Stat.sb./Rosstat. – R76. – M., 2016. – 725 s.
9. Surinov, A.Ye. Rossiyskiy statisticheskiy yezhegodnik, 2018: Stat.sb./Rosstat. – R76. – M., 2018. – 694 s.
10. Malkov, P.V. Rossiyskiy statisticheskiy yezhegodnik, 2020: Stat.sb./Rosstat. – R76. – M., 2020. – 700 s.

© В.М. Никоноров, 2024

УДК 338.2

С.Ю. АБРАМОВ, Т.И. ЛЕОНОВА
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», г. Санкт-Петербург

ПРИНЦИПЫ И МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «УМНЫЙ ГОРОД»

Ключевые слова: качество; проекты; стандарты; умный город; устойчивое развитие городов; цифровизация.

Аннотация. Цель исследования заключается в формировании организационно-методических основ управления качеством проекта «Умный город». Задачи: рассмотрение основных положений стандартов ГОСТ Р ИСО 9000-2015, ГОСТ Р ИСО 10006-2019 и ГОСТ Р ИСО 37120-2020 применительно к теме исследования; уточнение принципов и построение модели управления качеством реализации проекта «Умный город» с учетом требований общепринятых стандартов. В данной работе авторами подтвердилась гипотеза о возможности применения требований отечественных и международных стандартов для формирования организационно-методических основ управления качеством проекта «Умный город». Основой исследования выступили общенаучные и специальные методы познания. В результате авторами сформированы организационно-методические основы, включающие принципы и модель управления качеством реализации проекта «Умный город».

Введение

Построение и развитие «Умных городов» является глобальным трендом трансформации городов в соответствии с потребностями современного общества. Заинтересованность государственных органов и органов местного самоуправления в построении и развитии таких городов обуславливается появлением принципиально новых возможностей повышения эффективности управления и удовлетворения потребностей горожан при помощи инноваций и цифровых технологий, удовлетворения потребностей разных групп граждан при непосредственном включении их в процессы создания и управления новыми городскими пространствами и объектами. Для бизнеса «умные города» открывают существенные рыночные возможности оказания новых и повышения качества существующих услуг. Непосредственно для современного человека, проживающего в городе, технологии «Умного города» должны удовлетворять его потребности в безопасности, доступности, комфорте и самореализации. «Умные города» могут способствовать улучшению здоровья населения, обеспечивать более чистую окружающую среду, повышать мобильность населения, улучшать комфортность условий проживания, снижать уровень преступности. «Умные города» могут создавать новый тип цифровых городских общин и повышать социальную сплоченность. Технологии «умного города» способствуют повышению эффективности местных рынков труда и снижению стоимости жизни в существующих городах. Цифровая трансформация экономики, а также обеспечение комфортной и безопасной среды для жизни населения являются одними из национальных целей России до 2030 г. в соответствии с Указом Президента РФ от 21.07.2020 г. № 474. Если изначально основной интерес в развитии «Умных городов» был у крупных технологических компаний и операторов связи, то сегодня заинтересованность в развитии «Умных городов» все больше проявляют органы государственной власти РФ. Для достижения вышеуказанных национальных целей в числе прочих реализуется проект «Умный город» по цифровизации городского хозяйства для обеспечения устойчивого развития городов и повышения качества жизни населения, являющего-

ся ведомственным проектом Минстроя РФ [1]. Несмотря на наличие множества нормативных правовых актов, методических рекомендаций, национальных и международных стандартов, исследований отечественных и зарубежных ученых на сегодняшний день отсутствует комплексное исследование, посвященное рассмотрению организационно-методических основ управления качеством реализации проекта «Умный город» [1–5].

Результаты

Целью процесса управления качеством реализации проекта «Умный город» является достижение высокого качества процессов и результатов проекта по обеспечению устойчивого социально-экономического развития городов путем совершенствования и внедрения цифровых технологий в городскую среду в соответствии с актуальными потребностями заинтересованных сторон, в частности населения городов, государства, бизнеса и общества, выполнение которых ведет в конечном счете к удовлетворенности заинтересованных сторон качеством проекта и повышению качества жизни населения в целом. Задачи, обеспечивающие достижение цели, декомпозируются на два направления: 1) создание благоприятных условий для построения, развития и управления «Умными городами» в России и связанных с ними системных преобразований на всех уровнях государственного и муниципального управления; 2) комплексное развитие инфраструктуры «Умных городов» в России на основе онтологической модели деятельности «Умного города».

Основные принципы управления качеством реализации проекта «Умный город» являются руководящим началом для определения содержания концепций «Умного города», а также построения, развития и управления «Умным городом». В соответствии с положениями стандарта ГОСТ Р ИСО 9000-2015 общими принципами менеджмента качества являются: ориентация на потребителя; лидерство; взаимодействие людей; процессный подход; улучшение; принятие решений, основанных на свидетельствах; менеджмент взаимоотношений. В дополнение к вышеперечисленному необходимо учитывать социальные и технологические принципы управления качеством реализации проекта «Умный город».

Социальные принципы управления качеством реализации проекта «Умный город» следующие.

1. Ориентация на человека и его потребности. В основе деятельности по построению, развитию и управлению «Умными городами» лежит фокусировка на решении задачи улучшения условий для работы и жизни человека, создания новых возможностей для развития и реализации человеческого капитала с помощью цифровых технологий на конкретной территории.

2. Участие жителей в управлении городом. В «Умном городе» жители активно участвуют в стратегическом и оперативном управлении городом, а также инициируют и принимают участие в реализации проектов по его развитию. Для этого создаются инструменты электронного участия горожан в управлении городом и принятии решений по общегородским вопросам. Развиваются и используются инструменты обеспечения открытого диалога между государственными органами, органами местного самоуправления, горожанами, бизнес-сообществом и некоммерческими организациями. Используются цифровые сервисы сбора мнений горожан, общественного контроля за работой городских служб, проведения электронных референдумов на всех уровнях (от голосования по вопросам управления многоквартирным домом до управления городом), а также цифровые сервисы краудсорсинговых систем.

3. Вовлеченность всех заинтересованных сторон в городское развитие и согласованность их интересов. В деятельность, направленную на построение, развитие и управление «Умным городом» вовлекается максимальное число заинтересованных сторон, включая государственные органы и органы местного самоуправления, экспертные и научные организации, бизнес, жителей города. За счет аккумулирования ресурсов заинтересованных сторон происходит усиление стратегических возможностей для достижения общих целей развития города.

4. Использование экономических эффектов «Умного города» для развития территории (экономика сервиса). Бюджетные средства, сэкономленные или полученные благодаря использованию подсистем и иных информационно-технологических решений «Умного города» и сопутствующей перестройке процессов оказания государственных и муниципальных услуг и городского управления, должны по возможно-

сти направляться на дальнейшее развитие «Умного города». Экономика сервиса предполагает введение системы контроля качества городских процессов и услуг с помощью цифровых технологий.

5. Оперативность и прозрачность принятия управленческих решений. В основе системы управления «Умным городом» лежит принятие управленческих решений с учетом важнейших взаимосвязанных и взаимозависимых факторов, которые определяются на основе анализа актуальных данных о городе, обеспечения решения задач городского управления и достижения целей, определенных документами стратегического планирования.

6. Бережливое планирование и управление городскими ресурсами. Цифровые инструменты управления, развиваемые в «Умном городе», должны быть направлены на обеспечение непрерывного улучшения процессов управления городскими ресурсами и сокращение потерь ресурсов, а также времени протекания процессов, обеспечение более точного городского планирования в соответствии с потребностями и возможностями конкретного города. Внедрение системы онлайн-мониторинга должно давать органам управления городом полное представление о функционировании городских систем и возможность контролировать ситуацию в городе.

7. Устойчивое развитие и рациональное использование городских ресурсов. «Умный город» стремится к устойчивому развитию – балансу экономического и социального развития, при котором минимизируется негативное воздействие на окружающую среду для повышения качества жизни населения. Таким образом, используемые и внедряемые в «Умном городе» решения в первую очередь направлены на обеспечение рационального использования природных, энергетических, бюджетных, управленческих и иных городских ресурсов.

8. Цифровые технологии для создания комфортной и безопасной городской среды. В «Умном городе» общественные пространства должны соответствовать потребностям современного горожанина. При организации общественных пространств, включая площади, скверы, парки, набережные и пешеходные зоны обязательно обеспечение безопасности, удобства и благоустройства в соответствии с потребностями разных категорий горожан, включая инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. Реализуемые проекты «Умного города» в части создания комфортной и безопасной среды должны учитывать эти требования и дополняться современными цифровыми технологиями, которые помогают экономить время горожан и обеспечивать комфортные условия проживания.

Технологические принципы управления качеством реализации проекта «Умный город» следующие.

1. Комплексность и системность построения и развития «Умного города». В ходе построения и развития «Умного города» используется системный подход, основанный на рассмотрении города как единой системы, состоящей из интегрированной совокупности подсистем и процессов управления. Характерными чертами данного подхода являются динамичность и адаптивность построения и развития «Умного города», целостность и возможность декомпозиции объектов управления для развития информационно-технологической инфраструктуры «Умного города».

2. Технологичность городской инфраструктуры и доступность данных для решения городских задач. Технологичность городской инфраструктуры обеспечивается широким применением устройств телеметрии, контроля и мониторинга, которые генерируют потоки данных, необходимые для решения задач городского управления. Внедряемая индивидуальная платформа «Умный город» направлена главным образом на работу с этими данными и синхронизацию их с различными реестрами, справочниками и информационными системами. В связи с этим существенно возрастает роль данных и повышаются требования к их качеству и доступности для заинтересованных сторон, что делает необходимым определение на основе анализа требований к цифровым сервисам и нормативное закрепление процесса получения и обмена данными в контуре цифровой платформы «Умный город».

3. Ориентированность на удовлетворение потребностей населения и бизнеса, устойчивое развитие, постоянное совершенствование процессов городского управления и предоставления цифровых сервисов в «Умном городе». Информационно-технологическая инфраструктура «Умного города» открыта для изменений и учитывает возможности перспективного развития и

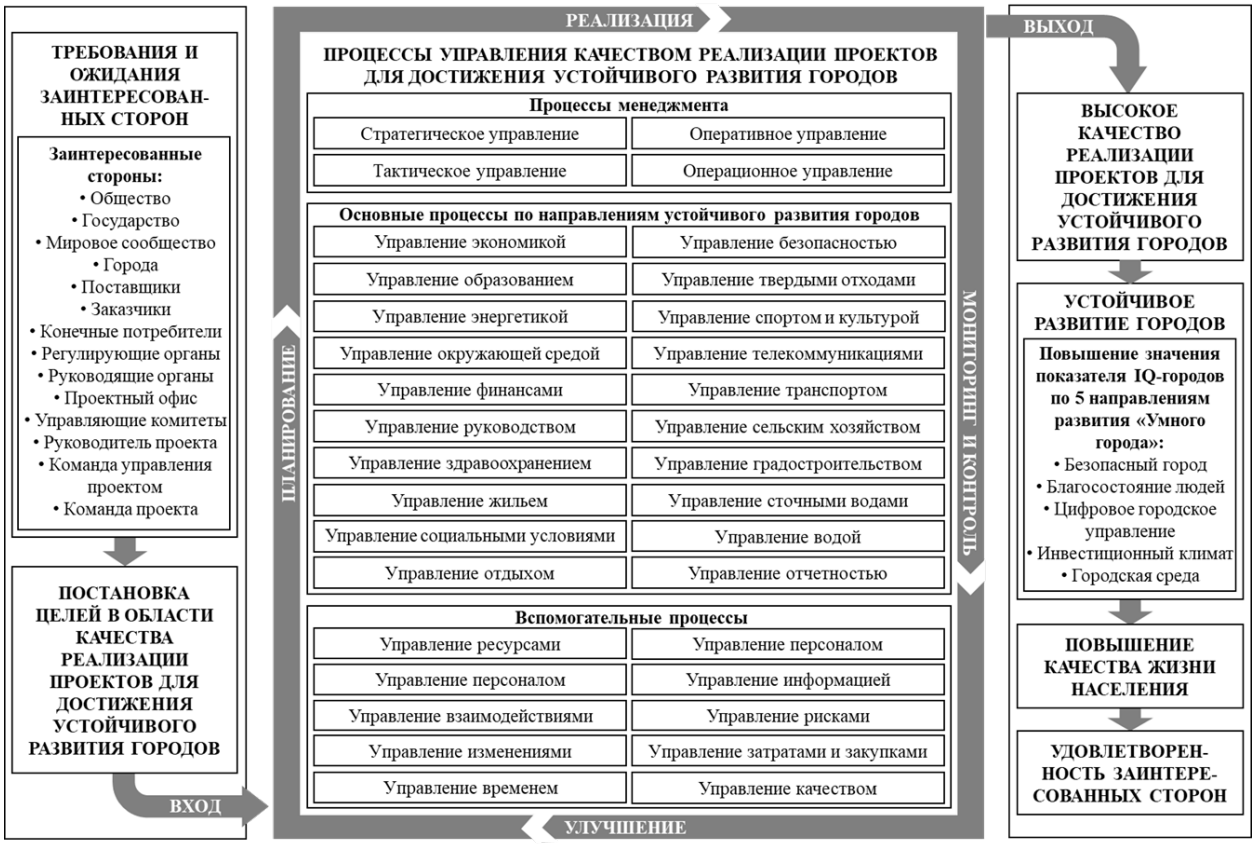

Рис. 1. Модель управления качеством реализации проекта «Умный город» (разработана авторами)

дооснащения элементов информационно-технологической инфраструктуры «Умного города» в рамках научно-технического развития и появления новых потребностей общества. В «Умном городе» постоянно осуществляется мониторинг качества и доступности объектов инфраструктуры и цифровых сервисов путем самоанализа и получения обратной связи от основных групп потребителей. По результатам мониторинга инициируются мероприятия и (или) проекты по развитию соответствующих объектов инфраструктуры и (или) цифровых сервисов. Также анализируются возможности по их дальнейшему использованию в зависимости от новых потребностей и запросов заинтересованных сторон.

4. Развитие и многоцелевое использование объектов физической инфраструктуры. В основе существующих и создаваемых объектов инфраструктуры «Умного города» лежит доступность для заинтересованных сторон, которые участвуют в подготовке и реализации проектов «Умного города». Бизнесу необходимо предоставлять возможность доступа к этим объектам для оказания услуг и развития цифровых сервисов. Построение и развитие «Умного города» предполагает создание технических и правовых возможностей совместного использования объектов создаваемой и существующей физической инфраструктуры города (здания и сооружения, инженерно-технические объекты, объекты благоустройства и прочее), а также данных городских датчиков и систем мониторинга для решения задач различных заинтересованных сторон. Многоцелевое использование объектов инфраструктуры города и данных повышает экономическую эффективность от использования как сформированной, так и создаваемой инфраструктуры «Умного города».

5. Целенаправленность внедрения и развития каждого отдельного информационно-технологического решения «Умного города». Внедрение и развитие каждой отдельной подсистемы или иного информационно-технологического решения «Умного города» должны нести в себе положительные эффекты для макси-

мального числа выгодоприобретателей, которые могут выражаться в сокращении бюджетных расходов, увеличении поступлений в бюджеты разных уровней, положительной динамике показателей социально-экономического развития территории, создании условий для развития малого и среднего бизнеса, самозанятости населения, росте удовлетворенности граждан, а также в повышении показателей качества жизни горожан.

6. Безопасность и надежность функционирования систем «Умного города». Ключевые подсистемы и иные информационно-технологические решения «Умного города» должны быть защищены от возможных угроз, способны автономно работать в аварийном режиме. Подробные требования к безопасности и надежности подсистем и иных решений «Умного города» определяются соответствующим соглашением между органами управления городом, оператором и провайдерами цифровых сервисов.

7. Применение онтологической модели для построения, развития и управления «Умным городом». В качестве основного инструмента построения и развития как информационно-технологической инфраструктуры «Умного города», так и его индивидуальной платформы используется индивидуальная онтологическая модель деятельности «Умного города». Такая модель предназначена для единого унифицированного системно-структурного описания деятельности «Умного города» в интересах ее последующей модернизации и трансформации, а также для онтологического обеспечения процесса проектирования и разработки систем поддержки принятия решения, иных информационных систем и цифровых сервисов.

На основе принципов менеджмента качества согласно ГОСТ Р ИСО 9000-2015 (в том числе с учетом определения заинтересованных сторон, применения процессного подхода и цикла Деминга (***PDCA***), процессов менеджмента качества проекта согласно ГОСТ Р ИСО 10006-2019, а также показателей городских услуг и качества жизни согласно ГОСТ Р ИСО 37120-2020) авторами разработана Модель управления качеством реализации проекта «Умный город», представленная на рис. 1. Входами в процессы управления качеством реализации проектов для достижения устойчивого развития городов являются требования и ожидания заинтересованных сторон, а именно: общества, государства, мирового сообщества, городов, поставщиков, заказчиков, конечных потребителей, регулирующих органов, руководящих органов, проектного офиса, управляющих комитетов, руководителя и команды проекта. Перечень требований и ожиданий является основой при постановке целей в области качества реализации проектов.

Поставленные цели далее достигаются посредством реализации процессов, перечень которых разделен в соответствии с общей теорией менеджмента на три категории: 1) процессы управления; 2) основные процессы; 3) вспомогательные процессы. Данные процессы осуществляются в рамках цикла Деминга (***PDCA***), а именно: планирования, реализации, мониторинга (контроля) и актуализации. На выходе обеспечивается повышение значения показателя *IQ*-городов по пяти направлениям развития «Умного города»: это в первую очередь удовлетворенность заинтересованных сторон, повышение качества жизни населения в целом за счет обеспечения высокого качества реализации проектов.

Заключение

В современном мире города становятся центрами инноваций, социальной активности и экономического развития. В условиях стремительных изменений, вызванных глобальными вызовами и технологическими прорывами, вопрос устойчивого развития городов становится приоритетным для общественных и государственных структур. Этот процесс требует не только внедрения современных технологий и совершенствования инфраструктуры, но и повышения качества управления проектами, направленными на достижение устойчивых результатов в развитии городов. В данной работе автором сформированы организационно-методические основы управления качеством проекта «Умный город», в том числе: 1) рассмотрены основные положения стандартов ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ Р ИСО 10006-2019 и ГОСТ Р ИСО 37120-2020 применительно к теме исследования; 2) уточнены принципы управления качеством реализации проекта «Умный город»; 3) разработана модель управления качеством реализации проекта «Умный город» с учетом требований общепринятых стандартов.

Список литературы

1. Абрамов, С.Ю. Проблемы формирования качества проектов устойчивого развития городов в условиях цифровизации экономики / С.Ю. Абрамов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 6. – № 11(140). – С. 125–131.
2. Абрамов, С.Ю. Основы управления качеством реализации проектов устойчивого развития городов / С.Ю. Абрамов // Глобальный научный потенциал. – 2023. – Т. 1. – № 12(153). – С. 201–206.
3. Варфоломеева, М.Ю. Устойчивое развитие автономно-территориальных образований на основе повышения качества управления инновационной сферой / М.Ю. Варфоломеева, А.П. Ястребов // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 11(9). – С. 1246–1251.
4. Горбашко, Е.А. Управление качеством в эпоху глобальной цифровизации / Е.А. Горбашко, Н.А. Бонюшко, А.А. Семченко. – СПб : Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 171 с.
5. Леонова, Т.И. Инновационные технологии в управлении качеством / Т.И. Леонова, Л.В. Виноградов, В.С. Бурылов. – СПб : Изд-во СПбГЭУ, 2021. – 134 с.

References

1. Abramov, S.YU. Problemy formirovaniya kachestva proyektov ustoychivogo razvitiya gorodov v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki / S.YU. Abramov // Ekonomika i upravleniye: problemy, resheniya. – 2023. – T. 6. – № 11(140). – S. 125–131.
2. Abramov, S.YU. Osnovy upravleniya kachestvom realizatsii proyektov ustoychivogo razvitiya gorodov / S.YU. Abramov // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2023. – T. 1. – № 12(153). – S. 201–206.
3. Varfolomeyeva, M.YU. Ustoychivoye razvitiye avtonomno-territorial'nykh obrazovaniy na osnove povysheniya kachestva upravleniya innovatsionnoy sferoy / M.YU. Varfolomeyeva, A.P. Yastrebov // Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii. – 2017. – № 11(9). – S. 1246–1251.
4. Gorbashko, Ye.A. Upravleniye kachestvom v epokhu global'noy tsifrovizatsii / Ye.A. Gorbashko, N.A. Bonyushko, A.A. Semchenko. – SPb : Izd-vo SPbGEU, 2021. – 171 s.
5. Leonova, T.I. Innovatsionnyye tekhnologii v upravlenii kachestvom / T.I. Leonova, L.V. Vinogradov, V.S. Burylov. – SPb : Izd-vo SPbGEU, 2021. – 134 s.

© С.Ю. Абрамов, Т.И. Леонова, 2024

УДК 005

М.М. ЖЕЛЕЗКО, Г.О. САМОХВАЛ, А.Н. КУЗЯШЕВ, Ю.Я. РАХМАТУЛЛИН
АНО ВО «Российский новый университет»;
НГОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», г. Москва

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ: СТРАТЕГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ключевые слова: государственное управление; государственные услуги; информационные технологии; цифровое правительство; электронное правительство.

Аннотация. Цели и задачи исследования заключаются в определении предпосылок цифровизации государственных (муниципальных) услуг, а также основных принципов и элементов архитектуры цифрового правительства и требующихся решений в процессе перехода к нему. Результаты исследования: в статье рассмотрены вопросы перехода государственного управления в цифровой формат, электронного правительства и внедрения цифровых технологий с помощью расчетно-конструктивного, абстрактно-логического, монографического и других методов.

В современном экономическом пространстве наблюдается эпоха значительных трансформаций, обусловленных активной цифровизацией. Данный процесс оказывает существенное воздействие на структурные характеристики экономики, модели бизнес-процессов и механизмы взаимодействия между государственными структурами и обществом.

В контексте цифровой трансформации данные приобретают ключевое значение, обеспечивая фундамент для принятия управленческих решений на всех уровнях. Это предъявляет повышенные требования к государственным органам в части интеграции передовых технологических решений и развития новых компетенций, связанных с обработкой и аналитической интерпретацией больших объемов данных.

Переход к цифровой экономике также предусматривает трансформацию форм взаимодействия между государственными структурами, бизнесом и гражданами. Внедрение электронного правительства, создание цифровых платформ для предоставления государственных и муниципальных услуг, а также развитие электронной демократии становятся основополагающими элементами новой модели государственного управления. Развитие цифровой инфраструктуры, обеспечивающее широкую доступность и высокий уровень безопасности цифровых сервисов, выступает важным аспектом данной трансформации.

В последние десятилетия мир наблюдает активное реформирование системы государственного управления, которое является ответом на комплексные вызовы современности. Развитие цифровых технологий, искусственного интеллекта, больших данных и автоматизации процессов стало катализатором для глобальных изменений в подходах к государственному управлению.

Важным направлением реформ является децентрализация власти, которая предоставляет местным органам управления больше полномочий и ресурсов для решения локальных задач. Это способствует повышению оперативности принятия решений и их большей адаптированности к специфике и потребностям конкретных территорий.

Также значительное внимание уделяется развитию электронного правительства, которое предполагает переход к цифровому предоставлению государственных и муниципальных услуг. Это не только упрощает взаимодействие граждан с государством, но и существенно повышает эффективность управленческих процессов за счет сокращения бюрократии и автоматизации рутинных операций [2].

Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.» были заложены амбициозные ориентиры для трансформации страны в соответствии с требованиями и вызовами современной цифровой экономики. Данный документ определил ключевые направ-

Рис. 1. Основные принципы и элементы архитектуры цифрового правительства

ления для государственной политики и стратегического планирования, акцентируя внимание на необходимости комплексного развития цифровой инфраструктуры и обеспечения высокого уровня цифровой грамотности населения.

Внедрение цифровых технологий охватывает широкий спектр направлений, включая (но не ограничиваясь) автоматизацию процессов, создание единой цифровой платформы для предоставления государственных услуг и др. Реализация указанных задач требует скоординированных усилий всех уровней власти, а также активного вовлечения частного сектора и гражданского общества. Нацеленность на достижение поставленных в Указе целей и задач открывает перед Российской Федерацией перспективы стать одним из лидеров мировой цифровой экономики, обеспечивает устойчивое развитие страны, повышает качество жизни ее граждан и укрепляет ее позиции на международной арене [2].

Развитие и внедрение цифровых информационных платформ, а также использование сквозных цифровых технологий являются ключевыми элементами в создании более эффективной системы государственного управления и улучшении межведомственного взаимодействия.

Особое внимание в этом контексте заслуживает принцип объединенного правительства, подразумевающего тесное взаимодействие различных уровней власти и органов управления на основе общедоступных цифровых платформ. Стратегия развития информационного общества и принятие государственной программы «Информационное общество» в Российской Федерации заложили основу для комплексной цифровизации государственного управления.

Внедряемые инициативы служат основой для трансформации государственного управления в направлении его большей открытости и результативности, что способствует повышению качества государственных услуг и усилению взаимодействия между государственными структурами, гражданским обществом и бизнес-сообществом.

В контексте реализации обозначенной государственной программы выделяется стратегическая задача обеспечения универсальной доступности государственных услуг для широких слоев населения.

Реализация комплексной государственной программы, ориентированной на охват всех сфер деятельности человека, требует координированной работы всех уровней государственной власти и активного вовлечения гражданского общества. Такой комплексный подход способствует формированию фундамента для устойчивого развития государства, повышения качества жизни населения и эффективного взаимодействия между государством и обществом.

Важным аспектом данных усилий является развитие электронного правительства, обеспечивающего доступность государственных услуг в цифровом формате. С момента начала реализации государственной программы «Информационное общество» наше государство достигло значительного прогресса в становлении и развитии электронного правительства, которое предусматривало оказание государственных услуг в электронном формате [5].

В рамках стратегических усилий по пере-

ориентации государственного управления и общественного обслуживания на цифровые рельсы Российская Федерация приняла новую Стратегию развития информационного общества на период 2017–2030 гг. Центральное место в Стратегии отведено задаче повышения эффективности государственного управления посредством глубокой интеграции цифровых технологий в процессы взаимодействия государственных органов с населением и представителями власти [2].

Важным аспектом стратегии является также стимулирование развития отечественных технологий и платформ, что не только поддержит национальную экономику, но и обеспечит независимость и безопасность обработки и хранения данных граждан и государства [3].

Основной целью реализации стратегии является преобразование в цифровой формат предоставления государственных (муниципальных) услуг на всех стадиях от момента обращения до момента получения результата. Основные принципы и элементы архитектуры цифрового правительства представлены на рис. 1.

Важной составляющей развития цифрового правительства можно определить деятельность, направленную на объединение данных и услуг на едином цифровом портале. Значительная часть стратегий по формированию цифрового правительства подразумевает создание единого портала, позволяющего осуществлять операции без перенаправления на иные информационные ресурсы [4; 6].

Для формирования «цифрового правительства» требуется взаимодействие и объединение всех органов власти [5]. 29 февраля 2024 г. президент России Владимир Путин в ходе оглашения послания Федеральному собранию объявил о запуске национального проекта «Экономика данных». По его словам, нацпроект «Экономика данных» направлен на комплексное решение проблем, которые появляются в процессе цифровизации. Кроме того, выступая с посланием к Федеральному собранию, Владимир Путин назвал искусственный интеллект важным элементом цифровых платформ, и в этой сфере Россия должна быть самодостаточной и конкурентоспособной.

Важный элемент, информационная безопасность, проходит через все направления. На период действия проекта «Цифровая экономика данных» с 2025 по 2030 гг. заложены меры информационной безопасности, которые будут предусмотрены на этапах создания ИТ-решений.

Исходя из этого, возможно говорить о создании предпосылок для преобразования «сервисной» модели государственного управления «в модель объединенного правительства», которое комплексно может решать различного рода задачи в процессе развития цифровой экономики.

Список литературы

1. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы: Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2017. – № 20. – С. 2901.

2. Асаткин, Т.М. Цифровая трансформация государственного управления / Т.М. Асаткин. – М. : ДПК Пресс, 2018. – 230 с.

3. Баянова, Л.Н. Оценка инвестиционной привлекательности Республики Башкортостан / Л.Н. Баянова, Ю.Р. Лутфуллин, Ю.Я. Рахматуллин // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 4(106). – С. 104–106.

4. Ермаков, В.Г. Правовое обеспечение внедрения информационно-коммуникационных технологий в государственном управлении / В.Г. Ермаков, Е.М. Бледнова // Государство и общество: вчера, сегодня, завтра. Серия: Право. – 2012. – № 8(3). – С. 86–94.

5. Рыбакова, М.В. Цифровые технологии в современной системе государственной службы / М.В. Рыбакова, Н.А. Иванова // Социология. – 2022. – № 2. – С. 271–280.

6. Саитгареева, Р.Ш. Электронное обучение с применением технологий 1С / Р.Ш. Саитгареева, А.Н. Кузяшев // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации : Материалы Семнадцатой открытой Всероссийской конференции, Новосибирск, 16–17 мая 2019 года / Ответственный редактор А.В. Альминдеров. – Новосибирск : Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2019. – С. 422–424.

7. Шишова, О.В. Информационные системы в государственном управлении / О.В. Шишова. –

Екатеринбург : Радуга, 2018. – 252 с.

References

1. O Strategii razvitiya informatsionnogo obshchestva v Rossiyskoy Federatsii na 2017–2030 gody: Ukaz Prezidenta RF ot 9 maya 2017 g. № 203 // Sobr. zakonodatel'stva Ros. Federatsii. – 2017. – № 20. – S. 2901.
2. Asatkin, T.M. Tsifrovaya transformatsiya gosudarstvennogo upravleniya / T.M. Asatkin. – M. : DPK Press, 2018. – 230 s.
3. Bayanova, L.N. Otsenka investitsionnoy privlekatel'nosti Respubliki Bashkortostan / L.N. Bayanova, YU.R. Lutfullin, YU.YA. Rakhmatullin // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2020. – № 4(106). – S. 104–106.
4. Yermakov, V.G. Pravovoye obespecheniye vnedreniya informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologiy v gosudarstvennom upravlenii / V.G. Yermakov, Ye.M. Blednova // Gosudarstvo i obshchestvo: vchera, segodnya, zavtra. Seriya: Pravo. – 2012. – № 8(3). – S. 86–94.
5. Rybakova, M.V. Tsifrovyye tekhnologii v sovremennoy sisteme gosudarstvennoy sluzhby / M.V. Rybakova, N.A. Ivanova // Sotsiologiya. – 2022. – № 2. – S. 271–280.
6. Saitgareyeva, R.SH. Elektronnoye obucheniye s primeneniyem tekhnologiy 1S / R.SH. Saitgareyeva, A.N. Kuzyashev // Prepodavaniye informatsionnykh tekhnologiy v Rossiyskoy Federatsii : Materialy Semnadtsatoy otkrytoy Vserossiyskoy konferentsii, Novosibirsk, 16–17 maya 2019 goda / Otvetstvennyy redaktor A.V. Al'minderov. – Novosibirsk : Novosibirskiy natsional'nyy issledovatel'skiy gosudarstvennyy universitet, 2019. – S. 422–424.
7. Shishova, O.V. Informatsionnyye sistemy v gosudarstvennom upravlenii / O.V. Shishova. – Yekaterinburg : Raduga, 2018. – 252 s.

© М.М. Железко, Г.О. Самохвал, А.Н. Кузяшев, Ю.Я. Рахматуллин, 2024

УДК 332.145:658.5

Д.С. СМОЛИНА, О.В. СОРВИНА
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УСЛУГ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО КЛАСТЕРА

Ключевые слова: качество услуг в туризме; региональное развитие территорий; туризм; туристский кластер.

Аннотация. Целью исследования является построение многоуровневой системы контроля качества услуг туристско-рекреационного кластера. Основной задачей является выявление уровней контроля качества для туристско-рекреационного кластера. В качестве основной гипотезы исследования выделяется необходимость многоуровневого контроля качества услуг, предоставляемых любым туристско-рекреационным кластером. В исследовании использованы аналитические методы обработки теоретической и статистической информации. В качестве достигнутых результатов можно отметить выведение трехуровневой системы контроля качества услуг в туристско-рекреационном кластере без построения персонализированной модели их внедрения.

Несмотря на то, что история туризма насчитывает не одну тысячу лет, проблемы развития данной отрасли зачастую стоят наиболее остро. Высокий уровень конкуренции среди участников туристического рынка независимо от страны и территории делает условия существования туристических организаций достаточно тяжелыми с точки зрения экономической рентабельности и окупаемости на разных этапах существования организации. Здесь речь идет о сезонности самой сферы, выходе на рынок более опытных и известных конкурентов, сложностях с рекламой и логистикой, а также с человеческим психологическим фактором.

Особое внимание туристической сфере в Российской Федерации стали уделять с 2011 г., с принятием на Заседании Президиума Правительства Российской Федерации, состоявшемся 28 июля 2011 г., федеральной целевой программы «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2011–2018 гг.)» [3]. Это связано с огромным потенциалом в туристической области всех субъектов России, причем большинство из них могут назвать туризм в тройке основных отраслей, приносящих ключевой доход в бюджет, например, Краснодарский край, Ленинградская область, Московская область, Республика Татарстан.

Именно в вышеуказанной программе впервые принимается решение об организации территорий субъектов РФ, имеющих статус перспективного развития в области туризма и гостеприимства, в виде кластеров. Такое решение связано с целью уменьшить финансовые риски при вхождении на рынок для новых участников: как следствие, поддержка малого и среднего бизнеса, повышение сервиса за счет новых вливаний, увеличения индекса узнаваемости территорий, привлечение новых инвесторов и строительство туристских объектов в едином стиле и с единой тематикой.

За более чем десять лет развития кластерообразования в Российской Федерации понятие «туристский кластер» так и не было зафиксировано ни в одном правительственном документе.

Разнообразие трактовок понятия «туристский кластер» в научных исследованиях российских ученых последних пяти лет остается очень разнообразным. Следует отметить, что каждое из определений отражает конкретное назначение туристско-рекреационного кластера в экономической среде региона, которое определяет сложность и многогранность обозначенного принципа организации

Рис. 1. Динамика формирования туристско-рекреационных кластеров в Российской Федерации в период с 2011–2023 гг.

Рис. 2. Взаимодействие туристко-рекреационного кластера с поставщиками услуг

территорий.

Наиболее точным определением с точки зрения развития территорий в рамках региональной туристско-рекреационной системы можно считать адаптированное под современные условия А.Е. Бойко определение Монфорта, выведенное в рамках развития стратегии кластерообразования: «Туристский кластер – это совокупность различных по видам деятельности экономических агентов, географически сконцентрированных и взаимодействующих в производстве и реализации мультиатрибутивного туристского продукта по единой цепи: производители туристских услуг – поставщики специализированных услуг – поддерживающие организации – потребители туристских услуг» [1].

Если говорить о динамике формирования туристско-рекреационных кластеров, то следует отметить их стремительное увеличение. На рис. 1 представлена динамика формирования туристско-рекреационных кластеров в Российской Федерации с 2011 до 2023 гг.

Исходя из рис. 1 можно отметить, что наиболее интенсивный рост формирования туристско-рекреационных кластеров приходится на два этапа: первый с 2015 по 2018 гг. (присоединение Республики Крым, переход постолимпийских построек 2012 г. в общее пользование и развитие туризма в северных регионах страны) и второй период с 2019 по 2023 гг. (развитие туризма в Центральном федеральном округе (**ЦФО**), ковидные ограничения и санкционное давление с политики «закрытия границ» рядом ведущих стран в сфере туризма). Все это к 2024 г. сформировало 99 действующих по всей стране кластеров, которые получают финансирование как со стороны государства на различных уровнях, так и со стороны частных инвесторов.

На сегодняшний день действуют две основополагающие программы по развитию туризма

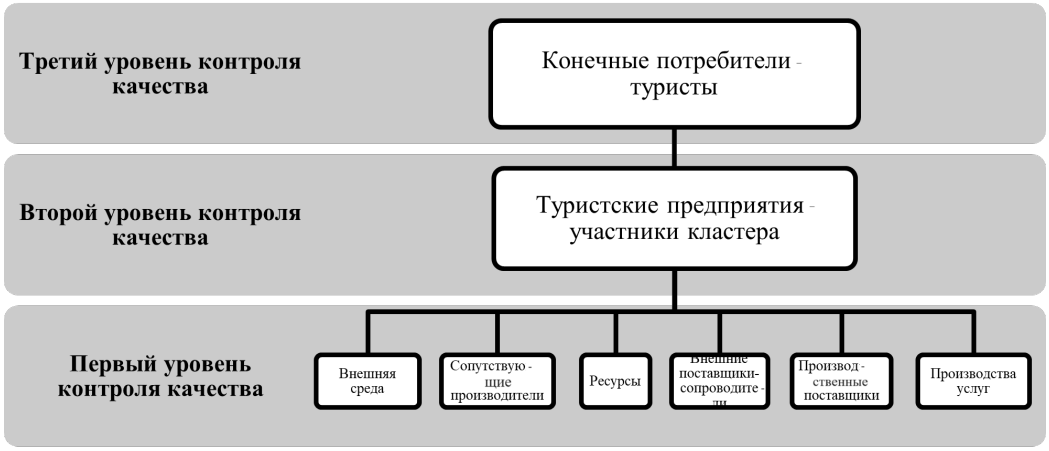

Рис. 3. Трехуровневая система управления контролем качества

в РФ: Федеральная целевая программа«Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2019–2025 гг.)» [4] и Госпрограмма «Развитие туризма» до 2030 г. [2]. Обе программы подразумевают кластерообразование как основную концепцию развития региональных территорий. Причем Госпрограмма «Развитие туризма» до 2030 г. предполагает только до 2024 г. финансовое обеспечение в размере 724 млрд рублей, из которых 168,4 млрд рублей – средства федерального бюджета, 75,8 млрд рублей – средства консолидированных бюджетов регионов, 542,1 млрд рублей – внебюджетные источники [2].

Все вновь образованные кластеры имеют одинаковую структуру, представленную на рис. 2.

Влияние на туристско-рекреационный кластер оказывают практически все сферы экономики региона. Так, следует отметить, что все компоненты, оказывающие внешнее влияние на деятельность кластера, носят первостепенный или вспомогательный характер. К первостепенным можно отнести пищевую промышленность, строительную сферу, культурное наследие и транспортную инфраструктуру. От всех четырех указанных отраслей промышленности зависит непосредственное впечатление туриста от посещения кластера: пищевая промышленность отвечает за питание, его качество и разнообразие; развитая строительная сфера гарантирует комфортное размещение и состояние объектов культуры и архитектуры на высшем уровне; обширное культурное наследие – совокупность ярких впечатлений и выбора; транспортная инфраструктура – грамотная логистика на всех этапах и комфортное перемещение в ходе посещения кластера.

К вспомогательным сферам экономики следует отнести оставшиеся три составляющих как возможности для развития: информационное обеспечение – это своевременное информирование туристов, статистика, *It*- и Интернет-технологии, распространение информации и современное рекламное сопровождение; медицинская отрасль – безопасность туристов и персонала и дополнительные возможности кластера в виде развития лечебного туризма; сельскохозяйственная промышленность, которая позволяет сократить логистику, использовать собственное производство, развивать экологический и сельский туризм внутри кластера.

Все вышеуказанные сферы экономики, принимающие участие в образовании, функционировании и развитии туристско-рекреационных кластеров, включают в себя следующие элементы: туристско-рекреационные ресурсы; туристские фирмы различных уровней реализации турпродукта (от составления до продажи); поставщики услуг трансфера, размещения, питания и развлечений и анимации; предприятия, обслуживающие туристов в качестве сопутствующих отраслей; условия факторов внешней среды, таких как климатические и географические особенности территорий, входящих в состав кластера, социально-экономическое развитие выбранных территорий, поддержка туристской деятельности органами

власти на различных уровнях и местным населением, нормативно-правовое регулирование между участниками кластера и его внешним окружением.

Но все составляющие кластеров и их взаимодействие направлены на единственную цель – удовлетворение потребностей потребителей через формирование и реализацию качественного туристского продукта. Данная цель может быть достигнута только через введение системы управления качеством внутри туристско-рекреационного кластера. Схема введения контроля качества представлена на рис. 3.

По предложенной схеме предполагается контроль качества на трех уровнях: первый – до формирования туристского продукта, второй – на этапе предоставления туристской услуги, третий – после получения услуги потребителями.

Контроль на первом уровне позволит выявить недостатки на этапе формирования самого продукта, отследить неподходящих поставщиков исходной продукции и сменить их при необходимости.

Контроль качества на втором уровне направлен на выявление погрешностей на этапе обслуживания самих потребителей. Данная мера позволит быстро адаптироваться к текущим потребностям потребителей и избежать негативных отзывов и впечатлений после получения услуги.

Постпродажный контроль (третий уровень) сможет помочь определиться с вектором потребностей потребителей и дать возможность максимально быстрой корректировки разработанного туристского продукта с учетом возможностей кластера и погрешностей восприятия туристом услуг и товаров под действием внешних факторов, не зависящих от условий внутри кластера.

Исходя из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что политика кластерообразования в регионах Российской Федерации развивается успешными темпами, что приводит к увеличению уровня сервиса, развитию перспективных туристских территорий, дополнительному финансированию субъектов России из разноуровневых источников, а также поддержке малого и среднего предпринимательства и, как итог, потенциальному увеличению внутреннего и внешнего турпотоков.

Список литературы

1. Бойко, А.Е. Методические аспекты формирования туристских кластеров / А.Е. Бойко // Вестник Национальной академии туризма. – 2010. – № 4(16). – С. 21–23.

2. Государственная программа «Развитие туризма». Сайт правительства Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://government.ru/docs/44285.

3. Федеральная целевая программа «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2011–2018 годы)». Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://tourism.gov.ru/documents/gosudarstvennye-programmy/gosudarstvennye-programmy-realizovannye-rosturizmom-do-2020-goda/federalnaya-tselevaya-programma-razvitie-vnutrennego-i-vezdnogo-turizma-v-rossiyskoy-federatsii-2011.

4. Федеральная целевая программа «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2019–2025 годы)». Сайт правительства Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://static.government.ru/media/files/FoFftF1dhGs4GZzEBPQtLCFVtBl2hHQD.pdf.

References

1. Boyko, A.Ye. Metodicheskiye aspekty formirovaniya turistskikh klasterov / A.Ye. Boyko // Vestnik Natsional'noy akademii turizma. – 2010. – № 4(16). – S. 21–23.

2. Gosudarstvennaya programma «Razvitiye turizma». Sayt pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii [Electronic resource]. – Access mode : http://government.ru/docs/44285.

3. Federal'naya tselevaya programma «Razvitiye vnutrennego i v"yezdnogo turizma v Rossiyskoy Federatsii (2011–2018 gody)». Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii

[Electronic resource]. – Access mode : https://tourism.gov.ru/documents/gosudarstvennye-programmy/gosudarstvennye-programmy-realizovannye-rosturizmom-do-2020-goda/federalnaya-tselevaya-programma-razvitie-vnutrennego-i-vezdnogo-turizma-v-rossiyskoy-federatsii-2011.

4. Federal'naya tselevaya programma «Razvitiye vnutrennego i v"yezdnogo turizma v Rossiyskoy Federatsii (2019–2025 gody)». Sayt pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii [Electronic resource]. – Access mode : http://static.government.ru/media/files/FoFftF1dhGs4GZzEBPQtLCFVtBl2hHQD.pdf.

© Д.С. Смолина, О.В. Сорвина, 2024

УДК 338.984

О.В. СОРВИНА, Т.Н. КУЛЕШОВА
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОЕКТА

Ключевые слова: акселерация; бизнес-проект; диагностика проекта; ситуационное управление; финансовая устойчивость; экспресс-скоринг.

Аннотация. Предмет – особенности построения индивидуальной траектории акселерации бизнес-проектов, формирование индивидуальной траектории акселерации проектов с использованием методов ситуационного анализа.

Цель – обоснование эффективности использования методов ситуационного управления для оптимизации стратегии развития промышленного проекта.

Методология: применялись анализ, синтез, аналогия, методы сравнения и группировки, методы математического моделирования.

Результаты: разработка научно-обоснованных рекомендаций по формированию стратегии развития промышленных проектов в рамках акселерационных программ с использованием методов ситуационного управления. Особенностями метода являются оценка текущего состояния проекта, выбор параметров оценки результативности стратегии и тактических решений возможных действий и на основе полученных результатов формирование рекомендаций по индивидуальной траектории акселерации проекта в рамках акселерационных программ и дальнейшей стратегии развития. Исходя из результатов расчетов, можно сформировать ранжированный список шагов по реализации стратегии управления проектом.

Выводы: предложенный подход позволяет комплексно подойти к процессу принятия управленческих решений, исходя из текущей ситуации оперативно корректировать траектории развития проекта в ходе работы с ним в акселерационной программе. Кроме того, он помогает определить направления, а также выработать последовательность действий, необходимых для формирования и/или поддержания финансовой устойчивости и инвестиционной привлекательности проекта. В статье представлена концепция весовых коэффициентов для учета различной степени влияния и усилий, необходимых для каждого выбранного шага на каждую выходную характеристику, что повышает точность оценки. Таким образом, эта статья закладывает основу для комплексного и адаптивного подхода к разработке проектов с помощью методов ситуационного управления. Предоставляя систематическую основу для принятия решений на основе тщательного анализа, представленная методология направлена на расширение возможностей менеджеров проектов в управлении стартап-проектами в промышленном секторе для достижения максимальных результатов в постоянно меняющейся среде.

Введение

Акселерация промышленных бизнес-проектов – это процесс ускорения развития и роста промышленных проектов. Он включает в себя применение стратегий, методов и инструментов, направленных на увеличение эффективности и конкурентоспособности бизнеса. Акселерация промышленных бизнес-проектов может включать в себя такие действия, как оптимизация производственных процессов, внедрение новых технологий, улучшение маркетинговых стратегий, поиск новых рынков и партнеров, а также привлечение инвестиций для расширения

производства. Целью акселерации являются достижение быстрого и устойчивого роста бизнеса, увеличение его прибыльности и укрепление его позиций на рынке.

В современном мире успешное развитие промышленных проектов требует не только технической компетенции, но и умения эффективно управлять в различных ситуациях. Методы ситуационного управления играют ключевую роль в построении стратегии развития промышленных проектов, позволяя адаптировать подход к управлению в зависимости от конкретной обстановки. В данной статье мы рассмотрим основные принципы и инструменты ситуационного управления, а также их применение в контексте промышленных проектов и сможем лучше понять, как эффективно строить стратегию развития проекта, учитывая переменчивость внешних и внутренних факторов, и достигать поставленных целей в динамичной промышленной среде.

В статье исследуется использование методов ситуационного управления для построения стратегии развития проекта. Предлагаемая методология призвана помочь лицам, принимающим решения, построить последовательность действий, приводящую к оптимальным результатам, а также корректировать тактические шаги через анализ ситуации с проектом в дискретные моменты времени. Предпосылкой предлагаемой методологии выступил периодический характер принятия управленческих решений, что требует набора процедур, включающих идентификацию ситуации, оценку текущей ситуации, всесторонний анализ возможных альтернатив для улучшения ситуации и выбор наиболее эффективного решения. Отличительная особенность предлагаемого подхода заключается в дискретном пространстве тенденций, позволяющем описывать ситуации изменения значений выходных характеристик при изменении входных параметров. Методология предлагается к применению в управлении стартап-проектами в промышленной сфере.

Для построения стратегии развития промышленного проекта необходимо на стадии диагностики выделить параметры финансовой модели проекта, изменение которых станет результатом акселерации [2].

Мы выдвигаем гипотезу о том, что эффективность использования методов ситуационного управления является целесообразной для оптимизации стратегии развития промышленного проекта. Ниже приведем обоснование нашего целевого предложения. Задачами исследования, доказывающими обоснование цели – использование методов ситуационного управления при построении стратегии развития промышленного проекта, могут быть следующие.

1. Анализ текущей ситуации на рынке и выявление основных трендов и факторов, влияющих на промышленный проект.
2. Оценка конкурентной среды и определение основных конкурентов, их стратегий и преимуществ.
3. Исследование потребностей и ожиданий потребителей, а также их отношение к продукции или услугам промышленного проекта.
4. Анализ внутренних ресурсов и возможностей проекта, включая кадровый потенциал, финансовые ресурсы, технологическую базу и др.
5. Определение ключевых рисков и угроз, которые могут повлиять на реализацию стратегии развития промышленного проекта.
6. Исследование возможностей для инноваций и внедрения новых технологий в производственные процессы.
7. Анализ правового и законодательного окружения, влияющего на деятельность промышленного проекта, и выявление возможных рисков и ограничений.
8. Оценка экономической эффективности различных стратегических альтернатив развития промышленного проекта.
9. Исследование возможностей для улучшения производственных процессов, оптимизации затрат и повышения качества продукции или услуг.
10. Определение ключевых показателей успеха и разработка системы мониторинга и оценки результатов реализации стратегии развития промышленного проекта. Мы считаем, что, применяя методы ситуационного управления, можно решить все поставленные выше задачи, используя их взвешенно.

Классическая финансовая модель содержит большое число параметров, причем многие из них не очевидны, например, динамика роста [3].

После определения параметров, которые будут изменены в ходе реализации стратегии развития проекта, необходимо перейти к тактическим решениям. При формировании тактического решения необходимо сформулировать пул воздействий, оказывающих влияние на вы-

$$R = \begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & \dots & M \\ \hline 2 & \square & \square & \square \\ \dots & \square & \square & \square \\ N & \square & \square & \square \end{array}$$

Рис. 1. Матрица воздействий

бранные параметры модели проекта.

Самые распространенные методы, используемые при формировании тактических решений, – это мозговой штурм, *SWOT*-анализ, *PESTEL*-анализ, метод сценариев, бенчмаркинг, метод дерева целей, проведение игровых симуляций для проверки стратегий и принятия решений в условиях неопределенности, что может помочь разработать более надежные стратегии развития. Использование одного или комбинации методов позволяет сформировать ряд параметров модели акселерации промышленного проекта.

Драйверами модели могут выступать только те параметры, на которые команда проекта может повлиять, а следовательно, и управлять. Ресурсы проекта обычно ограничены и важно выбрать воздействия на те параметры, которые принесут наибольший экономический эффект.

Д. Канеман в своей работе «Шум. Несовершенство человеческих суждений» [5] описывает принятие различными людьми разных решений при одинаковых внешних условиях. Это говорит о необходимости создания системы поддержки принятия управленческих решений, использующей в том числе математические методы. В предлагаемой методике предполагается, что в каждом цикле принятия управленческих решений должна выполняться совокупность процедур, связанных с идентификацией ситуации (состоянием проекта), оценкой текущей ситуации (исходя из внешних и внутренних факторов воздействия), анализом множества допустимых альтернатив, тактических решений и выбором из них наилучшего решения (или решений) [4].

Использование методов ситуационного управления позволит построить стратегию развития проекта исходя из возможностей изменения определенных метрик, степени их воздействия на результат и возможностей проекта в моменте анализа. Предлагаемый в статье метод позволит построить последовательность действий по развитию проекта, которые приведут к максимальному результату.

Множество метрик можно разделить на группы по следующим направлениям: финансовая перспектива, клиентская перспектива, перспектива внутренних процессов, кадровая перспектива (включая обучение и рост) [1; 8].

Множество метрик, описывающих состояние проекта, можно ограничить путем экспертного анализа, выбрав наиболее приоритетный в текущем моменте времени [7].

Ситуационный анализ объекта управления (**ОУ**) начинается с определения множества ситуаций. Целью информационного анализа являются описание ОУ, выявление механизмов, с помощью которых возможно влиять на его функционирование.

Входными управляемыми параметрами являются те параметры $X = \{x_1, x_2, ..., x_m\}$, $m = 1, M$, которые могут целенаправленно изменяться с помощью определенных регулирующих воздействий.

В качестве управляемых параметров можно взять множество тактических действий, которые надо совершить для изменения результатов работы проекта.

Обозначим множество выходных характеристик (показателей) через $P = \{p_1, p_2, ..., p_n\}$, $n = 1, N$. Характеристики вычисляются по модели работы проекта, оценку изменения наблюдаемых характеристик можно осуществлять по результатам измерений, наблюдений, статистики, либо по мнениям экспертов.

В случае если множество выходных параметров $P = \{p_1, p_2, ..., p_n\}$, $n = 1, N$ не равнозначно и параметр p_i более значим, чем, например p_j, можно ввести дополнительные весовые коэффициенты, позволяющие более точно оценить изменения в работе проекта по результатам внешних воздействий.

Можно заметить, что степень воздействия каждой из элементов X и усилие, требуемое

для ее внедрения, были различны. Поэтому для каждого входного параметра x_m установим весовые характеристики, показывающие степень его влияния на каждую из выходных характеристик p_n. Вес установим в диапазоне от 0 до 10, где 0 – отсутствует влияние, 10 – очень сильное влияние. Множество весовых коэффициентов R_{ij} $i = 1, M, j = 1, N$ будет представлять матрицу размерностью $M \times N$ [7] (рис. 1).

Сформировав матрицу воздействий, мы можем оценить, какое из изменений $X = \{x_1, x_2, ..., x_m\}$, $m = 1, M$ принесет наибольший эффект для развития проекта. Для этого суммируем значения по каждой строке.

Данные ранги верны в случае предположения, что все параметры $P = \{p_1, p_2, ..., p_n\}$ равнозначны. В противном случае каждый ранг необходимо умножить на весовой коэффициент его значимости.

Проранжировав тактические действия по степени влияния на развитие проекта, можно сформировать очередность их реализации. Однако при построении стратегии развития необходимо учесть еще и ресурсы проекта, необходимые для реализации выбранных шагов.

В рассматриваемом методе предлагается провести оценку (например, в денежном выражении) затрат для реализации гипотез.

Следующий шаг – оценка возможностей компании. Например, на текущий год для понимания достаточности ресурсов для реализации гипотез по изменениям.

В случае если не представляется возможным оценить финансово затраты на реализацию тактических действий, можно придать им весовые коэффициенты в зависимости от объема затрат и сложности реализации.

Обозначим через множество $S = \{s_1, s_2, ..., s_m\}$, $m = 1, M$ объем затрат, необходимых для реализации тактических действий. Вес элементов множества установим в диапазоне от 0 до 10, где 0 – отсутствуют затраты, 10 – очень высокие затраты. Для разграничения веса можно использовать экспертные оценки или создать таблицу весов, где каждому весу соответствуют различные суммы.

Обозначим через множество $Q = \{q_1, q_2, ..., q_m\}$, $m = 1, M$ сложности реализации каждого тактического действия. Вес коэффициентов установим в диапазоне от 0 до 10, где 0 – сложность отсутствует, 10 – очень сложно к реализации.

При формировании множеств R, S и Q можно воспользоваться оценками экспертов. Если в оценке принимает участие группа экспертов, то итоговой будет усредненная оценка.

Оценка ранга гипотезы будет проводиться по формуле:

$$z_m = \frac{R(x_m)}{s_m * q_m}.$$

Таким образом, проранжировав шаги по убыванию значения их ранга, мы можем сформировать последовательность действий, выбрав наиболее приоритетные.

В случае дискретного управления процедура принятия решения инициируется в определенные дискретные моменты времени t.

Сформируем множество управленческих действий D из множества X, сформировав последовательность действий исходя из того, какие принесут наибольший эффект с учетом затрат и сложности реализации.

Реализация остальных шагов может быть отложена до момента появления дополнительных ресурсов.

Итерация по формированию тактических действий X и множества R весовых коэффициентов влияния данных действий на определенные ранее выходные характеристики может повторяться в следующий момент времени t. Значения коэффициентов S и Q также могут быть пересмотрены с учетом изменения внешнего окружения проекта и его внутреннего состояния. Проводится расчет ранга новых тактических действий и выбираются те, чей ранг будет наиболее высоким [6].

Итак, в статье предлагается методология ситуационного управления акселерацией стартап-проектов. В методологии подчеркивается важность анализа и реагирования на изменение ситуации с проектом в дискретные моменты времени. Ключевые особенности подхода включают описание ситуаций в дискретном пространстве тенденций, создание базы знаний, генерацию и оценку полного набора возможных реакций, ранжирование альтернатив на основе сложного критерия. В статье предлагается структурированный процесс ситуационного анализа, который начинается с определения набора ситуаций, а затем выявления механизмов влияния на функционирование объекта управления. В статье представлена концепция весовых коэффициентов для учета различной степени влияния и усилий, необходимых для

любого тактического решения на каждую выходную характеристику. Предложенная методология обеспечивает системный подход к принятию решений, предлагая последовательность действий по разработке проекта, приводящую к максимальному результату. Интегрируя ситуационный анализ и учитывая динамическую природу проектной среды, эта методология направлена на улучшение процесса принятия решений для лиц, принимающих решения. В нем подчеркивается адаптивность, оперативность и всесторонняя оценка возможных альтернатив для достижения положительных результатов в разработке проекта.

Список литературы

1. Агеева, С.Д. Финансирование инноваций: источники, риски, интересы / С.Д. Агеева // ЭКО. – 2012. – № 5(455). – С. 4–5.
2. Бланк, И.А. Финансовая стратегия предприятия / И.А. Бланк. – М. : Ника-Центр, 2006. – 520 с.
3. Зопунян, Ю.С. Стратегическое развитие стартап-организаций в условиях конкурентной среды / Ю.С. Зопунян, Р.В. Рогожин // Интернет-журнал Науковедение. – 2017. – Т. 9. – № 1. – С. 85.
4. Кавасаки, Г. Стартап / Г. Кавасаки. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2017.
5. Канеман Даниэль. Несовершенство человеческих суждений / Канеман Даниэль, Сибони Оливье, Санстейн Касс Шум. – М. : АСТ, 2021. – 544 с.
6. Кулешова, Т.Н. Ключевые этапы построения инновационной стратегии организации / Т.Н. Кулешова // Глобальный научный потенциал. – 2023. – № 7(148). – С. 205–211.
7. Мартынова, М.А. Информационная технология для проведения ситуационного анализа деятельности кредитных организаций / М.А. Мартынова, В.А. Фатуев, Э.Г. Годынский // Известия ТулГУ. Серия: Выч.техн. Автоматика. Управление. – Тула : ТулГУ. – 2001. – Вып. 7. – С. 82–86.
8. Сорвина, О.В. Разработка подхода по использованию экспресс-скоринга проектов для определения индивидуальной траектории акселерации / О.В. Сорвина, Т.Н. Кулешова // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 10(148). – С. 107–110.

References

1. Ageyeva, S.D. Finansirovaniye innovatsiy: istochniki, riski, interesy / S.D. Ageyeva // EKO. – 2012. – № 5(455). – S. 4–5.
2. Blank, I.A. Finansovaya strategiya predpriyatiya / I.A. Blank. – M. : Nika-Tsentr, 2006. – 520 s.
3. Zopunyan, YU.S. Strategicheskoye razvitiye startap-organizatsiy v usloviyakh konkurentnoy sredy / YU.S. Zopunyan, R.V. Rogozhin // Internet-zhurnal Naukovedeniye. – 2017. – T. 9. – № 1. – S. 85.
4. Kavasaki, G. Startap / G. Kavasaki. – M. : Mann, Ivanov i Ferber, 2017.
5. Kaneman Daniel'. Nesovershenstvo chelovecheskikh suzhdeniy / Kaneman Daniel', Siboni Oliv'ye, Sansteyn Kass Shum. – M. : AST, 2021. – 544 s.
6. Kuleshova, T.N. Klyuchevyye etapy postroyeniya innovatsionnoy strategii organizatsii / T.N. Kuleshova // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2023. – № 7(148). – S. 205–211.
7. Martynova, M.A. Informatsionnaya tekhnologiya dlya provedeniya situatsionnogo analiza deyatel'nosti kreditnykh organizatsiy / M.A. Martynova, V.A. Fatuyev, E.G. Godynskiy // Izvestiya TulGU. Seriya: Vych.tekhn. Avtomatika. Upravleniye. – Tula : TulGU. – 2001. – Vyp. 7. – S. 82–86.
8. Sorvina, O.V. Razrabotka podkhoda po ispol'zovaniyu ekspress-skoringa proyektov dlya opredeleniya individual'noy trayektorii akseleratsii / O.V. Sorvina, T.N. Kuleshova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 10(148). – S. 107–110.

© О.В. Сорвина, Т.Н. Кулешова, 2024

УДК 004.89

С.Г. ЧЕФРАНОВ, Б.А. СИЮХОВ, А.С. АМОСОВ
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», г. Майкоп

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ (AR) В ТУРИЗМЕ: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Ключевые слова: визуальная когерентность; дополненная реальность; туризм; *VAK*-когерентность.

Аннотация. Цель данной работы – конкретизация особенностей применения систем дополненной реальности в сфере туризма. Задачи: выполнить декомпозицию задач сферы туризма, в которых перспективно использовать технологию дополненной реальности; определить требования к создаваемым виртуальным объектам и системам их генерации; разработать алгоритм генерации виртуальных объектов с заданными характеристиками когерентности. Гипотеза исследования: в настоящее время потенциал технологии дополненной реальности не в полной мере используется в сфере туризма. Главным ограничивающим фактором является высокая трудоемкость ее реализации. Снижение влияния данного ограничения возможно на основе декомпозиции задач сферы туризма и разработки алгоритма генерации объектов виртуальной составляющей дополненной реальности не в реальном масштабе времени. Результаты исследования: предложено новое понятие *VAK*-когерентности, расширяющее характеристику визуальной когерентности за счет включения аудиальных и кинестетических сенсорных систем человека при его взаимодействии с системами дополненной реальности. Разработан алгоритм генерации объектов дополненной реальности с различной степенью *VAK*-когерентности, ориентированный на использование сенсорных возможностей наиболее распространенных средств коммуникации (смартфон, планшет, очки дополненной реальности).

Информационное пространство, цифровая экономика, экономика знаний, экономика впечатлений, искусственный интеллект, большие данные и множество других терминов, встречавшихся ранее только в технической литературе и в нормативных документах стратегического характера, стали все шире входить в глоссарий практиков, расширяя возможности организаций и предприятий реального сектора экономики. Причем область применения инновационных технологий выходит далеко за границы сферы информационных технологий, разработки приложений и сервисов. То же можно констатировать и относительно географии их распространения, которая затронула не только крупные городские агломерации с традиционно развитым сектором высоких технологий, но и региональные социально-экономические системы. Вместе с тем применение новых цифровых технологий в условиях каждого региона требует детализации, конкретизации способов, мест и глубины их использования.

Рассматривая в качестве модельного региона Республику Адыгея, попробуем конкретизировать применение перспективной технологии дополненной реальности в туризме. Такой выбор определяется следующими факторами.

1. Республика Адыгея – регион с богатыми рекреационными ресурсами, чистой экологией. Адыгея известна своими уникальными гастрономическими традициями с целым рядом известных брендов (адыгейский сыр, соль, чай, минеральная вода и др.) и, что наиболее важно, делает ставку на развитие туризма. В настоящее время в республике реализуется масштабный проект создания экокурорта Лагонаки, стремительно развивается инфраструктура туризма. Использование новых технологий для популяризации и улучшения качества туристских услуг является востребованным и актуальным.

2. Потенциал технологии дополненной реальности еще не в полной мере раскрыт в сфере

туризма, сама технология обладает широкими возможностями и может применяться в массовом сегменте пользователей, что существенно для выбранной сферы применения.

Технологии дополненной реальности в настоящее время рассматриваются как один из главных факторов развития многих сфер человеческой деятельности, наиболее быстро усиливающих свою значимость. В качестве примеров «гражданского» применения систем дополненной реальности можно указать медиа-сферу, рекламу, процессы проектирования в архитектуре и строительстве, наладки и обслуживание различного оборудования в промышленности, многочисленные медицинские приложения данной технологии. Значительным потенциалом обладают технологии дополненной реальности в образовании.

Вместе с тем применение систем дополненной реальности пока не привело к революционному характеру развития ни одной из представленных сфер. Причин для этого достаточно много, и все они существенные.

1. Относительно высокая трудоемкость реализации технологий дополненной реальности. Связано это с необходимостью распознавания объектов реального мира, причем делать это необходимо в реальном масштабе времени, создаваемая виртуальная составляющая – это полноценное 3*D*-моделирование со степенью детализации и проработки, приближенной к реальным объектам, что требует значительных затрат достаточно квалифицированного персонала.

2. Необходимость в оснащении потребителя специальными устройствами, которые либо дороги и потому малодоступны (цена таких устройств от 30 до 600 тыс. руб.), либо не обладают достаточными техническими характеристиками. Например, даже самые современные смартфоны имеют заметную временную задержку при использовании камеры, что ограничивает их применение в динамичных приложениях, практически отсутствует возможность отслеживания взгляда (*eye-tracking*), которая позволила бы сконцентрировать вычислительные мощности на нужных фрагментах дополненной реальности.

3. Комплексные проблемы, не позволяющие на качественном уровне совместить объекты реального и виртуального мира в нечто, воспринимаемое как неразрывное целое (визуальная когерентность [7]). Данные проблемы часто носят междисциплинарный характер, затрагивая математическое моделирование, окулографию, кибернетику, психологию и др.

Несмотря на достаточно существенные недостатки, сегмент пользователей смартфонов для индустрии дополненной реальности представляется более привлекательным, поскольку он самый массовый. В этой связи можно конкретизировать сферу применения технологий дополненной реальности: это не слишком динамичные сцены с достаточно типовым малоизменяемым набором объектов реальной составляющей. Последнее условие определяет ограниченность возможности потребителя воздействовать на реальные объекты, что позволяет упростить процедуры их распознавания.

Одной из сфер, в наибольшей степени подходящих к описанным условиям, является туризм. Процессы знакомства туристов с определенными дестинациями зачастую неспешны по своей динамике (кроме, пожалуй, экстремальных видов туризма). Объекты туристских дестинаций специально сохраняются в неизменном виде. Кроме того, часто места обзора достопримечательностей заранее известны, что позволяет упростить процедуры идентификации объектов реальной составляющей.

Можно отметить, что технологии виртуальной реальности уже достаточно известны в данной сфере: цифровые двойники целого ряда ведущих музеев мира предлагают своим посетителям виртуальные туры. Однако нельзя сказать, что виртуальный заменитель способен компенсировать желание своими глазами увидеть оригинал. Так, по результатам опроса ВЦИОМ, абсолютное большинство россиян посещало музеи за последние несколько лет (89 %), но только 19 % воспользовались виртуальными турами [6], причем эти цифры относятся к периоду пандемии (2020 г.). Похожая ситуация и с дополненной реальностью, примерами которой являются различные виртуальные гиды по экспозициям и туристским дестинациям. Однако здесь есть еще много точек роста, потенциал которых в настоящее время не используется в полной мере.

Для начала рассмотрим особенности технологий дополненной реальности, существенные для применения в туризме. В соответствии с известными определениями «дополненная реальность – результат введения в зрительное поле любых сенсорных данных с целью дополнения сведений об окружении и изменения воспри-

Таблица 1. *VAK*-когерентность в различных задачах сферы туризма

<table>
<tr><th>*VAK*-когерентность</th><th>Навигация</th><th>Гид</th><th>Дестинация</th></tr>
<tr><td rowspan="2">V</td><td colspan="3">Элементы управления с нулевой когерентностью</td></tr>
<tr><td colspan="2">Указатели направления, встроенные в реальную картинку с невысокой степенью когерентности</td><td rowspan="2">Достраивание реальности до высоко-когерентной картинки, расширяющей возможности восприятия реальности в интересующем аспекте – историческом (ретроспективный вид дестинации), культурном, просветительском и пр.</td></tr>
<tr><td>A</td><td>Аудио подсказки с низкой степенью когерентности</td><td>Аудиосопровождение с низкой аудиальной когерентностью, чтобы не сливалось со звуками реальности</td></tr>
<tr><td rowspan="2">*K*</td><td colspan="3">Виброотклик на неверные решения, предупреждения об опасных ситуациях (например, перед переходом автодороги)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Изменения ракурса реальности при изменении положения гаджета</td></tr>
</table>

тия окружающей среды» [5], «это среда, в которой в реальном времени объединены физические и виртуальные объекты» [3], «технология наложения цифровых объектов на предметы реального мира» [2], «реальность, в которой цифровые сенсорные данные достраивают материальные объекты» [1]. В каждом из приведенных определений можно отметить как то, что точно отражает суть дополненной реальности, так и то, что сужает ее понимание, уводит в сторону. Так, первое из определений располагает в фокусе «зрительное поле», оставляя без внимания другие возможности дополненной реальности – аудиогид, например. Вместе с тем только в данном определении, хотя и косвенно, присутствует субъект – это же его зрительное поле является объектом воздействия. Субъектность дополненной реальности и необходимость ее учета становятся очевидными, если принять во внимание, что разные субъекты, даже находясь в одном и том же месте, могут воспринимать разные «реальности» (как физические, так и дополненные) в силу своих особенностей, решаемых задач. Очевидно, что физическая реальность может дополняться разными виртуальными объектами для разных людей. Акценты в других определениях позволяют выделить существенные стороны исследуемого явления: это даже не сама реальность, а определенная технология ее создания, обязательное совмещение объектов реального мира с искусственно полученными. Отметим, что термин «совмещение» более полно отражает возможности дополненной реальности, чем «достраивание реального мира», поскольку помещение реального объекта в виртуальное окружение – это тоже дополненная реальность.

Учитывая, что весь опыт человека кодируется в виде комплекса кодов его основных репрезентативных систем – визуальной, аудиальной и кинестетической, так называемой *VAK* [4], целесообразно рассматривать воздействие дополненной реальности на конкретного индивида в пространстве данных характеристик. В настоящее время пока недостаточно развиты инструменты и технологии, позволяющие воздействовать на кинестетическую репрезентативную систему (вкус, запах, ощущения). Так, например, при использовании обычного смартфона у пользователя по данному каналу остается возможность взаимодействовать только посредством изменения положения гаджета в пространстве (для этого практически во всех приборах есть необходимые датчики – *GPS*, акселерометр, гироскоп и др.) и вибросигнала. Возможно, в недалеком будущем появится возможность расширения таких воздействий за счет совершенствования самих смартфонов, взаимодействия с другими устройствами интернета вещей.

Таким образом, в данной работе под дополненной реальностью будем понимать специальную технологию воздействия на основные репрезентативные системы человека (***VAK***) посредством совмещения объектов реального мира с искусственно созданными виртуальными объектами.

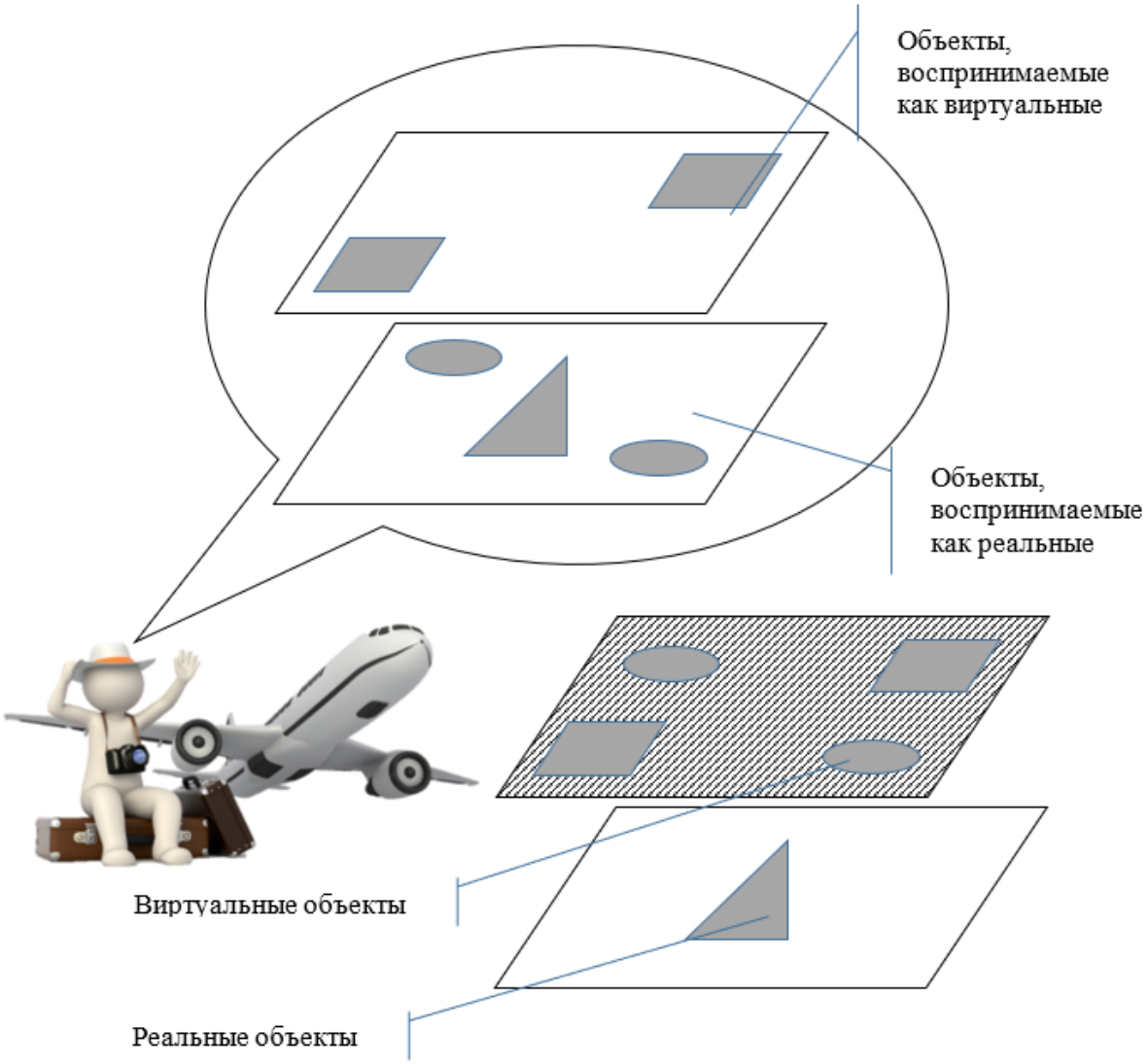

Рис. 1. Дополненная реальность как генерация виртуальных объектов с разной степенью когерентности (заштрихованная плоскость)

Каждый из каналов восприятия *VAK* может характеризоваться разной степенью когерентности. Таким образом, вместо понятия «визуальная когерентность» необходимо ввести термин «*VAK*-когерентность». В табл. 1 показано, как эта характеристика может применяться в сфере туризма. Для этого рассмотрим три достаточно популярных задачи из этой сферы: навигация, сопровождение экскурсии (виртуальный гид) и достройка дестинации.

Если обобщить изложенные выше подходы и применить их к системе, которая призвана сгенерировать требуемое впечатление, то такая система должна уметь распознавать *VAK*-сигналы реального мира, варьировать степень *VAK*-когерентности создаваемых виртуальных объектов, с приемлемыми динамическими характеристиками строить дополненную реальность для конкретного пользователя (рис. 1). Учитывая, что типов пользователей может быть несколько, все этапы (включая распознавание объектов реального мира) должны выполняться в соответствии с потребностями конкретного типа.

Приведенная схема иллюстрирует движение от реальности и виртуальности к дополненной реальности в контексте зрительных образов, однако в равной степени может быть распространена и на аудиальные и кинестетические (при учете уровня развития тех-

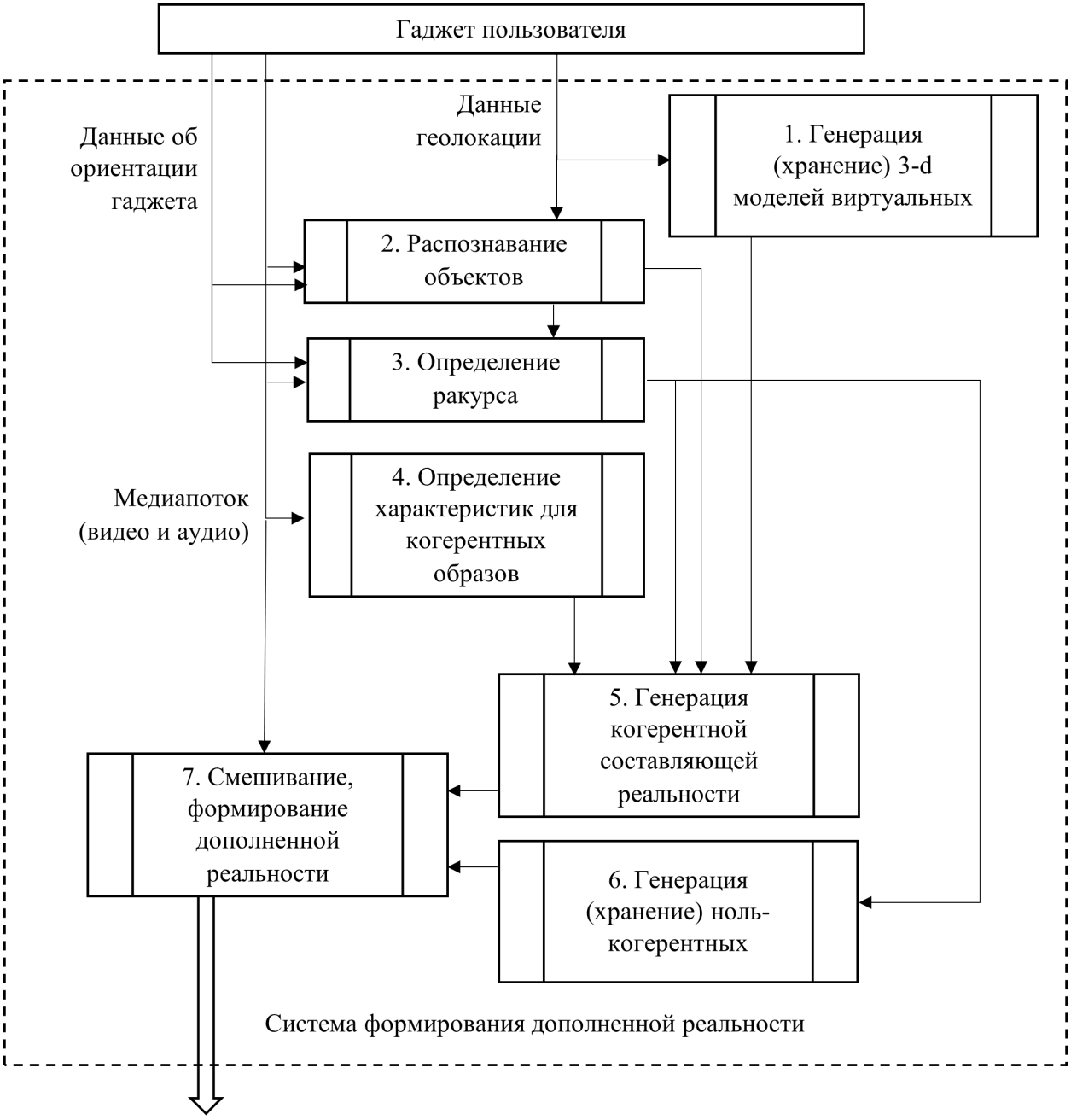

Рис. 2. Структурно-функциональная схема системы генерации дополненной реальности

нической составляющей) репрезентативные системы.

Рассматривая систему, генерирующую дополненную реальность, можно выделить ее ключевые особенности и функции (рис. 2). В качестве входной информации для данной системы можно рассматривать видео- и аудиопоток с камеры и микрофона пользователя, данные о геолокации и ориентации гаджета. Рассмотрим работу отдельных блоков системы в задачах достройки туристских дестинаций дополненной реальностью.

Блок 1 предназначен для хранения виртуального ландшафта или его генерации по мере необходимости. Для сферы туризма хранение является, пожалуй, более предпочтительной формой, поскольку основные виртуальные элементы могут быть построены заранее и, кроме того, они слабо изменяются с течением времени. Интересно отметить, что туристские дести-

нации в данном случае могут располагаться не только в традиционных туристских локациях, но и во вполне обычных местах, создавая новые туристско-привлекательные объекты виртуального происхождения. Это могут быть объекты новой виртуальной культуры, нематериальные художественные объекты – скульптуры, инсталляции, анимации, предусматривающие не только встраивание в физическую реальность, но и взаимодействие с ним (в том числе с пользователем). Перспективным в этом плане является использование искусственного интеллекта для генерации нематериальных художественных объектов. Наличие информации о геолокации гаджета пользователя позволит заблаговременно выбирать необходимый, соответствующий месту сет виртуальных объектов.

Блок 4 обеспечивает возможность реалистичного встраивания виртуальной составляющей в картину дополненной реальности. Он выделяет такие характеристики, как освещенность, углы источников света (для формирования теней виртуальных объектов), текстуры реальных объектов. Указанные характеристики относятся к визуальным образам и строятся на основе анализа видеопотока. В аудиосоставляющей также необходим анализ реальной «картины»: уровень громкости, тембр, степень реверберации – характеристики, знание которых позволит встроить виртуальные источники звуков с высокой степенью когерентности. Все указанные характеристики и параметры могут измеряться как заранее, так и в реальном масштабе времени.

Блок 5 – генерация виртуального дополнения реальной картинки с высокой визуальной когерентностью. Помимо изображения самого виртуального объекта, на физические объекты необходимо спроецировать его тени, возможные отражения реальных объектов в виртуальных и, наоборот, учесть взаимное расположение объектов (кто кого заслоняет в заданном положении гаджета). Реалистичность картинки может оцениваться в процессе работы, что станет дополнительной информацией для улучшения дополненной реальности (обратная связь от пользователей). Все перечисленные процессы достаточно трудоемкие и требуют значительной вычислительной работы. Преимуществом использования дополненной реальности в туризме является возможная определенность мест осмотра достопримечательностей: смотровые площадки для панорамных видов (горы, водопады, природа, городские виды с высоких зданий), площадки перед экспонатами в музеях и пр. В этом случае положения и ракурсы могут быть заранее отработаны по ограниченному числу типов. Кроме того, снизить трудоемкость в некоторых случаях можно, дополняя реальные объекты реальными же, но снятыми и оцифрованными заранее. Например, оцифрованные медиафрагменты выступлений танцевальных коллективов могут помещаться в горные ландшафты. Это тоже разновидность дополненной реальности. Подобный способ можно рассматривать как первоочередный, практически готовый к внедрению в туристские дестинации, требующий не слишком много затрат труда, времени и ресурсов.

Блок 6 – система меню, панелей управления и голосовых помощников. Здесь не требуется обеспечить когерентность, скорее наоборот, необходимо выделить элементы управления и взаимодействия с пользователем на фоне получаемой дополненной реальности. Вместе с тем, интерфейс может видоизменяться при изменении положения гаджета в пространстве. Например, могут появляться элементы, заставляющие дополненную картину видоизменяться по желанию туриста – строить ретроспективные виды исторических объектов, давать пояснения, производить фото- и видеосъемку и др.

Блок 7 технически совмещает реальную и сгенерированную виртуальную составляющие. Работает данный блок в реальном времени, однако при сформированности всех дополнений и качественном анализе реальной картинки все особенности работы блока 7 расположены в области техники и технологий и достаточно проработаны.

Таким образом, дополненная реальность может стать толчком для развития инновационных технологий в туризме и самого туризма. В работе конкретизирован ряд понятий дополненной реальности, предложено расширенное понимание визуальной когерентности (*VAK*-когерентность) и определены основные функциональные особенности системы дополненной реальности в сфере туризма.

Исследования выполнялись за счет средств гранта ФГБОУ ВО «МГТУ» №НП11-2024.

Список литературы

1. Дополненная реальность [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://bigenc.ru/c/dopolnennaia-real-nost-d3c8df.
2. История дополненной реальности: от «Дамоклова меча» к покемонам и космическим орбитам [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://habr.com/ru/companies/first/articles/791704.
3. Ненастоящее в настоящем: что такое дополненная реальность и где ее используют [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://practicum.yandex.ru/blog/tehnologiya-dopolnennoy-realnosti.
4. ВАК, репрезентативная система [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://psychologos.ru/articles/view/vakzpt-reprezentativnaya-sistema.
5. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org.
6. День музеев онлайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/den-muzeev-onlajn.
7. Горбунов, А.Л. Визуальная когерентность в дополненной реальности / А.Л. Горбунов // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2023. – Т. 23. – № 2. – С. 180–190.

References

1. Dopolnennaya real'nost' [Electronic resource]. – Access mode : https://bigenc.ru/c/dopolnennaia-real-nost-d3c8df.
2. Istoriya dopolnennoy real'nosti: ot «Damoklova mecha» k pokemonam i kosmicheskim orbitam [Electronic resource]. – Access mode : https://habr.com/ru/companies/first/articles/791704.
3. Nenastoyashcheye v nastoyashchem: chto takoye dopolnennaya real'nost' i gde yeye ispol'zuyut [Electronic resource]. – Access mode : https://practicum.yandex.ru/blog/tehnologiya-dopolnennoy-realnosti.
4. VAK, reprezentativnaya sistema [Electronic resource]. – Access mode : https://psychologos.ru/articles/view/vakzpt-reprezentativnaya-sistema.
5. Vikipediya – svobodnaya entsiklopediya [Electronic resource]. – Access mode : https://ru.wikipedia.org.
6. Den' muzeyev onlayn [Electronic resource]. – Access mode : https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/den-muzeev-onlajn.
7. Gorbunov, A.L. Vizual'naya kogerentnost' v dopolnennoy real'nosti / A.L. Gorbunov // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2023. – T. 23. – № 2. – S. 180–190.

© С.Г. Чефранов, Б.А. Сиюхов, А.С. Амосов, 2024

УДК 339.137.22

М.М. КОЗЕНЯШЕВА[1], Д.А. ЧЕРНОУСОВ[1, 2]
[1]ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», г. Москва;
[2]Китайский университет нефти, г. Пекин (Китай)

ЭКСПАНСИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ КИТАЯ НА ВНЕШНИЕ РЫНКИ

Ключевые слова: ветроэнергетика; возобновляемые источники энергии; Китай; международная конкуренция.

Аннотация. Цель исследования – рассмотреть мотивы и стратегии экспансии китайских ветроэнергетических компаний, а также их воздействие на мировой рынок ветроэнергетики, сделать выводы. Во время проведения данного исследования были выполнены следующие задачи: проведен анализ состояния мирового рынка ветряной энергетики, выявлены ключевые аспекты и факторы, формирующие экспансию китайских ветроэнергетических компаний на внешние рынки. Для достижения целей исследования использовались аналитико-прогностические методы и общенаучные методы проведения исследований. Гипотеза исследования: экспансия китайских ветроэнергетических компаний на международные рынки обусловлена необходимостью достижения конкурентного преимущества за счет расширения географии присутствия и рынков сбыта, повышения качества продукции и уровня технологичности продукции, а также уменьшения себестоимости за счет развитых цепочек поставок. Результаты исследования подтверждают гипотезу о причинах экспансии китайских ветроэнергетических компаний на внешние рынки, дает оценку текущего состояния мирового рынка ветряной энергетики и роли китайских ветроэнергетических компаний в развитии мировой ветроэнергетики.

Экспансия китайских ветроэнергетических компаний на внешние рынки представляет собой феномен, который заслуживает внимания исследователей и экспертов в области энергетики, глобализации и международного бизнеса. Эта тенденция вытекает из стремления китайских компаний к диверсификации своих активов, получению доступа к новым рынкам, а также укреплению своего международного присутствия и влияния.

Среди показателей, способствующих экспансии китайских ветроэнергетических компаний на мировые рынки, можно выделить ряд основных.

1. Всеобщее стремление достижения климатических целей. Благодаря этому фактору многие страны мира стремятся увеличить долю возобновляемых источников энергии (**ВИЭ**) в энергетическом балансе внутри своей страны и достигнуть запланированных экологических целей.

2. Глобализация и установление партнерских отношений по всему миру. В последнее время китайские компании активно инвестируют в проекты ветряной энергетики (**ВЭ**) за рубежом и заключают стратегические соглашения с местными партнерами. Создаются совместные предприятия между китайскими производителями ветряных установок (**ВУ**) и местными энергетическими компаниями, также активное влияние на развитие двусторонних отношений оказывает участие в межправительственных инициативах.

3. Технологические достижения Китая в производстве ВУ. Китайские ветроэнергетические компании значительно продвинулись в проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (**НИОКР**) и производстве ВУ. Они предлагают конкурентоспособные решения по турбинам, управлению парком ВУ и интеграции ветряной электростанции (**ВЭС**) в энергосистему, что делает их привлекательными для мировых рынков. При этом Китай является мировым лидером по величине суммарной установленной мощности ВУ.

Благодаря масштабам внутреннего рынка и активной поддержке правительства китайские компании получили большой опыт в управле-

нии проектами ВУ, а развитые цепи поставок преумножили конкурентное преимущество, обеспечив китайские компании ресурсами для масштабирования своей деятельности на международных рынках. Согласно отчету, опубликованному комитетом по ветроэнергетики Китайского общества возобновляемых источников энергии (***CWEA***), в Китае достигли наивысшего уровня развития цепочек поставок при производстве ВУ, доля объема производства гондолы в сборе, лопастей, редуктора и генератора составляет 60, 64, 80, 73 % от мировых соответственно.

4. Диверсификация рынков сбыта продукции ВУ. Экспансия ветроэнергетических компаний Китая на внешние рынки позволяет им диверсифицировать свой бизнес и уменьшить зависимость от ситуации на внутреннем рынке, что также способствует распределению рисков, увеличению рынков сбыта и обеспечению устойчивого роста компаний.

С точки зрения теории международной конкурентоспособности Майкла Портера, успех или неуспех в конкретных отраслях производства с учетом занимаемого страной места в системе мирового хозяйства определяется способностью промышленности постоянно развиваться и производить инновации [7]. Ветроэнергетические компании расширяют свою деятельность на международные рынки, чтобы конкурировать с другими мировыми игроками и достигать наивысшего уровня технологичности своей продукции. Китайские производители ВУ ищут доступ к внешним ресурсам, новым технологиям, финансовым ресурсам, рынкам и компетенциям, которые могут улучшить их конкурентоспособность и эффективность. Для ветроэнергетических компаний это поиск возможностей для увеличения своей доли на мировом рынке. Расширение своей деятельности на международных рынках для ветроэнергетических компании означает увеличение объемов производства и продаж, сокращение издержек и диверсификацию рисков. При рассмотрении ВЭ Китая отчетливо выражена взаимосвязь основных детерминантов конкурентных преимуществ, что подтверждает высокий уровень конкурентоспособности страны на внешних рынках.

Согласно отчету, опубликованному *Kings Research*, объем мирового рынка ветроэнергетики в 2022 г. достиг 112,23 млрд долларов и, по прогнозам, достигнет 278,43 млрд долларов к 2030 г., увеличившись в среднем на 13,67 % в период с 2023 по 2030 гг. Росту рынка способствует увеличивающееся осознание преимуществ ВИЭ и растущий спрос на замену традиционных источников энергии возобновляемыми источниками [3].

Прогнозирование развития ветроэнергетической отрасли говорит о фрагментированном характере мирового рынка. Ведущие игроки фокусируются на нескольких ключевых бизнес-стратегиях, таких как партнерство, слияние и поглощение, продуктовые инновации и совместные предприятия, чтобы расширить свой продуктовый портфель и увеличить свою долю на рынке в различных регионах. Экспансия и инвестиции включают в себя ряд стратегических инициатив, включая инвестиции в НИОКР, новые производственные мощности и оптимизацию цепочек поставок.

По данным исследовательской группы *Wood Mackenzie*, в 2023 г. прирост новых установленных мощностей ВУ составил 100 ГВт. Из них большая часть новых объектов ВУ пришлась на китайские компании. Доля тройки крупнейших китайских компаний производителей ВУ превысила 50 %. Среди них признанным лидером отрасли является компания *Goldwind*, которая реализует проекты в 36 странах. Штаб-квартира расположена в Пекине и является основным центром исследований и разработок, другой крупный центр исследований и разработок расположен в Синцзяне, а региональные базы в Уси, Веньчжоу, Яньчэн, Сиднее (Австралия), Нойнкирхен (Германия), Синеруп (Дания). Общее число сотрудников превышает 10 000 специалистов по всему миру, команда сотрудников центра исследований и разработок включает 3 000 сотрудников. Операционный доход в 2022 г. составил 46,4 млрд юаней, а объем инвестиций в НИОКР за 2022 г. составил 2,2 млрд юаней. Свою экспансию на внешние рынки в *Goldwind* начали с открытия в 2008 г. дочерней компании в Гамбурге и приобретения контрольного пакета в *Vensys Energy* (Нойнкирхен), в 2009 г. компания начала активно осваивать рынок США. Основные рынки сбыта по состоянию на 2023 г. –- Казахстан, Пакистан, Саудовская Аравия, Турция, Греция, Германия, США, Канада, Бразилия, Чили и Куба.

Основные направления деятельности *Envision Energy*: проектирование смарт-ветряных турбин, смарт систем хранения энергии и экологически чистых водородных ре-

Таблица 1. Компании-лидеры производства и продаж ВЭУ в 2018–2022 гг. (составлено автором с использованием открытых источников)

Производитель	Страна	Установленная мощность ГВт				
		2018	2019	2020	2021	2022
General Electric	США	4,96	8,54	14,13	8,30	9,3
Goldwind	Китай	6,66	8,01	13,60	12,04	12,7
Vestas	Дания	10,9	10,15	16,18	15,20	12,3
Enercon	Германия	2,53	2,97	2		
Envision	Китай	3,28	5,41	10,71	8,46	8,3
Suzlon	Индия	1,38	1,32	1,55	1,11	
Senvion SE	Нидерланды	2,01	1,84			
Siemens Gamesa	Испания	4,08	10,36	8,67	8,64	6,8
Mingyang	Китай	2,44	3,59	5,64	7,53	6,8
Shanghai Electric	Китай		1,2	5,07	5,34	
Windey	Китай	0,94	1,57	3,98	7,71	6,4
CRRC	Китай	21,1		3,84		
Sany	Китай			3,72		4
Nordex	Германия	2,43	1,96		6,80	4,7
Dongfang Electric	Китай		1,32		3,37	

шений. В 2015 г. компания начала свою экспансию на рынки Европы. Основные рынки сбыта – Китай, США, Мексика, Германия, Дания, Швеция, Великобритания, Испания, Франция, Черногория, ОАЭ, Чили и Новая Зеландия. По словам основателя и исполнительного директора компании *Envision Energy* господина Лей Чжан: «Старая энергетическая парадигма рушится и ей на смену приходит новая эра энергетики. *Envision* возглавляет глобальную революцию в области энергетических технологий и открыта к сотрудничеству. Вместе с партнерами мирового класса мы стремимся воплотить в реальность новую эру прекрасной энергетики». *Envision* активно инвестирует в строительство заводов Японии, США, Европы и Великобритании.

Mingyang: в 2022 г. объем внешних продаж ВУ компании составил 7,31 ГВт, что на 21,14 % больше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Прибыль от проектов за пределами территории Китая составила 1,2 млрд юаней. Общий объем инвестиций в НИОКР составил 1,09 млрд юаней. В годовом отчете компании среди возможных рисков отмечается, что развитие зарубежного бизнеса может оказаться под угрозой по причине того, что бизнес-среда зарубежных рынков сильно отличается от китайской, для развития бизнеса требуются опытная команда и профессиональная техническая поддержка, соответствующая требованиям зарубежных конкурентов. Компания *Mingyang* активно проводит работу в области новых энергетических технологий и бизнеса в более чем десяти странах Азии, Европы, Северной и Южной Америки, воплощая принцип «Глобальное сотрудничество, обмен информацией по всему миру». Для развития уровня технического обмена, интеграции ресурсов и развития цепочек поставок *Mingyang* также сотрудничает с ведущими университетами и международными аккредитационными органами в Дании, Нидерландах, Германии, Норвегии и Великобритании.

Мировой рынок ветроэнергетики ежегодно растет в среднем на 11,5 %. В 2023 г. объем рынка ветроэнергетики составлял 113,89 млрд долларов США, по прогнозам специалистов,

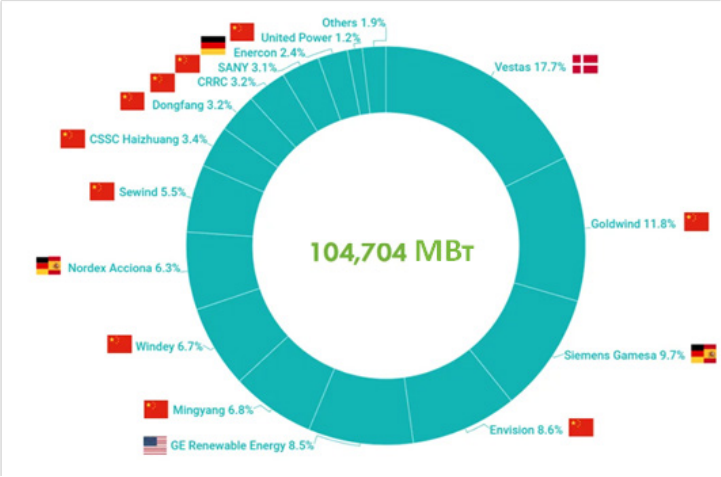

Рис. 1. Распределение по компаниям новых установленных мощностей ВУ в мире 2021 г. (Источник: *GWEC Market Intelligence*, *May* 2022)

в 2024 г. мировой рынок ветроэнергетики достигнет значения 127,04 млрд долларов США, а к 2030 г. – 262,2 млрд долларов США [1]. Азиатско-тихоокеанский регион стал крупнейшим регионом по величине новых установленных мощностей ВУ, на этот регион приходится 57 % мирового рынка ВУ.

Среди главных игроков рынка ВЭ 2018–2023 гг. в мире выделяют восемь компаний из Китая (*Goldwind, Envision, Mingyang, Shanghai Electric, Windey, CRRC, Sany, Dongfang Electric*, четыре компании из Европы (*Vestas, Siemens Gamesa, Nordex Acciona, Enercon*) и *Renewable energy* (***GE***) (США). За последние десять лет в отрасли ВЭУ следует отметить слияние крупных производителей из Евросоюза (**ЕС**) *Siemens Gamesa* (2016 г.) и *Nordex Acciona* (2016 г.), а также стремительное появление новых компаний из Китая.

Также к крупным компаниям на рынке ВУ в Китае можно отнести *CSSIC, Guodian UP, Sinovel Wind* и др., для которых ежегодный объем новых установленных мощностей ВУ составляет примерно 1 ГВт.

С 2018 г. в Китае работают 18 компаний, которые занимаются установкой ВУ и только три из них являются иностранными (*Vestas, Siemes Gamesa, General Electric*).

Основным преимуществом ВУ китайского производства на мировом рынке является низкая стоимость. Низкая себестоимость ВУ в Китае обусловлена высоким уровнем развития цепочек поставок, включая добычу сырья, производство оборудования и комплектов, проведение НИОКР, испытаний и сертификации, управление проектами ВЭ и послепродажное обслуживание. Высокое развитие промышленных кластеров и эффект масштабирования в полной мере содействуют установлению цен на низком уровне. По оценкам экспертов, в 2023 г. стоимость наземных ВУ упала с 1800 юаней/кВт до 1 400 юаней/кВт, а для морских ВУ цена упала до 2 400 юаней/кВт. Увеличение прибыли корпораций за счет мировой экспансии стало важной частью стратегии будущего развития китайских компаний по производству ВУ. Однако существует ряд проблем, с которыми все чаще сталкиваются китайские производители, выходя на международные рынки. Например, в начале 2023 г. 26 стран ЕС, за исключением Венгрии, подписали декларацию, целью которой является защита местных производителей ВУ от «нечестной конкуренции со стороны китайских компаний» именно потому, что европейские ВУ уступают китайским компаниям в себестоимости готовых изделий. В апреле 2023 г. на европейском саммите, посвященном наращиванию установленных мощностей ВУ в Северном море, президент Франции Эммануэль Макрон выразил основную мысль о том, что Европе необходимо избавиться от зависимости в поставках критических важных элементов ВУ и редкоземельных металлов китайского производства и сосредоточиться на поддержании собственной промышленности и создании рабочих мест [5]. В сентябре 2023 г. Председатель Ев-

рокомиссии Урсула фон дер Ляйен заявила, что считает ветроэнергетическую отрасль европейской историей успеха и обещала защищать ВИЭ ЕС от наступления китайских комплектующих [9]. По сообщению *Bloomberg* со ссылкой на заявление Еврокомиссии, в октябре 2023 г. Европейский союз согласовал новый пакет поддержки для европейских производителей ВУ с целью противостояния усиливающемуся влиянию Китая на рынке ВИЭ ЕС. После того, как 10 лет назад китайские производители солнечных батарей захватили европейский рынок, для лидеров ЕС задачей первостепенной важности стало сохранение роли европейских производителей ВУ *Siemens Energy AG и Vestas Wind Systems* на мировом рынке. Комиссар ЕС по энергетике Кадри Симпсон заявила: «Мы не будем закрывать наши рынки, но мы позаботимся о нашей безопасности» [4].

Стремительный рост производства в Китае высокотехнологичной продукции для использования в «зеленой» энергетике (солнечные батареи, ветряные установки, накопители энергии) и электромобили в 2024 г. обострили вопрос о конкурентоспособности продукции западных производителей на мировом рынке. Более того, крупнейшие европейские и американские производители уже не в состоянии конкурировать с высокотехнологичной продукцией из Китая. Сложившаяся ситуация привела к тому, что в апреле 2024 г. министр финансов США Джанет Йеллен совершила свой второй официальный визит в Китай, где на встрече с высокопоставленными чиновниками Китайской Народной Республики (**КНР**) обсудила вопросы «нерыночных практик» наращивания Китаем доли высокотехнологичных установок для обеспечения генерации чистой энергии (солнечные батареи и ветряные установки) и необходимость сокращения избыточных производственных мощностей в Китае.

В 2022 г. торговый баланс ЕС с Китаем в ветроэнергетическом секторе показал рекордный отрицательный дефицит в 462 млн евро (492 млн долларов США). У китайских производителей ВУ цены в среднем на 20 % ниже, чем в Европе и США. Важно понимать, что зависимость европейских стран от поставок газа из России сменяется зависимостью в поставках редкоземельных элементов (**РЗЭ**) из Китая [10]. Так, доминирующая роль Китая в цепочке поставок РЗЭ создает риски для европейской ветроэнергетики. На долю Китайской Народной Республики приходится 63 % мировой добычи, 85 % переработки и 92 % производства РЗЭ. Пекин не только имеет долгую историю использования экономического принуждения для достижения своих политических целей, но и опыт прямого вмешательства в рынки полезных ископаемых, блокируя экспорт РЗЭ [8].

РЗЭ создают критическую зависимость ЕС от Китая в цепочках создания стоимости технологий ВУ. По прогнозам европейской комиссии, к 2030 г. спрос ветроэнергетики на РЗЭ удвоится по сравнению с уровнем 2024 г. Для того чтобы достичь целей бенчмарка *«RePower EU»*, ЕС необходимо установить 510 ГВт ВУ к 2030 г., для этого ежегодно потребуется вводить в эксплуатацию 36 ГВт [2]. Следовательно, РЗЭ будут иметь решающее значение для осуществления ветроэнергетических амбиций Европы, особенно в направлении морских ВЭС. Использование постоянных магнитов набирает все большую популярность в конструкциях ВУ, поэтому неодим и диспрозий становятся критически важными материалами.

Роль Китая в добыче других полезных ископаемых, связанных с производством ВУ, менее угрожающая для экономики ЕС, но все равно требует внимательного изучения. Цинк и медь составляют более 80 % важнейших минералов, используемых как в наземных, так и в морских ВУ. Китай является крупнейшим игроком в переработке обоих видов полезных ископаемых, но традиционно не является крупным экспортером ни одного из них. В 2021 г. Китай произвел около половины мирового рафинированного цинка, но стал чистым экспортером цинка только в 2022 г., поскольку традиционно потреблял больше цинка, чем производил. В 2021 г. Китай контролировал около 43 % всех мощностей по производству рафинированной меди. Однако, как и в случае с цинком, большая часть китайской рафинированной меди потребляется на внутреннем рынке, а не экспортируется.

Сдерживающим фактором экспансии Китайских производителей ВУ на европейские рынки остается высокая стоимость транспортировки компонентов ВУ, поэтому к 2024 г. ЕС остается чистым экспортером ВУ, при этом поставляет свою продукцию в Великобританию, США и Тайвань. Однако экспорт готовых ВУ из материкового Китая может вырасти в будущем, особенно на фоне давления на европейских

производителей оборудования для ВУ. Крупнейшие производители ВУ (*Siemens Gamesa*, *Vestas, GE* и другие) изо всех сил пытаются максимизировать прибыль, поэтому закрывают некоторые заводы. Поставщики компонентов страдают от снижения доходов из-за инфляции в энергетической сфере и нехватки квалифицированной рабочей силы, а также по причине задержки поставки ключевых товаров. Поэтому китайские компании все активнее открывают совместные предприятия по производству компонентов ВУ в ЕС. Учитывая эти технические, экономические и политические факторы, существует небольшой риск того, что китайские компании-производители ВУ смогут подорвать позиции европейских производителей на своем внутреннем рынке.

Таким образом, для китайских производителей создаются новые барьеры, для преодоления которых им необходимо постоянно подтверждать высокое качество своей продукции, а также находить новые источники финансирования проектов на международных рынках. Для преодоления основной части рыночных барьеров в процессе интернационализации компания *Goldwind* потратила более десяти лет на изучение рыночной конъюнктуры, политической среды, потребностей и особенностей каждой страны своего присутствия. Результатом проделанной в это время работы стали сформированное понимание ценностей владельцев ВЭС и работа с местными финансовыми учреждениями. По мнению аналитиков и менеджеров проектов компании *Goldwind*, зарубежные инвесторы большое внимание уделяют получению дивидендов от активов, которыми они владеют, поэтому на этапе планирования инвесторы тщательно проводят анализ проекта и часто нанимают независимую аккредитованную организацию для проведения оценки проекта ВЭС. В свою очередь, финансовые учреждения также проводят независимую оценку проектов ВЭС для максимального снижения рисков, которые могут возникнуть во время реализации проекта и при последующей его успешной коммерческой эксплуатации. Более того, в некоторых странах все еще существует олигархическая структура экономики, что затрудняет прямую конкуренцию китайским компаниям по производству ВУ с местными компаниями.

Важным требованием, которое клиенты предъявляют производителям ВУ за границей, является развитая система сервиса послепродажного обслуживания ВУ. В редких случаях владельцы ВЭС после введения станции в эксплуатацию меняют подрядчика услуг обслуживания оборудования. В связи с этим, выходя на новые рынки, производители ВУ уже должны иметь местную сервисную команду, которая способна обеспечить обслуживание ВЭС в течение 20–25 лет срока эксплуатации станции.

Несмотря на высокие требования к китайским производителям ВУ в ЕС и США, прибыль на этих рынках выше, чем в Китае, однако риски тоже выше, но производители ВУ по-прежнему готовы осваивать новые рынки.

В качестве основной стратегии развития на международных рынках лидеры индустрии ветроэнергетики выбрали для себя развитие кадрового потенциала компании и создание корпоративных ценностей. В поисках талантливых сотрудников при реализации международных проектов в энергетической отрасли ведущие компании столкнулись с высоким уровнем конкуренции, поэтому много ресурсов компании затрачивают на проведение анализа баз данных кадровых резервов, аутсорсинга профессиональных агентств по подбору персонала, формированию образа глобально ориентированного бренда, который поддерживает цели устойчивого развития. Создавая международную компанию, необходимо опираться на команду, обладающую высокими компетенциями и пониманием особенностей местного рынка. Хорошей практикой для компаний является внедрение местных экспертов на руководящие позиции по модели «1+1» (сочетание китайского руководителя и местного) с полной свободой в принятии управленческих решений. Такая практика позволяет эффективно использовать потенциал международной команды и увеличить межкультурную интеграцию. На практике доказано, что в китайских компаниях за пределами Китая в строго установленной иерархии, где китайский руководитель не позволял на равных правах своим местным руководителям принимать управленческие решения, такие команды разваливались, а компания вместо того, чтобы достигать поставленных целей по развитию на внешних рынках, тратила ресурсы на постоянное формирование и обучение новой команды. Также важным аспектом является создание благоприятной почвы для развития талантов внутри компании путем создания процессов отбора, назначения, обучения, развития и удержания талантов. Корпоративные ценности позво-

ляют создать объединяющий культурный ген. В силу объективного существования культурных различий неизбежны культурные конфликты. Люди из разных стран, с различной религией, языком и культурой могут объединиться только благодаря общим карьерным устремлениям и ценностям. Го Бинбин, директор по персоналу компании *Goldwind International*, сказал, что с точки зрения межкультурной интеграции необходимо не только выбирать хороших людей и уметь сочетать таланты, но и продолжать создавать культурную систему, в основе которой лежат общие ценности [6].

Прибыль для каждой компании формируется как результат суммы работы основной деятельности и вспомогательной при отлаженном взаимодействии цепочек ценности. Развивая цепочки ценности фирмы и объединяя знания каждого участника международной команды, можно гораздо эффективнее использовать имеющиеся ресурсы для развития бизнеса на международных рынках. Повышение продуктивности бизнеса прямо влияет на его конкурентоспособность.

Освоение ветроэнергетическими компаниями Китая внешних рынков – это необходимый этап в стремлении каждой компании занять лидирующие позиции в отрасли. Первым этапом в развитии Китайских ветроэнергетических компаний стало формирование системы цепочек поставок компонентов для производства ВУ, оборудования и создания отраслевых кластеров, которые формируют структуру, включающую взаимодействие поставщиков компонентов и изготовителей ветряных турбин. В таких кластерах формировалась конкурентная среда, которая позволила производителям оптимизировать процессы производства, сделать прорывные исследования, снизить себестоимость компонентов ВУ и повысить их качество. Спустя десятилетия непрерывного развития технологий китайские производители ВУ заняли прочное положение на внутреннем рынке и начали экспансию на внешние рынки. Основной целью является максимизация прибыли, а в дополнение к этому китайские производители ВУ сталкиваются с новыми вызовами, более требовательными клиентами, более тесной конкуренцией с западными производителями ВУ, обладающими высоким уровнем технологий. В сложившейся ситуации необходимости освоения внешних рынков китайские компании вынуждены развивать цепочки ценностей основной (обеспечение поставок компонентов, выпуск продукции под условия новых клиентов, обеспечение сбыта продукции, обеспечение маркетинга и продаж, обеспечение послепродажного обслуживания) и вспомогательной деятельности (управление людскими ресурсами, развитие технологий, снабжение), ориентированные на внешние рынки. Такая стратегия сопровождается увеличением издержек, однако она необходима для получения конкурентного преимущества и увеличении доли на внешних рынках.

С момента образования КНР в 1949 г. ветроэнергетическая отрасль Китая сделала прорыв. Открыв внутренний рынок для иностранных компаний, в Китае быстро обучались и перенимали опыт. В 2008–2015 гг., достигнув 85 %-ного уровня локализации компонентов ВУ, в Китае формировали кластеры производителей компонентов, которые стимулируют рост конкуренции, развитие технологий, оптимизацию процессов производства и снижение себестоимости изготовляемой продукции. С 2018 г. в Китае работают 18 компаний-производителей ВУ, только три из которых являются иностранными. Заняв прочное положение на внутреннем рынке Китая, под воздействием неблагоприятных факторов внутренней конкуренции производители ВУ начали выходить на внешние рынки и достигли успеха. В 2023 г. мировой рынок ветроэнергетики оценивался в 113,89 млрд долларов США, доля китайских производителей ВУ составила 66 %. Европа теперь является вторым по величине местом производства ВУ в мире, насчитывающим 250 заводов по всему континенту, но постепенно теряет свои позиции, так как не выдерживает конкуренции с китайскими производителями и требует все большей поддержки со стороны Европейской комиссии. В ветроэнергетической отрасли государственные субсидии можно сравнить с «наркотиками», которые вредят экономике предприятий. Ветроэнергетическая отрасль Европы будет развиваться в тот момент, когда руководство ЕС сделает ставку на повышение продуктивности и позволит бизнесу быть эффективным. В нынешнем экономическом положении страны ЕС уже не выдерживают конкуренцию с производителями из Китая.

Таким образом, ветроэнергетика Китая является ярким примером смены лидерства между странами в одной из производственных отраслей, демонстрируя, как новшества и непрерывные улучшения создают конкурентные

преимущества.

Список литературы

1. Nagrale, P. Wind Power Market Research Report Information Global Industry Size, Share, Growth, Trends and Forecast To 2030 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.marketresearchfuture.com/reports/wind-power-market-1511.

2. Интернет-портал «Российская газета». «Еврокомиссия представила план по отказу от нефти, газа и угля из России» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://rg.ru/2022/03/08/evrokomissiia-predstavila-plan-po-otkazu-ot-nefti-gaza-i-uglia-iz-rossii.html.

3. Информационное агенство Kings Research. Priyanka V., «Wind Power Market. Global Industry Analysis and Forecast 2023–2030» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.kingsresearch.com/wind-power-market-145.

4. Информационное агенство «Bloomberg». «EU Aims to Boost Its Wind Industry to Counter China's Clean Tech Ambitions» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.energyconnects.com/news/renewables/2023/october/eu-aims-to-boost-its-wind-industry-to-counter-china-s-clean-tech-ambitions.

5. Информационное агенство «France24». «European summit aims to scale up wind energy production in North Sea» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.france24.com/en/europe/20230424-european-summit-aims-to-scale-up-wind-energy-production-in-north-sea.

6. Китайское информационное агенство «OFweek». «Jinfeng Technology: Organize regionalization and localize talents to seek common ground, accelerate the process of globalization, and win in the new era of green energy» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://mp.ofweek.com/chuneng/a756714858367.

7. Портер, М. Международная конкуренция. Конкурентные преимущества стран: Пер. с англ / М. Портер ; Под ред. и с предисловием В.Д. Щетинина. – М. : Междунар. отношения, 1993. – 896 с.

8. Сетевое издание «CNews». «Китай больно бьет по мировому рынку электроники. Запрещен вывоз технологий для переработки редкоземов, которые нужны в производстве чипов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.cnews.ru/news/top/2023-12-22_kitaj_zapretil_eksport_tehnologij.

9. Сетевое издание Информационное агентство «Нефть и Капитал». «Ветрогенерацию Европы от экспансии Китая будет защищать Еврокомиссия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://oilcapital.ru/news/2023-09-13/vetrogeneratsiyu-evropy-ot-ekspansii-kitaya-budet-zaschischat-evrokomissiya-3040563.

10. Черноусов, Д.А. Об использовании энергетических ископаемых ресурсов в долгосрочной перспективе / Д.А. Черноусов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2023. – № 5(184). – С. 60–67.

References

1. Nagrale, P. Wind Power Market Research Report Information Global Industry Size, Share, Growth, Trends and Forecast To 2030 [Electronic resource]. – Access mode : https://www.marketresearchfuture.com/reports/wind-power-market-1511.

2. Internet-portal «Rossiyskaya gazeta». «Yevrokomissiya predstavila plan po otkazu ot nefti, gaza i uglya iz Rossii» [Electronic resource]. – Access mode : https://rg.ru/2022/03/08/evrokomissiia-predstavila-plan-po-otkazu-ot-nefti-gaza-i-uglia-iz-rossii.html.

3. Informatsionnoye agenstvo Kings Research. Priyanka V., «Wind Power Market. Global Industry Analysis and Forecast 2023–2030» [Electronic resource]. – Access mode : https://www.kingsresearch.com/wind-power-market-145.

4. Informatsionnoye agenstvo «Bloomberg». «EU Aims to Boost Its Wind Industry to Counter China's Clean Tech Ambitions» [Electronic resource]. – Access mode : https://www.energyconnects.com/news/renewables/2023/october/eu-aims-to-boost-its-wind-industry-to-counter-china-s-clean-tech-

ambitions.

5. Informatsionnoye agenstvo «France24». «European summit aims to scale up wind energy production in North Sea» [Electronic resource]. – Access mode : https://www.france24.com/en/europe/20230424-european-summit-aims-to-scale-up-wind-energy-production-in-north-sea.

6. Kitayskoye informatsionnoye agenstvo «OFweek». «Jinfeng Technology: Organize regionalization and localize talents to seek common ground, accelerate the process of globalization, and win in the new era of green energy» [Electronic resource]. – Access mode : https://mp.ofweek.com/chuneng/a756714858367.

7. Porter, M. Mezhdunarodnaya konkurentsiya. Konkurentnyye preimushchestva stran: Per. s angl / M. Porter ; Pod red. i s predisloviyem V.D. Shchetinina. – M. : Mezhdunar. otnosheniya, 1993. – 896 s.

8. Setevoye izdaniye «CNews». «Kitay bol'no b'yet po mirovomu rynku elektroniki. Zapreshchen vyvoz tekhnologiy dlya pererabotki redkozemov, kotoryye nuzhny v proizvodstve chipov» [Electronic resource]. – Access mode : https://www.cnews.ru/news/top/2023-12-22_kitaj_zapretil_eksport_tehnologij.

9. Setevoye izdaniye Informatsionnoye agentstvo «Neft' i Kapital». «Vetrogeneratsiyu Yevropy ot ekspansii Kitaya budet zashchishchat' Yevrokomissiya» [Electronic resource]. – Access mode : https://oilcapital.ru/news/2023-09-13/vetrogeneratsiyu-evropy-ot-ekspansii-kitaya-budet-zaschischat-evrokomissiya-3040563.

10. Chernousov, D.A. Ob ispol'zovanii energeticheskikh iskopayemykh resursov v dolgosrochnoy perspektive / D.A. Chernousov // Mineral'nyye resursy Rossii. Ekonomika i upravleniye. – 2023. – № 5(184). – S. 60–67.

© М.М. Козеняшева, Д.А. Черноусов, 2024

УДК 339.138

О.Г. МУРАТОВА
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

МАРКЕТИНГОВОЕ ПРОДВИЖЕНИЕ АНТИДИАБЕТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА В РОССИИ

Ключевые слова: антидиабетические препараты; дистрибуция; компания; потребитель; сахарный диабет; сегментация рынка; фармацевтический рынок; целевая аудитория.

Аннотация. Сахарный диабет (**СД**) является распространенным заболеванием, которое несет риск для здоровья, трудоспособности и в целом качества жизни населения. После сердечно-сосудистых заболеваний СД занимает третье место среди причин смертности. Это заболевание охватывает большинство развитых стран мира. В настоящее время, по данным Всемирной организации здравоохранения, в мире уже насчитывается более 175 миллионов больных. Из года в год растет их количество и к 2025 г. может увеличиться до 300 миллионов. Вопрос о своевременном диагнозе и эффективном направлении лечения человека является важным для всей нашей страны. В статье анализируются внешняя и внутренняя среда фармацевтического рынка России, проведен *PEST*-анализ потенциала фармацевтического рынка, который позволил с учетом выявленных угроз определить стратегические направления развития данного рынка. Обозначено влияние различных рынков на антидиабетические препараты. На примере международной фармацевтической компании *STADA* исследуются цепочка продаж лекарственных препаратов конечному потребителю, сегментация целевой аудитории, каналы получения информации об антидиабетических препаратах врачами. В результате исследования сформирован портрет потребителя препарата «Инкресинк» как самого современного в лечении сахарного диабета второго типа. Исследование основано на таких теоретических методах, как анализ, синтез, индукция и дедукция.

Целью исследования является определение эффективной стратегии маркетингового продвижения компанией *STADA* антидиабетического препарата.

Задачи исследования: изучить потенциал рынка; оценить угрозы (и основные тенденции развития) на деятельность фармацевтической компании *STADA* в эндокринологии; рассмотреть основные политические, экономические, социальные и технологические факторы, влияющие на деятельность фармацевтического рынка и компании, в частности провести маркетинговое исследование с целью определения портрета потребителей антидиабетического препарата «Инкресинк» компании *STADA*.

В России наблюдается рост заболеваемости сахарным диабетом. Так, за последние 15 лет произошло увеличение данного показателя в два раза. Резкий скачок заболеваемости отмечается в крупных городах. В первую очередь в группу риска попадают люди 45 лет и старше. Но и это заболевание начинает молодеть, чему способствует множество факторов: генетика, экология, стрессы, питание. Результаты масштабного российского эпидемиологического исследования (***NATION***) подтверждают, что диагностируется лишь 54 % случаев СД второго типа. Таким образом, реальная численность пациентов с СД второго типа в РФ не менее 8 млн человек (около 7 % населения). Эти данные пугающие, так как представляют острую угрозу для долгосрочной перспективы социально-экономического развития страны. Значительная часть пациентов остается недиагностированной, а следовательно, не получает лечения и имеет высокий риск развития сосудистых осложнений [2].

Вес	P	POLITICAL – Политические факторы
-3		Внешняя геополитическая ситуация негативно отразилась на покупательскую способность населения.
3		Осуществление мероприятий в рамках принятой «Стратегии развития фармацевтической промышленности России на период до 2020 года», направленных на поддержку российских производителей, за счет стимулирования организации производства лекарственных средств на территории РФ.
-2		Регулирование (ограничение) взаимодействий представителей фармацевтических компаний с медицинскими и фармацевтическими работниками при осуществлении ими профессиональной деятельности.
-3		Уход с российского рынка зарубежных фармацевтических компаний приводит к повышению давления российских компаний.
	E	Экономические факторы – ECONOMICAL
-3		Рост курса валют и цен на материалы, увеличение сроков и стоимости логистики привели к значительному подорожанию препаратов, в зоне риска могут оказаться лекарства среднего и низкого ценового сегмента.
-1		Снижение финансирования на лекарственное обеспечение населения из бюджетов различных уровней.
+2		Уход с российского рынка и существенное урезание инвестиций многих зарубежных фармацевтических компаний, занимающих лидирующие позиции в направлении, эндокринология.
	S	Социально-культурные факторы – SOCIOCULTURAL
+3		Геополитическая и эпидемиологическая ситуация спровоцировала панический спрос весной в сегменте хронических заболеваний.
-1		Реальная распространенность заболеваемости СД 2 типа превышает регистрируемую в 1,5 раза.
+1		Активная пропаганда здорового образа жизни влияет на повышение заинтересованности населения в методах профилактики.
+2		Запуск государственной программы «Борьба с сахарным диабетом» в конце 2022.
	T	Технологические факторы – TECHNOLOGICAL
+1		Высокая динамика развития интернета и электронной коммерции приводит к росту продаж в интернет-канале.
+1		Рост вовлеченности в пользование мобильным интернетом и сайтами для пациентов приводит к быстрому росту осведомленности.
+2		Пилотный проект по продаже/доставке рецептурных препаратах через интернет-аптеки.
+2		Пилотный проект по частичному лекарственному возмещению.
-3		Ускорение темпов технологий производства, скорость роста дешевых дженериков усиливают конкуренцию.
	Степень влияния факторов – положительное / отрицательное	

Рис. 1. *PEST*-анализ потенциала фармацевтического рынка

Фармацевтический рынок меняется так быстро, что порой компании не успевают перестраивать свою деятельность. Вспомним условия *COVID*-19. Компании должны были переориентироваться под быстроменяющиеся условия, чтобы удержать клиентов, поставщи-

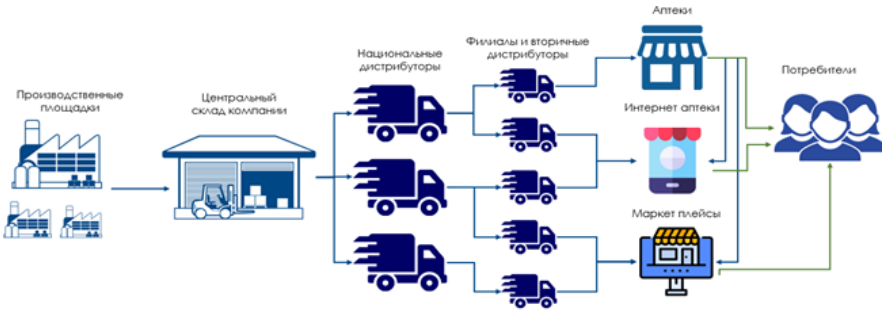

Рис. 2. Цепочка продаж лекарственных препаратов конечному потребителю

Рис. 3. Влияние различных рынков на антидиабетические препараты

ков, сохранить рабочие места и, кроме того, удержать прибыльность компании. Текущая геополитическая ситуация, безусловно, создает условия неопределенности и оказывает негативное влияние на экономику страны, в том числе на фармацевтическую отрасль.

Но существуют для фармацевтического рынка и направления для устойчивого развития, необходимого не только для получения прибыли компаниями, но и для поддержания здоровья наших граждан и возможности сохранения их трудоспособности, что положительно скажется и на экономическом развитии страны.

Сильное влияние на рынок оказывает развитие интернет-технологий: это дает фармацевтическим компаниям развивать электронную коммерцию как дополнительный источник продаж.

Уход с рынка зарубежных фармацевтических компаний, фокусировавшихся на производстве препаратов для терапии сахарного диабета второго типа (СД второго типа), привел к росту доверия к компаниям, которые остались на рынке, например, к компании *STADA*. Международная фармацевтическая компания, которая уже более 125 лет следует своей миссии – заботиться о здоровье людей в качестве надежного партнера. *STADA* – это компания с обширным портфелем. В России – это более 170 продуктов, соответствующих высоким стандартам традиционного немецкого качества. Российский продуктовый портфель *STADA* включает медицинские лекарственные препараты в 17 из 20 терапевтических групп, в том числе специализированных препаратов для терапии СД второго типа.

Для изучения потенциала рынка, оценки угроз и основных тенденций развития на деятельность фармацевтической компании *STADA*, в частности на портфель препаратов в эндокринологии, подготовлен *PEST*-анализ, в котором рассмотрены основные политические, экономические, социальные и технологические факторы (рис. 1).

Основная отрицательная тенденция – это рост валют, который сказывается на стоимости субстанции и материалов, то есть имеет влия-

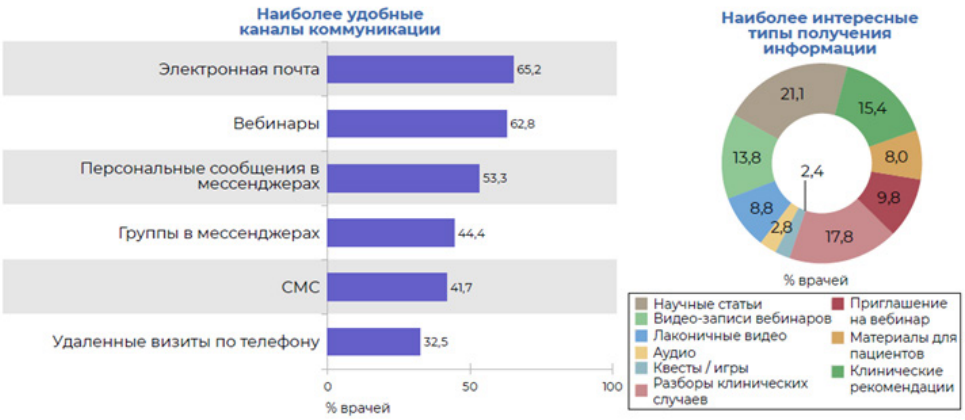

Рис. 4. Каналы получения информации врачами

ние на стоимость импортных и локальных препаратов, которые производятся из зарубежного сырья.

Снижение покупательской способности населения заставляет пациентов экономить на лечении, если пациент покупает за собственные средства. Экономия пациента на лечении может привести к неадекватному уровню гликозилированного гемоглабина (*HbA*1*c*), а порой и к летальному исходу.

В компании *STADA* лежит классическая схема непрямой дистрибуции. Поставки осуществляются национальным дистрибуторам на склады аптечных сетей, а конечным пунктом являются аптеки.

Для обеспечения наибольшего охвата территории страны компания сотрудничает со всеми ТОП-10 национальными дистрибуторами. Отмечается активный рост филиалов и вторичных дистрибуторов. Также отдельным быстрорастущим каналом можно выделить электронную коммерцию (маркетплейсы и интернет-аптеки).

При анализе целевой аудитории компании *STADA* в области реализации антидиабетических препаратов мы выяснили, что большая доля приходится на врачей-эндокринологов, дистрибуторов, Министерство здравоохранения.

Учитывая особенности фармацевтических компаний и специфики рынка антидиабетических препаратов, потребителей можно разделить на три группы:

– *B*2*B* – дистрибуторы, аптечные сети (закупка по прямому контракту от производителя);

– *B*2*C* – врачи-эндокринологи, врачи-терапевты;

– *B*2*G* – Министерство здравоохранения, главные внештатные специалисты.

Профиль целевой аудитории следующий.

1. Ядро: эндокринологи (стаж от двух лет), новаторы.
2. Занятость: ведут амбулаторный муниципальный/коммерческий прием.
3. Источники информации: личные визиты медицинских представителей, специализированная пресса, сайты для врачей.

Наибольшее доверие имеют личные визиты медицинских представителей к эндокринологам.

Также врачи получают информацию из рассылок по электронной почте, вебинаров, персональных сообщений в мессенджерах, группах в мессенджерах, а также из удаленных визитов по телефону и смс.

Вебинары и электронная почта – наиболее удобные каналы коммуникации для врачей. Более интересные типы получения информации: научные статьи, клинические рекомендации и разборы клинических случаев.

Врачей-эндокринологов можно разделить на три группы.

1. Новаторы предпочитают современные подходы лечения и изучают информацию о категории самостоятельно. Они меньше ориентируются на стоимость при назначении классов/препаратов, больше смотрят на отсутствие противопоказаний, более позитивно настроены и готовы к назначению сахароснижающих препаратов.

2. Последователи предпочитают современные подходы лечения, изучают мнения ключевых лидеров в поиске информации. Чаще остальных смотрят на стоимость препарата при назначении (примерно в 39 % назначений).

3. Консерваторы скорее предпочитают привычные, проверенные временем схемы. Эта категория врачей-эндокринологов имеет положительный опыт назначения препарата.

Компания *STADA* активно продвигает препарат «Инкресинк» среди врачей, которые предпочитают современные подходы лечения СД второго типа и изучают информацию о категории самостоятельно (то есть новаторы). Они отмечают, что могли бы назначить «Инкресинк» 27 % пациентам (22 % среди последователей и 18 % среди консерваторов).

По итогам маркетингового исследования врачи выделили следующие портреты пациентов для препарата «Инкресинк».

1. Интенсификация:

– пациент, не достигающий целевого показателя гликозилированного гемоглобина (*HbA*1*c*) на метформине более чем на 1 %;

– пациент, не достигающий целевого показателя гликозилированного гемоглобина (*HbA*1*c*) на метформине + глиптины (и ДПП-4) более чем на 1 %;

– непереносимость метформина.

2. Другое:

– полные пациенты, пациенты с тенденциями быстрого набора веса;

– пациенты, кому важно медленное наступление эффекта, отсутствие рисков гипогликемии: молодые и трудоспособные с опасной работой (водители);

– возрастные, без сердечно-сосудистых (**СС**) рисков;

– менее возрастные, без СС рисков, склонности к отечности, хронической сердечной недостаточности в анамнезе;

– пациент готов покупать препарат за собственные средства.

Важно отметить, что влияние фармацевта на выбор препарата в аптеке минимальный. В большинстве случаев пациент уже приходит с рецептом на определенное торговое наименование, которое выписал ему врач. Поэтому возможность своевременного и открытого доступа к информации о лекарственных препаратах и их эффективности повысит долю врачей-новаторов, что положительно скажется как на деятельности фармацевтических компаний, так и на снижении роста заболеваемости СД второго типа.

Список литературы

1. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом / Под редакцией И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. – 10-й выпуск (дополненный). – М., 2021.

2. Портал Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.who.int/ru/news/item/09-12-2020-who-reveals-leading-causes-of-death-and-disability-worldwide-2000-2019.

3. Федеральный регистр сахарного диабета РФ, реализуемый ФГБУ НМИЦ Эндокринологии МЗ при технической поддержке АО «Астон Консалтинг».

4. Seth Godin., This Is Marketing: You Can't Be Seen Until You Learn to See Hardcover / Seth Godin. – Illustrated, November 13, 2018.

References

1. Algoritmy spetsializirovannoy meditsinskoy pomoshchi bol'nym sakharnym diabetom / Pod redaktsiyey I.I. Dedova, M.V. Shestakovoy, A.YU. Mayorova. – 10-y vypusk (dopolnennyy). – M., 2021.

2. Portal Vsemirnaya organizatsiya zdravookhraneniya [Electronic resource]. – Access mode : https://www.who.int/ru/news/item/09-12-2020-who-reveals-leading-causes-of-death-and-disability-worldwide-2000-2019.

3. Federal'nyy registr sakharnogo diabeta RF, realizuyemyy FGBU NMITS Endokrinologii MZ pri tekhnicheskoy podderzhke AO «Aston Konsalting».

© О.Г. Муратова, 2024

УДК 001.82:005.334

Д.А. ПАШКОВСКИЙ
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», г. Санкт-Петербург

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОЦЕНКИ КЛЮЧЕВЫХ РИСКОВ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Ключевые слова: качество информации; корпоративное управление; международные стандарты финансовой отчетности; мониторинг; процесс управления рисками; риск.

Аннотация. Цель исследования – анализ наиболее часто возникающих практических аспектов в ходе идентификации и оценки ключевых рисков.

В ходе рассмотрения вопроса были решены следующие задачи: дано определение системы управления рисками и внутреннего контроля, предложен трехмерный профайл рисков, даны примеры влияния недостоверной информации на управление рисками. Гипотезой исследования является необходимость учета достоверности информации при оценке влияния событий и вероятности их наступления. Методы исследования: системный подход, обобщение, сравнительный анализ. Результат исследования состоит в разработке методологического подхода, учитывающего достоверность информации (дезинформация), при оценке рисков, что в совокупности с процедурами внутреннего контроля позволит компаниям сформировать риск-ориентированную систему руководства и управления для эффективной и результативной работы и достижения стратегических целей (в том числе в области устойчивого развития) в условиях неопределенности и риска.

Процесс управления рисками с точки зрения корпоративного управления сводится к следующим основным этапам: идентификация, оценка и управление корпоративными рисками, поддержка стратегического плана компании и определение риск-аппетита, назначение конкретных ответственных за управление соответствующими рисками, мониторинг и отслеживание индивидуальных, коллективных (отделы, управления, департаменты и так далее) успехов и прогресса на пути управления рисками и внутреннего контроля в системе корпоративного управления.

Система управления рисками и внутреннего контроля – это совокупность взаимосвязанных организационных мер и процессов, организационной структуры, локальных нормативных актов и организаций компании, иных документов, методик и процедур, норм корпоративной культуры и действий, предпринимаемых работниками структурных подразделений компании и организаций Группы компании, направленная на обеспечение достаточных гарантий достижения целей и решения задач, а также поддержку работников структурных подразделений компании и организаций при принятии решений в условиях неопределенности [1].

В данном случае необходимо отметить шесть важных элементов в ходе управления рисками до того, как можно сфокусироваться на главном элементе – принятии решений руководством (Совет директоров, комитет по аудиту, Правление) с учетом рисков.

Для того чтобы эффективно управлять рисками организации, необходимо быть достаточно осведомленным о возможных рисках. В практической деятельности приходится сталкиваться зачастую с «ощущаемыми» рисками, которые работники компании считают действительными и актуальными. Вместе с тем работники редко имеют доступ к достаточной статистической информации, которая позволяла бы им делать значимые оценки реальных для компании рисков.

Однако такие работники искренне не могут признать, что в обычных условиях они никог-

да и не могут иметь необходимой информации. В большинстве случаев рыночные условия, существовавшие «вчера», не повторяются больше никогда и остаются уникальными навсегда. С другой стороны, нужно четко понимать, что участники рыночных отношений однозначно различаются по своим масштабам деятельности и возможностям, что влияет на получение неожиданных результатов для малого и среднего бизнеса, копирующих бизнес-модели международных корпораций. Кроме того, идут непрерывное усложнение регуляторных требований, изменение макроэкономической ситуации, что в целом влияет на ведение бизнеса. Поэтому зачастую изучение многочисленных бизнес-кейсов не дает руководителям компаний однозначных ответов, позволяющих вести всегда успешно бизнес.

Бизнес-процессы в компаниях нестационарны и нестатичны, поэтому идут непрерывные «повышения эффективности», «улучшения» и «адаптации» (особенно в области устойчивого развития компаний). Поэтому привычный в статистике частотный метод при его постоянном использовании менеджерами в вопросах управления рисками ставит фундаментальный вопрос о сопоставимости данных при совершенно разных условиях.

Международные стандарты финансовой отчетности также призваны предоставить заинтересованным сторонам (кредиторам, инвесторам, регулирующим органам и др.) необходимую информацию для принятия экономических решений, в том числе в динамике. Международные стандарты финансовой отчетности (**МСФО**) обеспечивают сопоставимость и преемственность данных, предлагая использовать по мере необходимости соответствующие стандарты (например, для экономик с гиперинфляцией).

Вместе с тем, когда эмпирические данные являются достоверными и надежными, то их имеет смысл использовать в процессе управления рисками.

Важным критерием информации является качество. Качество информации влияет на результаты принимаемых управленческих решений, поскольку используется многократно в ходе оценки. При этом нужно понимать, что на качество информации также влияют используемые допущения и оценки (например, актуарные расчеты с использованием данных о продолжительности жизни работников, достигших пенсионного возраста). Качественные оценки могут быть связаны с нематериальными ресурсами (например, рост производительности обусловлен повышением морально-психологического климата в компании).

Следует отметить распространенное явление в международной экономической практике – дезинформацию. Прежде всего нужно определиться с существенностью. Например, в 2001 г. Греция стала 12-м членом европейского Экономического и валютного союза, отказавшись от драхмы. Для вхождения в еврозону Греции нужно было выполнить ряд экономических показателей, которые были выполнены только на бумаге (была фальсифицирована экономическая отчетность). В результате было создано независимое статистическое управление Евростат, которое объективно проверяет все данные от членов Европейского Союза.

Существенность зависит от размера и характера информации (пропущенной или искаженной) с учетом сложившихся обстоятельств. Случай с Грецией демонстрирует пример существенных искажений экономической отчетности. Можно отнести к ошибкам допущенные искажения при подготовке экономической отчетности. Ошибки – это пропуски и/или искажения информации, возникающие в результате неприменения, либо неадекватного применения достоверной информации (например, в результате мошенничества, ошибок в расчетах, интерпретации фактов).

Дезинформация – это фальшивая информация, намеренно распространяемая для обмана заинтересованных сторон. При этом дезинформация наносит значительный вред в ходе анализа рисков. Стратегические решения всегда связаны с высокими рисками и значительными вознаграждениями, но недостаток качественной информации приводит к стратегическим рискам, которые чаще всего до момента их реализации считаются неважными.

Поэтому традиционно изображаемая схема общего профайла рисков (двухмерное пространство, в котором одна ось – «вероятность реализации», а другая – «влияние») уже устарела. В реалиях, декларируемых рядом экономически развитых стран, рыночными отношениями и одновременным введением незаконных санкционных ограничений в отношении других государств, процесс управления рисками требу-

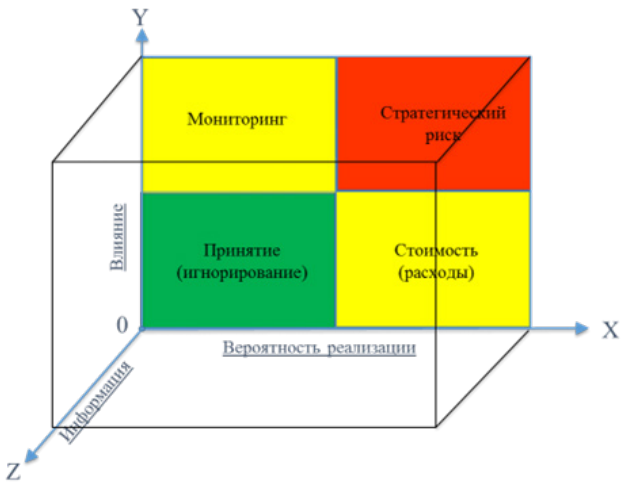

Рис. 1. Предлагаемая трехмерная схема общего профайла рисков

ет отражения в трехмерном пространстве с добавлением оси «информация/дезинформация» (рис. 1).

Высокая вероятность реализации риска и высокая степень влияния с точки зрения последствий при наличии дезинформации могут привести к стратегически неверным корпоративным решениям и игнорированию критических рисков. Так, наиболее продвинутыми в области управления рисками считаются кредитные организации, деятельность которых подвержена регулированию (начиная от лицензирования, заканчивая возможностью отзыва лицензии, в том числе по причине ненадлежащего управления рисками).

Вместе с тем, несмотря на всю строгость банковского надзора и контроля за деятельностью кредитных организаций, только за 11 дней марта 2023 г. обанкротились четыре банка с величиной совокупных активов около 900 млрд долларов, а 1 мая 2023 г. добавился пятый банк с активами 230 млрд долларов [2].

Таким образом, только непрерывный процесс совершенствования бизнес-процессов может позволить повысить результативность деятельности компаний и улучшить качество предоставляемых услуг. Некоторые из возможных направлений совершенствования бизнес-процессов в ходе идентификации и оценки ключевых рисков могут включать следующее.

1. Валидация входящей информации, используемой в ходе оценки рисков в области устойчивого развития (достоверность информации, своевременность и полнота).

2. Определение существенности используемой информации и рассмотрение возможности получения компанией дезинформации. Выявление дезинформации и принятие адекватных мер (достоверные источники данных, оптимизация форм управленческой отчетности со встроенными контрольными процедурами, а также улучшение системы внутреннего контроля, мониторинга и управления данными в компании).

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г. и на перспективу до 2036 г.» установлены целевые показатели при достижении цели «Технологическое лидерство», предусматривающей формирование новых рынков по направлению «…экономика данных, их активное вовлечение в хозяйственный оборот, хранение, обмен и защита» [3].

Таким образом, повышаются требования к качеству и достоверности данных, которые будут использоваться при реализации национальных целей. В целом адекватная система идентификации и оценки ключевых рисков в области устойчивого развития позволяет компаниям более эффективно управлять ресурсами, снижать риски возникновения ошибок (в том числе стратегических) и дезинформации, тем самым повышать доверие заинтересованных сторон, а также обеспечивать соблюдение требований законодательства и регулирующих органов.

Список литературы

1. Решение Совета директоров ПАО «Газпром» от 25.12.2018 № 3 195. Политика управления рисками и внутреннего контроля ПАО «Газпром» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.gazprom.ru/f/posts.
2. В чем проблемы американских банков и имеют ли они значение для России. // РБК: сетевое изд. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://rbc-ru.turbopages.org/turbo/rbc.ru/s/finances/13/03/2023/ 640f1b779a794719284f9510sa.
3. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.20204 № 309. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://kremlin.ru/events/president/news/73986.

References

1. Resheniye Soveta direktorov PAO «Gazprom» ot 25.12.2018 № 3 195. Politika upravleniya riskami i vnutrennego kontrolya PAO «Gazprom» [Electronic resource]. – Access mode : https://www.gazprom.ru/f/posts.
2. V chem problemy amerikanskikh bankov i imeyut li oni znacheniye dlya Rossii. // RBK: setevoye izd. [Electronic resource]. – Access mode : https://rbc-ru.turbopages.org/turbo/rbc.ru/s/finances/13/03/2023/ 640f1b779a794719284f9510sa.
3. Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 07.05.20204 № 309. O natsional'nykh tselyakh razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda i na perspektivu do 2036 goda [Electronic resource]. – Access mode : http://kremlin.ru/events/president/news/73986.

© Д.А. Пашковский, 2024

УДК 658

К.Б. САФОНОВ
ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет имени Л.Н. Толстого», г. Тула

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РАБОТОДАТЕЛЕЙ С ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ В КОНТЕКСТЕ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЙ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ БИЗНЕСА

Ключевые слова: институт образования; качество образования; образовательные организации; работодатели; социальная ответственность бизнеса; устойчивое развитие.

Аннотация. Целью работы является анализ подходов к взаимодействию работодателей с образовательными организациями как одного из направлений реализации практик социальной ответственности бизнеса. Задачи исследования: определение особенностей реализации стратегий социальной ответственности бизнеса в современных условиях; анализ возможных путей взаимодействия работодателей и образовательных организаций. Гипотеза исследования: в настоящий момент взаимодействие работодателей с образовательными организациями уместно рассматривать в качестве одного из важных направлений реализации практик социальной ответственности бизнеса. Методы исследования: анализ научной литературы, синтез, обобщение. Достигнутые результаты: определены особенности реализации стратегий социальной ответственности бизнеса в современных условиях; предпринят всесторонний анализ возможных путей взаимодействия работодателей и образовательных организаций.

Подготовка значительного количества высококвалифицированных специалистов, способных успешно и эффективно осуществлять деятельность в любой сфере, находится в русле интересов как общества в целом, так и отдельных экономических агентов. На решение данной задачи направлено функционирование современного института образования. При этом очевидно, что часто образовательные организации нуждаются в поддержке тех, кто в перспективе сможет предоставить обучающимся рабочие места. И поддержка эта может носить разнообразный характер. Главным при этом остается понимание того, что «инновационный характер образовательной деятельности и эффективность функционирования университетов и других форм вузов во все более возрастающей степени предопределяют динамику и структуру формирующегося кадрового потенциала страны» [4].

Любая организация, ориентированная на осуществление эффективной деятельности и собственное стабильное и поступательное развитие, должна содействовать трансформации института профессионального образования, приведению его в соответствие с требованиями времени. Это уместно рассматривать в контексте реализации стратегии социальной ответственности современного бизнеса, которая «предполагает заботу не только о персонале предприятия, но и о населении и экономике региона и/или страны, в которой функционирует корпорация» [1]. На практике это может означать необходимость уделять повышенное внимание трем взаимосвязанным аспектам – «заботе о сотрудниках компании, защите окружающей среды и совершенствованию общества в целом» [6]. Причем стремление оказывать содействие становлению и развитию института образования особенно очевидно оказывает влияние на кадровый состав любой организации, испытывающей потребность в повышении уровня профессионального развития, и на социум в целом, который нуждается в постоянной модернизации учреждений образования всех уровней, приведения их деятельности в соответствие с требованиями времени.

Практическая реализация стратегий корпоративной социальной ответственности в настоящий момент находится в зоне повышенного внимания руководства и учредителей каждой организации, ориентированной на успех и устойчивое развитие. Обусловлено это, в частности, «пониманием того, что без организации какой-либо социальной деятельности невозможно существование самого бизнеса, поскольку это не только модный тренд, но и направление социальной политики организации, позволяющее привлекать лучших сотрудников, профессионально их развивать, создавать эффективные системы мотивации персонала» [2]. Очевидно, что инвестиции в подобные программы могут не принести ощутимой прибыли в краткосрочной и даже в среднесрочной перспективе. Однако в целом любой бизнес окажется в выигрыше, именно поэтому «актуальность корпоративной социальной ответственности повышается для предприятий при разработке и утверждении целевых программ, проектов, напрямую или косвенно связанных с получением прибыли» [3]. Применительно к взаимодействию с учреждениями образования можно ожидать значимой отдачи в виде получения значительного количества молодых профессионалов, способных успешно осуществлять деятельность в изменяющихся условиях, своим трудом принося пользу социуму и повышая рентабельность и результативность конкретной организации.

Не вызывает сомнения тот факт, что для достижения обозначенной результативности следует стремиться выполнить ряд условий, а это предполагает, в частности, что «успешное применение полученных в вузе знаний во многом зависит от многосторонней координации между студентами, преподавательским и методическим составом, органами государственного надзора в сфере высшего образования и представителями рынка труда» [5]. Именно последняя из вовлеченных сторон может сыграть решающую роль в существенном повышении эффективности подготовки кадров. Для этого каждой организации следует предусмотреть в своей корпоративной социальной стратегии необходимость выстраивания взаимовыгодного взаимодействия с учреждениями образования, осуществляющими деятельность в конкретном регионе.

На практике взаимодействие работодателей с образовательными организациями в контексте реализации стратегии социальной ответственности бизнеса может принимать различные формы. Отталкиваться в данном случае уместно от того, что «к изменениям, необходимым для дальнейшего устойчивого развития высшего образования, относятся: развитие инновационных технологий, экологизация, интеграция университетов в развитие регионов путем опережающих исследований, внедрения инноваций» [7]. При этом любой субъект бизнеса может оказывать влияние на интеграцию инноваций в деятельность учреждений образования различными путями. Прежде всего это подразумевает организацию стажировок ведущих преподавателей на производстве, которые таким образом смогут расширить собственный кругозор, сформировав понимание того, как в настоящий момент осуществляются эффективные процессы производства конкурентоспособных товаров и оказания востребованных у населения услуг. В перспективе подобное сотрудничество может трансформироваться в осуществление совместных прикладных научных исследований, результаты которых будут непосредственно интегрироваться в практику деятельности конкретного бизнеса.

Постепенно данное взаимодействие может быть расширено путем привлечения к нему не только научно-педагогических работников, но также и аспирантов, а еще студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата и магистратуры. Также уместным представляется привлечение представителей действующих и потенциальных работодателей к участию в различных аспектах учебного процесса, например, при преподавании студентам тех или иных практико-ориентированных дисциплин, организации учебной и производственной практики, проведении мастер-классов, диспутов и круглых столов. Все это позволит обеспечить существенное повышение качества образования, приведя его практики в соответствие с запросами рынка труда. На практике это может означать существенный рост конкурентоспособности будущих выпускников, каждый из которых уже в процессе подготовки в образовательной организации получит представление об особенностях функционирования современного бизнеса, что в перспективе позволит молодому специалисту рационально использовать свой профессиональный и личностный потенциал,

качественно исполняя должностные обязанности.

Трудно переоценить роль института образования в инновационном развитии современного социума. При этом необходимо помнить об особенностях образования, состоящих в том, «что его воздействие на общество во многом носит неявный, скрытый характер, а результативность образовательного процесса в ряде аспектов может проявляться спустя длительное время после реализации того или иного нововведения» [8]. Для достижения подобных результатов необходимы соблюдение баланса интересов всех сторон, а также их активное участие в подготовке современных высококвалифицированных и конкурентоспособных кадров. Современный бизнес может внести свой вклад в достижение подобных целей путем осуществления взаимодействия с образовательными организациями в контексте реализации стратегии социальной ответственности. В результате в выигрыше окажутся все стороны, а общество получит новые возможности для устойчивого и поступательного развития.

Список литературы

1. Жойдик, А.П. Корпоративная социальная ответственность в условиях пандемии / А.П. Жойдик // Глобальный научный потенциал. – 2020. – № 6(111). – С. 148–151.

2. Задорожная, И.И. Корпоративная социальная ответственность российских организаций: анализ тенденций / И.И. Задорожная // Глобальный научный потенциал. – 2020. – № 4(109). – С. 185–188.

3. Ильясова, М.К. Современная модель корпоративной социальной ответственности / М.К. Ильясова, С.Р. Мустафаева // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2023. – № 1(79). – С. 97–101.

4. Молчанов, И.Н. Образование как социальный институт: предпринимательский вектор / И.Н. Молчанов // Экономика. Налоги. Право. – 2022. – Т. 15. – № 5. – С. 38–46.

5. Савченко, Д.С. Высшее образование как показатель готовности к профессиональной деятельности: основные подходы и проблемы / Д.С. Савченко // Перспективы науки. – 2023. – № 8. – С. 270–274.

6. Стазаева, И.В. Корпоративная социальная ответственность как концепция стратегического развития организации / И.В. Стазаева // Гуманитарный научный журнал. – 2023. – № 4-3. – С. 3–7.

7. Тельнова, С.В. Развитие образовательной экосистемы вуза как способ модернизации высшего образования в современных условиях / С.В. Тельнова // Перспективы науки. – 2022. – № 6(153). – С. 124–126.

8. Филиппов, А.А. Технический прогресс как фактор развития института образования / А.А. Филиппов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Социология. Политология. – 2023. – Т. 23. – № 1. – С. 22–27.

References

1. Zhoydik, A.P. Korporativnaya sotsial'naya otvetstvennost' v usloviyakh pandemii / A.P. Zhoydik // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2020. – № 6(111). – S. 148–151.

2. Zadorozhnaya, I.I. Korporativnaya sotsial'naya otvetstvennost' rossiyskikh organizatsiy: analiz tendentsiy / I.I. Zadorozhnaya // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2020. – № 4(109). – S. 185–188.

3. Il'yasova, M.K. Sovremennaya model' korporativnoy sotsial'noy otvetstvennosti / M.K. Il'yasova, S.R. Mustafayeva // Uchenyye zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta. – 2023. – № 1(79). – S. 97–101.

4. Molchanov, I.N. Obrazovaniye kak sotsial'nyy institut: predprinimatel'skiy vektor / I.N. Molchanov // Ekonomika. Nalogi. Pravo. – 2022. – T. 15. – № 5. – S. 38–46.

5. Savchenko, D.S. Vyssheye obrazovaniye kak pokazatel' gotovnosti k professional'noy deyatel'nosti: osnovnyye podkhody i problemy / D.S. Savchenko // Perspektivy nauki. – 2023. – № 8. – S. 270–274.

6. Stazayeva, I.V. Korporativnaya sotsial'naya otvetstvennost' kak kontseptsiya strategicheskogo razvitiya organizatsii / I.V. Stazayeva // Gumanitarnyy nauchnyy zhurnal. – 2023. – № 4-3. – S. 3–7.

7. Tel'nova, S.V. Razvitiye obrazovatel'noy ekosistemy vuza kak sposob modernizatsii vysshego obrazovaniya v sovremennykh usloviyakh / S.V. Tel'nova // Perspektivy nauki. – 2022. – № 6(153). – S. 124–126.

8. Filippov, A.A. Tekhnicheskiy progress kak faktor razvitiya instituta obrazovaniya / A.A. Filippov // Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Sotsiologiya. Politologiya. – 2023. – T. 23. – № 1. – S. 22–27.

© К.Б. Сафонов, 2024

Abstracts and Keywords

A.A. Astankov, A.G. Kravets, V.O. Artyushin, K.Y. Dereguzov

Methods and Technologies for Urban Parking Space Management

Keywords: management; urban space; parking.

Abstract. The article deals with the problem of urban parking space management. The purpose of this study is to develop an effective urban parking space management system using innovative methods and algorithms. The research objectives are: to analyze existing approaches to urban parking space management; to identify the main problems and shortcomings of existing parking management systems. The hypothesis of the study is as follows: the effective use of modern technologies and algorithms will significantly improve the management of urban parking space, reduce traffic congestion and increase parking accessibility for citizens. In the course of the study, an analysis of existing approaches to urban parking space management was carried out, which made it possible to identify the main problems and shortcomings of current parking management systems. The problems found include inefficient use of spaces, traffic congestion, insufficient integration with public transport and other aspects that make it difficult for citizens to access parking spaces. These results are the basis for the development of new methods and algorithms aimed at solving the identified problems and improving the management of urban parking space.

E.A. Galimov, A.M. Khafizov

Research and Development of a Module for the Control and Control System of Reciprocating Compressors by Optimizing the Characteristic Curve

Keywords: anti-surge control; surge limits; reciprocating compressor; operating point; control system.

Abstract. The article discusses methods for upgrading the control system of technological parameters of reciprocating compressors. The purpose of research and development is to increase the efficiency of control and management of reciprocating compressors. The objectives of this research are: to compare the methods of rectangular and polar coordinate systems that determine the operating point of a reciprocating compressor, to develop a module based on the chosen method. In this development, the calculation of the process variables produced by the control algorithm is performed; a variable is calculated characterizing the position of the working point corresponding to the reduced nominal flow rate and the nominal reduced rotation speed. Based on the polar coordinate method, a calculation module for a compressor operating under dynamic control conditions was developed for anti-surge regulation within the required limits of the volume of recirculating or emitted gas into the atmosphere.

A.V. Gorelik, E.D. Islyamova, A.N. Malykh, A.V. Pochuev

Assessment of the Provision of the Production Process with the Necessary Resources Based on Simulation Modeling

Keywords: simulation modeling; resource support; production process; statistical experiment; application service.

Abstract. The purpose of the paper is to study methods for assessing the availability of the production process with the necessary resources using simulation modeling. The main objective of the research is to develop an algorithm for effective planning of technological processes. The paper proposes and substantiates a hypothesis about the effectiveness of using a simulation model to optimize the planning of production processes in the presence of random volumes of work in comparison with other known methods. A simulation model of resource management based on the algorithm of "buffering"

requests for individual work using methods of the theory of random impulse flows is proposed. The authors conclude that the application of the proposed simulation algorithm makes it possible to qualitatively improve the planning and allocation of resources for the organization of the production process.

Sh.M. Isaev, M.G. Magomed-Kasumov

The Analysis of the Effectiveness of Implementing AI to Automate Organization's Business Processes

Keywords: artificial intelligence; business; business processes; neural network; digitalization; organization management; technology; automation.

Abstract. The article considers the issue of the effectiveness of the introduction of AI into the work of an organization in order to automate its business processes. The analysis of the directions of using AI in organizations and its advantages for automating business processes is carried out. The results of the study are as follows: the analysis revealed that those companies that are aware of the features of AI and can use AI products in business show more effective results.

I.P. Kulikov, A.M. Khafizov

The Development of a Mathematical Model for the Automatic Control System of the Absorption Unit

Keywords: modeling; computer simulator; absorption; CoDeSys V2.3.

Abstract. The purpose of the research is to develop a mathematical model of the technological process of the absorption unit, which will allow to provide continuous automatic regulation of the technological process at a given production site. For this purpose it is necessary to solve the following tasks: to use the mathematical model in the program CoDeSys V2.3 to form the knowledge and skills of production employees for better control of the technological process, to realize the possibility of access for editing the developed mathematical model in the process of operation taking into account possible in the future changed parameters of the enterprise technology. One of the main advantages of CoDeSys is that the software is in the public domain, and it is a domestic development, which in turn is an extremely important plus in the period of import substitution.

A.O. Kurganov, A.V. Sinitsyn

Modeling Of Processes of Emergencies Occurrence and Development

Keywords: emergencies; modeling; software; methods; developments; management processes.

Abstract. The research hypothesis is as follows: in a rapidly changing environment, modeling the processes of occurrence and development of emergency situations will make it possible to more effectively analyze the probable causes and consequences of such situations, which in turn will help to develop more accurate and operational measures to prevent and manage crisis situations. The purpose of the article is to consider approaches to modeling the processes of occurrence and development of emergency situations, the task is to justify the need to design computer models of various options for identifying emergency situations and their further development. An example of simulation software is presented as research methods. As a result, the most common forecasting methods related to fires and fires are identified.

S.V. Palmov, R.R. Salikhov

A Comparison of Datasets Balancing Methods

Keywords: data balancing; machine learning; neural network; multilayer perceptron; Python.

Abstract. The aim of the study was to test the hypothesis regarding the effectiveness of balancing methods available in the imbalanced-learn library. To achieve this, the following tasks were undertaken: the necessary datasets were preprocessed, the scikit-learn and imbalanced-learn libraries were installed, a graphical interface was developed in Python to adjust balancing parameters, a series of experiments were conducted, and the resulting data were processed and presented in tables. The study employed methods of comparative analysis, machine learning, and mathematical statistics. The experimental phase of the study focused on data balancing using Random Oversampling, Random Undersampling, SMOTE, and ADASYN methods, followed by model evaluation trained on balanced data. The obtained results confirm the hypothesized proposition: the application of data balancing methods significantly enhances the performance of machine learning models; notably, the Random Oversampling method often yields the most favorable outcomes among the datasets considered.

E.G. Ryzhikova

An Algorithm for Finding the Optimal Solution Based on the Use of Multi-Level Scales of Expert Assessments

Keywords: algorithm; qualitative features; multilevel evaluation scales; optimal solutions; expert assessments.

Abstract. The purpose of the article is to develop and test an algorithm for finding the optimal alternative based on expert assessment and the construction of multi–level evaluation scales. The tasks are to study the methods of expert assessments, to consider the types of scales in the theory of measurements, to develop an algorithm for finding the optimal alternative based on the results of the analysis of qualitative features of objects. The hypothesis is that in order to popularize and ensure the reliability of the use of expert assessments and multilevel scales in making optimal decisions, effective and scientifically based search algorithms are required. The methods of analysis, ranking, expert assessments, comparison, scaling were used. A numerical algorithm has been developed to find the optimal alternative based on the results of the analysis of qualitative characteristics on multilevel scales using expert assessments.

I.N. Staroverov, V.I. Kuzmin

The Analysis and Identification of Near-Proportional Characteristics in Time Series

Keywords: empirical data; almost-proportions; geometric progression; shift functions; function spaces.

Abstract. In today's environment, the exponential growth of information demands advanced data analysis methods, particularly for analyzing nonlinear oscillations that demonstrate stable structures. This research focuses on the analysis and identification of quasi-proportional characteristics in time series. The objective of the study is to reveal structures controlling the dynamics of fast and slow processes, as well as to determine quasi-proportions in geometric progressions. The research tasks include using shift function methods to determine critical points and quasi-proportional properties in time series; analyzing stock data from Walmart to assess the stability of models. The hypothesis is that the shift function method provides precise identification of quasi-proportions and critical points, demonstrating the mathematical stability of the results across various time series. The methodology involves functional analysis and the use of specialized algorithms to assess quasi-proportional and quasi-periodic characteristics, as well as analyzing metric spaces to determine initial values and coefficients. The study

demonstrates that the proposed methods effectively analyze complex time series and accurately identify key parameters, emphasizing their importance for data processing and broad applicability in various sectors.

Camara Amadou Sara, O.A. Saltykova

Preventing Attacks on Web Applications Using Machine Learning

Keywords: websites; vulnerabilities; machine learning; attacks on websites.

Abstract. Detecting and mitigating critical web vulnerabilities and attacks such as cross-site scripting and cross-site request forgery attacks is a major concern in web security. These types of web attacks are evolving and becoming increasingly difficult to detect. One way to detect these web vulnerabilities and prevent attacks is through machine learning. The purpose of this article is to briefly introduce new scientific methods of using classical and advanced machine learning to detect and prevent attacks on the site using malware and request forgery. The objectives of the study are to analyze methods for detecting cross-site scripting and cross-site request forgery using machine learning. The research hypothesis is the possibility of using machine learning to prevent attacks on web applications. The research methods included testing intrusion detection in practice. The result of the research is the choice of the optimal research method.

S.E. Turaev, D.A. Zakoldaev

Network Traffic Analysis (NTA) in Cybersecurity

Keywords: Network Traffic Analysis; information security; malicious traffic; network; traffic; malware; firewall; Telnet; protocol.

Abstract. The scientific article is devoted to the study of network traffic analysis – this is the process of analyzing network activity and availability. This operation involves keeping track of what, when and where data is transferred across different parts of the network. This article provides an overview of various network analysis and traffic forecasting techniques. One of the main goals of this process is to help detect and prevent threats, as well as track potential problems. Particular attention was drawn by the author to how NTA includes deep packet inspection used by firewalls and malicious traffic analysis used by intrusion detection systems. The publication touches on the topics of advantages, the importance of NTA, what the purpose of monitoring network traffic is, and for what purposes it can be used. When choosing an NTA solution, you need to consider the blind spots in the network, the data sources from which information is needed, and the critical points in the network where they converge for effective monitoring. By adding NTA as a layer to a security information and event management (**SIEM**) solution, you can gain visibility into an even larger portion of your environment and users.

A.D. Georgievsky, Yu.Yu. Cheremukhina

Development of a Quality Management System at the Stages of the Life Cycle of the Radio-Electronic Complex

Keywords: production; quality management; management; customer orientation; marketing; software; management.

Abstract. The purpose of the study is the analysis of the main functions and principles of quality management at the stages of information security management. To achieve the purpose of the study, the tasks of analyzing the work related to quality management were studied, functional principles were determined. The problematic is defined, which consists in the fact that universalism manifests itself, among other things, in the somewhat general nature of the construction of a quality management system and the content of its individual requirements. Therefore, the implementation processes should take into account the specifics of the organization and the sector in which it operates, that is, it is necessary to

use a situational approach related to the specifics of the radio-electronic complex. The research methods include analysis, comparison, grouping, systematization, generalization, induction and deduction, forecasting. The research results are as follows: a set of measures has been developed to improve quality management at the stages of information security management.

P.A. Bumarskov, N.N. Bumarskova, V.V. Bizyaev

Causes of Eating Disorders and Their Consequences

Keywords: eating disorders; anorexia nervosa; bulimia nervosa; compulsive overeating.

Abstract. The purpose of the study is to identify the causes of eating disorders and their consequences. The objective of the study is to determine the diagnosis of PP disorders and their consequences. The research hypothesis is based on the assumption that eating disorder is a serious pathological condition that occurs among students and requires immediate help from psychiatrists, psychologists and somatic specialists. The research methodology and organization involved studying specialized literature, conducting an anonymous survey of 148 respondents (18–23 years old). The analysis of diseases of student youth among athletes proved the prevalence of various types of eating disorders, factors that provoke the disease and sources of information about eating disorders. The results of the study and their discussion are as follows: 69 male respondents and 79 female respondents took part in the survey. 51 % learned about eating disorders and diet culture from social networks, 16 % – from friends, 12.8 % – from family, 13.3 % indicated the reason was “other” (books, TV, movies and series, doctors, factors combined), 6.4 % said they knew nothing about eating disorders. 21 % indicated that they were currently suffering from eating disorder, 26.2 % that they were suffering from eating disorder, 36.6 % stated that they had never encountered eating disorder, 18.2 % were unsure. As factors that provoked eating disorders, survey participants indicated: stress – 28.5%, public opinion – 21.4 %, low self-esteem – 18.7 %, criticism from family – 12.3 %, 9.6 % cases against the background of other disorders or psychotrauma. Most often, respondents who have or have had an eating disorder mentioned compulsive overeating – 68.2 %, anorexia nervosa – 21 %, bulimia nervosa – 16 %, and orthorexia 19.8 %. From the survey, it is clear that the modern generation is more aware of the problem of eating disorders, and most often they learn information through social networks. Almost half of those surveyed had experienced eating disorder, and the most common reasons were stress and public opinion.

R.G. Vildanov, A.A. Afanasyev

Modern Technologies and Innovations in the Field of Gas Filling Units: Prospects and Application

Keywords: gas torch; industry; safety; combustion; gas-filling unit; automated system; oil storage.

Abstract. The aim of the study is to analyze modern technologies and innovations in the field of gas distribution nodes to identify their perspectives and potential areas of application. The tasks are to examine the main technological achievements and innovative approaches in the field of gas distribution nodes, as well as to conduct an analysis of their applicability and potential for optimization and improvement of gas supply. The research hypothesis suggests that the application of modern technologies in the field of gas distribution nodes can significantly increase the efficiency, reliability, and environmental safety of gas supply, thus contributing to improving the quality of life and economic development of regions. The study utilized methods of analysis and synthesis of scientific literature, as well as the examination of practical experience in the implementation of modern technologies in the field of gas supply. As a result of the conducted research, the main trends in technology development in the field of gas distribution nodes were identified, potential areas of their application were determined, and prospects for further development of this area were highlighted. The obtained results can be useful for specialists in the field of gas supply, as well as for decision-making in the energy and urban infrastructure sectors.

S.Ya. Krivosheeva

A Study of the Stress-Strain State of Compacted Corrugated Shells

Keywords: flexible metal pipeline; bellows; corrugated casing; meridial and circumferential stresses; axial stiffness.

Abstract. The main element of flexible pipelines (compensators) is a corrugated casing (**CS**). The purpose of this work is to determine factors that can extend the service life of flexible expansion joints. The objective of this study is to analyze the influence of the corrugation compaction angle on the resulting meridial and circumferential stresses. The hypothesis is that compaction of the GO reduces the stresses arising in it. Cyclic fatigue tests of bellows were carried out, based on the results of which it was concluded that in corrugations of higher heights, the stresses decrease, and the bellows seal does not have a significant effect on the stresses.

R.U. Astafev, R.V. Shamin

Fundamentals of Statistical Tools for Analyzing and Predicting the Quality of Software Products

Keywords: quality analysis; software lifecycle; quality of software products; quality forecast; statistical tools.

Abstract. The purpose of the research in this article is the synthesis of an algorithm for the formation of statistical tools for analyzing and predicting the quality of software products. To achieve this goal, the tasks were completed: approaches to assessing the quality of software products were considered, tools for analyzing and predicting the quality of software products were considered, an algorithm for the formation of statistical tools was derived. The main hypothesis was the assumption about the availability and possibility of forming statistical tools for analyzing and predicting the quality of software products. The methods of analysis and synthesis were used in the article. As a result, an algorithm for the formation of statistical tools was obtained.

G.I. Korshunov, E.D. Makarov, K.A. Brusentsov, K.A. Borisenko

Improving the Efficiency and Ensuring the Quality of the Electronics Manufacturing Process Based on the Conveyor Approach and Recursive Models

Keywords: quality; traceability; conveyor theory; static model; electronic component base; recursion; criteria.

Abstract. The article considers the task of improving the effectiveness and ensuring product quality from the point of view of the conveyor approach. A criterion for evaluating performance based on determining the time of the transition process and an indicator of permissible acceleration during production are proposed. The indicator includes several recursive components and a static model of generalized assessment of quality indicators. A solution to the problem of ensuring the quality of installation is presented based on modeling the installation of electronic circuit boards according to the values of the probability of inconsistencies. The purpose of the study is to increase the effectiveness and ensure the quality of products. The hypothesis of the study is that the use of a conveyor approach will allow us to assess the efficiency of production and the amount of possible reduction in production time. The research methods include conveyor theory, recursive mathematical model of production, and mathematical model of electronic circuit board installation. The research results are as follows: evaluation of production efficiency and reduction of order production time.

M.A. Nazarenko, S.A. Nazarov, V.V. Sidorin

Application of Software Tools for Qualimetric Assessments of the Stages of the Life Cycle of Digital Products

Keywords: qualimetry; life cycle; digital products; quality; software; design stages.

Abstract. The purpose of the study is to provide recommendations on the use of qualimetric assessments of the stages of the life cycle of digital products using the developed software. The research methods include analysis, grouping, systematization, generalization, induction and deduction, forecasting. The research results are as follows: recommendations for carrying out qualimetric assessments of the stages of the life cycle of digital products using the developed software are presented.

S.N. Sazonov, V.S. Feshchenko

Application of Artificial Intelligence (AI) for Predictive Maintenance in Industrial Systems

Keywords: predictive maintenance; artificial intelligence; industry; equipment maintenance.

Abstract. The purpose of this article is to analyze the advantages that artificial intelligence (**AI**) provides for maintenance in industrial systems. The hypothesis suggests that the use of advances in artificial intelligence allows us to move from a lower-quality reactive approach to equipment maintenance to a higher-quality predictive approach. The research methods include the analysis of scientific literature, generalization, and a comparative analysis. Based on the analysis, a conclusion was made about the feasibility of using advances in AI to switch to proactive (predictive) equipment maintenance. The problems that will be encountered during the transition to predictive maintenance were also identified.

N.I. Semenyuk, S.V. Pridvizhkin, O.M. Zvereva

Specifications Completeness Automated Checking Based on a Building Information Model

Keywords: building information model (**BIM**); automation; visual programming; script; specification; digital information model; Autodesk Revit; Dynamo.

Abstract. The purpose of this research is to solve the problem of automating the process of specifications verification for data completeness checking based on a digital information model. To achieve this goal, it was decided to develop a script in Dynamo. The research hypothesis is that this automation will decrease the number of errors associated with discrepancies between the required volumes of materials in practice and those specified in the documentation. As a result of the research, a script was developed which realized this checking and formed a list of lost elements.

G.K. Khamidullina, D.R. Fakhreeva, T.R. Radjabov

Optimization of the Process of Quality Control of Product Manufacturing in Sheet Rolling Shops Using Automation

Keywords: control process; sheet rolling shop; slab.

Abstract. The purpose of the study is to develop a solution to optimize the process of quality control of production in sheet rolling shops to ensure a reduction in the number of defective products, downtime, and also reduce financial losses. The main objective of the study is to develop proposals for optimizing the process of quality control of production in sheet metal shops using automation. The hypothesis suggests that optimization of the quality control process for production of products in sheet rolling shops

affects the quality of the products produced. Scientific methods used in this article are analysis, synthesis and synthesis. The main result of the study is the development of proposals for optimizing the process of quality control of production in sheet metal shops using automation.

T.A. Khasanov, D.A. Skvortsova, B.A. Edaev

The Development of the Internet of Things and its Role in Modern Logistics

Keywords: blockchain; logistics process optimization; Internet of Things (**IoT**); RFID technology.

Abstract. The objective of the study is to explore the impact of the Internet of Things on the logistics sector. The tasks of the research include examining the history of technology development, its key principles, and advantages when implemented into logistic processes, as well as the further prospects for development. The research relies on the quantitative analysis method of scientific publications to assess global and Russian interest in this topic. Throughout the study, the hypothesis of the technology's positive impact on the logistics industry was confirmed.

D.N. Shabanova, L.M. Maluka

Graphical Model of Risk Management as a Way to Assess Organizational Processes

Keywords: risk; graphical model; process; risk-oriented thinking; risk map; risk manager.

Abstract. The purpose of the study is to develop methodological recommendations for improving the organization's quality management system (**QMS**) by forming a graphical risk management model at the corporate level, taking into account the requirements of GOST R ISO 31000-2019 "Risk management – Guidelines". The research is based on the fundamental works of domestic and foreign scientists in the field of general and strategic management, risk management, compliance control, as well as publications by specialists involved in the construction of the QMS and its processes and the formation of tools for managing the risks of the organization's QMS. In this article, the authors propose a graphical model of risk management at the corporate level, reflecting the sequence of steps (stages), the implementation of which is necessary for the implementation and improvement of a management system that allows to prevent and minimize potentially negative events in the process of performing work or providing services; a standard form (template) of a business process map with its parameters is proposed (the level of its elaboration) to assess the internal risks of the enterprise; a set of characteristics has been formed that allow to describe in detail the risks that arise in order to further include them in the risk file of the enterprise.

K.A. Shalin, M.A. Nazarenko

Application of an Automated System for Calculating the Integral Quality Indicator at an Enterprise of the Radioelectronic Complex

Keywords: automation; integral quality indicator; quality; radioelectronic complex; quality management.

Abstract. The purpose of the study is to evaluate and analyze the application of the integral quality indicator, an important quantitative characteristic of the efficiency of an enterprise in the field of radioelectronic complex. The objective of the study is to review the functioning and application of the program for the automated calculation of the integral indicator of product quality at the enterprise of the radioelectronic complex. The research method includes an analytical method that was used to study the analysis of the needs of the industry in question in the field of quality. The essence and approach to the assessment of production processes and the level of efficiency of the enterprise are considered. The research results are as follows: an overview of the capabilities and functions of the previously developed

program for the automated calculation of the integral indicator of product quality was conducted. The aspects of the application of such a program are considered. The article may be useful for specialists in the organization of production and students.

D.A. Egorov, D.M. Bokaenkov, O.A. Naydis

Modification of the EOQ Model to Optimize the Inventory Management System of the Company

Keywords: time value of money; logistics; modification; EOQ model; optimization; optimal order size; warehouse; inventory management.

Abstract. The article is devoted to the current problem of improving the inventory management system at enterprises. The purpose of this article is to develop and analyze a modified EOQ model that allows minimizing the total costs of purchasing, storing and servicing inventories. The objectives are: the analysis and identification of the shortcomings of the traditional model, development of a modified formula, as well as analysis of the advantages and limitations of its use in practice. As a result of the modification, a new method for calculating the optimal order size was developed, which allows minimizing costs and improving the financial performance of the enterprise, taking into account the time value of money and the cost of using warehouse space. The article also provides a practical example demonstrating the effectiveness of the developed formula. The study is of interest to specialists in the field of logistics and inventory management, as well as to business managers seeking to optimize their operational processes.

V.M. Nikonorov

Dynamics of Cash Income in the Russian Federation

Keywords: average monthly pensions assigned; autoregression; time series; moving average; mathematical model; white noise.

Abstract. The purpose of the study is to analyze the dynamics of the average size of the assigned monthly pensions (hereinafter – **ASMP**). The tasks are to collect reliable statistics on the average size of the assigned monthly pensions; build a mathematical model of ASMP dynamics; build a forecast of the ASMP. The research hypothesis suggests that the method of analysis of transient time series with construction of the ARIMA model can be used to build the ASMP model. Methods: analysis, comparison, deflation, time series analysis methods. Results: a model of the dynamics of the transient time series P(t) was built, in accordance with the model, the ASMP forecast was built.

S.Yu. Abramov, T.I. Leonova

Principles and Model of Quality Management of the Implementation of the Smart City Project

Keywords: quality; projects; smart city; public administration; digitalization; sustainable urban development; standards.

Abstract. The purpose of the article is to formulate the organizational and methodological foundations for quality management of the Smart City project. Objectives: consideration of the main provisions of the standards GOST R ISO 9000-2015, GOST R ISO 10006-2019 and GOST R ISO 37120-2020 in relation to the research topic; clarification of the principles and construction of a quality management model for the implementation of the Smart City project, considering the requirements of generally accepted standards. In this work, the author confirmed the hypothesis about the possibility of applying the requirements of domestic and international standards to form the organizational

and methodological foundations for quality management of the Smart City project. The research was based on general scientific and special methods of cognition. As a result, the author has formed the organizational and methodological foundations for managing the quality of the implementation of the Smart City project.

M.M. Zhelezko, G.O. Samokhval, A.N. Kuzyashev, Yu.Ya. Rakhmatullin

Digitalization of Public Administration:
Strategies and Prospects

Keywords: public administration; public services; information technology; e-government; digital government.

Abstract. The goals and objectives of the study are to determine the prerequisites for the digitalization of public (municipal) services, as well as the basic principles and elements of the digital government architecture that require solutions in the process of transition to digital government. The research results are as follows: the article examined the issues of the transition of public administration to a digital format, e-government and the introduction of digital technologies using calculation-constructive, abstract-logical, monographic and other methods.

D.S. Smolina, O.V. Sorvina

Construction of a System for Quality Control of Services
of the Tourism and Recreational Cluster

Keywords: regional development of territories; tourism; tourist cluster.

Abstract. The purpose of the study is to build a multi-level system for monitoring the quality of services of the tourism and recreational cluster. The main task is to identify levels of quality control for the tourism and recreational cluster. The main hypothesis of the study is the need for multi-level control of the quality of services provided by any tourist and recreational cluster. The study used analytical methods for processing theoretical and statistical information. The results achieved include the development of a three-level system for quality control of services in the tourism and recreational cluster without building a personalized model for their implementation.

O.V. Sorvina, T.N. Kuleshova

Using Situational Management Methods in Building
an Industrial Project Development Strategy

Keywords: acceleration; business project; project diagnostics; express scoring; financial stability; situational management.

Abstract. The research studies the features of building an individual acceleration trajectory for business projects, forming an individual project acceleration trajectory using situational analysis methods. The objective is to justify the effectiveness of using situational management methods to optimize the development strategy of an industrial project. The research methodology includes analysis, synthesis, analogy, comparison and grouping methods, and mathematical modeling methods were used. The results are as follows: the development of scientifically based recommendations for the formation of a strategy for the development of industrial projects within the framework of acceleration programs using situational management methods. Features of the method are the assessment of the current state of the project, the selection of parameters for assessing the effectiveness of the strategy and hypotheses of possible actions, and, based on the results obtained, the formation of recommendations on the individual trajectory of project acceleration within the framework of acceleration programs and further development

strategies. Based on the results, calculations can be used to generate a ranked list of hypothesis tests. It is concluded that the proposed approach allows for a comprehensive approach to the process of making management decisions. Based on the current situation, promptly adjusting the project's development trajectories while working with it in the acceleration program also helps to determine directions, as well as develop a sequence of actions necessary to form and/or maintain the financial stability and investment attractiveness of the project. The paper introduces the concept of weighting factors to account for the varying degrees of influence and effort required for each selected step on each output characteristic, thereby increasing the accuracy of the estimation. Thus, this article lays the foundation for an integrated and adaptive approach to project development using situational management techniques. By providing a systematic framework for decision making based on rigorous analysis, the presented methodology aims to enhance the ability of project managers to manage start-up projects in the industrial sector to achieve maximum results in an ever-changing environment.

S.G. Chefranov, B.A. Siyukhov, A.S. Amosov

Augmented Reality (AR) in Tourism: New Horizons of Possibilities

Keywords: augmented reality; tourism; VAK coherence; visual coherence.

Abstract. The paper specifies the features of using augmented reality systems in the field of tourism, decomposes tasks and defines the requirements for the created virtual objects and their generation systems. A new concept of VAK coherence is proposed, which expands the characteristic of visual coherence by including auditory and kinesthetic human sensory systems in their interaction with augmented reality systems. An algorithm for generating augmented reality objects with varying degrees of VAK coherence has been developed, focused on using the sensory capabilities of the most common means of communication (smartphone, tablet, augmented reality glasses).

M.M. Kozenyasheva, D.A. Chernousov

Expansion of Chinese Wind Energy Companies out of China Market

Keywords: China; wind energy; international competition; renewable energy sources.

Abstract. The target of this paper is to consider the motives and strategies of expansion of Chinese wind energy companies, as well as their impact on the global wind energy market, and make the conclusions. The following tasks were set: to conduct an analysis of the state of the global wind energy market, to determine the key aspects and factors of the expansion of Chinese wind energy companies into foreign markets. In this paper we used analytical and prognostic methods and general scientific research methods to achieve the objectives of the study. The hypothesis of the paper suggests that the expansion of Chinese wind energy companies into international markets is due to the need to achieve a competitive advantage by expanding the geography of their presence and sales markets, improving product quality and high technology level of products, as well as reducing costs due to developed supply chains. The results of the study confirm the hypothesis about the reasons for the expansion of Chinese wind energy companies into foreign markets, assesses the current state of the global wind energy market and the role of Chinese wind energy companies in the development of global wind energy.

O.G. Muratova

Marketing Promotion of an Antidiabetic Drug in Russia

Keywords: antidiabetic drugs; distribution; company; consumer; diabetes mellitus; market segmentation; pharmaceutical market; target audience.

Abstract. Diabetes mellitus (**DM**) is a common disease that poses a risk to the health, ability to

work and overall quality of life of the population. After cardiovascular diseases, diabetes is the third leading cause of death. This disease affects most developed countries of the world. Currently, according to the World Health Organization, there are already more than 175 million patients in the world. Their number is growing from year to year and may increase to 300 million by 2025. The issue of timely diagnosis and effective treatment of a person is important for our entire country. The article analyzes the external and internal environment of the Russian pharmaceutical market, carried out a PEST analysis of the potential of the pharmaceutical market, which made it possible, taking into account the identified threats, to determine the strategic directions for the development of this market. The influence of different markets on antidiabetic drugs is outlined. Using the example of the international pharmaceutical company STADA, the chain of sales of drugs to the end consumer, segmentation of the target audience, and channels for obtaining information about antidiabetic drugs by doctors are studied. As a result of the study, a portrait of the consumer of the Incresink drug as the most modern in the treatment of diabetes mellitus type 2 was formed. The study is based on such theoretical methods as analysis, synthesis, induction and deduction.

The purpose of the study is to determine an effective strategy for marketing promotion of an antidiabetic drug by STADA. The research objectives were to study the market potential, assess the threats and main development trends on the activities of the pharmaceutical company STADA in endocrinology, consider the main political, economic, social and technological factors influencing the activities of the pharmaceutical market and the company, in particular, conduct marketing research to determine the profile consumers of the antidiabetic drug Incresink from STADA.

D.A. Pashkovsky

Main Issues in Identifying and Assessing Key Risks in the Field of Sustainable Development

Keywords: risk; risk management process; monitoring; corporate governance; quality of information; international financial reporting standards.

Abstract. The purpose of the study is to analyze the most frequently encountered practical aspects regarding the designation and meaning of risk signs. The following tasks were set: to define a risk management system and internal risk control; to propose a three-dimensional risk profile, which represents unreliable information on risk management. The hypothesis of the study is the need to take into account the reliability of information when assessing the impact of events and the possibility of their occurrence. The research methods include a systematic approach, generalization, comparative analysis. The result of the study is to develop a methodological approach that takes into account the reliability of information (misinformation) when assessing risks, which, together with internal control procedures, will allow companies to form a risk-oriented leadership and management system for efficient and effective work and achievement of strategic goals (including area of sustainable development) in conditions of uncertainty and risk.

K.B. Safonov

Interaction of Employers with Educational Organizations in the Context of Implementing Strategies of Social Responsibility Of Business

Keywords: institute of education; educational organizations; social responsibility of business; employers; sustainable development; quality of education.

Abstract. The purpose of the paper is to analyze approaches to the interaction of employers with educational organizations as one of the areas for implementing social responsibility practices of business. The objectives of the study are to identify the features of implementing social responsibility strategies of business in modern conditions; analysis of possible ways of interaction between employers

and educational organizations. The research hypothesis suggests that: at the moment it is appropriate to consider the interaction of employers with educational organizations as one of the important areas for implementing social responsibility practices of business. The research methods include the analysis of scientific literature, synthesis, and generalization. The results are as follows: the features of implementing social responsibility strategies of business in modern conditions have been identified; comprehensive analysis of possible ways of interaction between employers and educational organizations was undertaken.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
List of Authors

А.А. АСТАНКОВ
аспирант Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград
E-mail: lehaastankov5@mail.ru

A.A. ASTANKOV
Postgraduate student, Volgograd State Technical University, Volgograd
E-mail: lehaastankov5@mail.ru

А.Г. КРАВЕЦ
доктор технических наук, профессор кафедры систем автоматизированного проектирования и поискового конструирования Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград
E-mail: allagkravets@yandex.ru

A.G. KRAVETS
Doctor of Ebgineering, Professor, Department of Computer-Aided Design and Search Engineering Systems, Volgograd State Technical University, Volgograd
E-mail: allagkravets@yandex.ru

В.О. АРТЮШИН
аспирант Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград
E-mail: artyushinvl@gmail.com

V.O. ARTYUSHIN
Postgraduate student, Volgograd State Technical University, Volgograd
E-mail: artyushinvl@gmail.com

К.Ю. ДЕРЕГУЗОВ
аспирант Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград
E-mail: dereguzov34@gmail.com

K.YU. DEREGUZOV
Postgraduate student, Volgograd State Technical University, Volgograd
E-mail: dereguzov34@gmail.com

Э.А. ГАЛИМОВ
магистрант Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават
E-mail: emil.galimov2000@mail.ru

E.A. GALIMOV
Master's student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat
E-mail: emil.galimov2000@mail.ru

А.М. ХАФИЗОВ
кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават
E-mail: alik_hafizov@mail.ru

A.M. KHAFIZOV
Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technical University (branch), Salavat
E-mail: alik_hafizov@mail.ru

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

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

Е.Д. ИСЛЯМОВА
студент Высшей инженерной школы Российского университета транспорта, г. Москва
E-mail: islyamova.eva.d@gmail.com

E.D. ISLYAMOVA
Student, Higher Engineering School, Russian University of Transport, Moscow
E-mail: islyamova.eva.d@gmail.com

А.Н. МАЛЫХ
ассистент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта, г. Москва
E-mail: aleksey.malykh9@gmail.com

A.N. MALYKH
Assistant Lecturer, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian Open Academy of Transport, Russian University of Transport, Moscow
E-mail: aleksey.malykh9@gmail.com

А.В. ПОЧУЕВ
студент Высшей инженерной школы Российского университета транспорта, г. Москва
E-mail: etozelehaa@mail.ru

A.V. POCHUEV
Student, Higher Engineering School, Russian University of Transport, Moscow
E-mail: etozelehaa@mail.ru

Ш.М. ИСАЕВ
аспирант Дагестанского федерального Исследовательского центра Российской академии наук, г. Махачкала
E-mail: isaev@comrades.dev

SH.M. ISAEV
Postgraduate student, Dagestan Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Makhachkala
E-mail: isaev@comrades.dev

М.Г. МАГОМЕД-КАСУМОВ
кандидат физико-математических наук, заместитель директора по научной работе Дагестанского филиала Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук», г. Махачкала
E-mail: mailto:rasuldev@gmail.com

M.G. MAGOMED-KASUMOV
Candidate of Science (Physics and Mathematics), Deputy Director for Research, Dagestan Branch, Federal Research Center "Unified Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences", Makhachkala
E-mail: mailto:rasuldev@gmail.com

И.П. КУЛИКОВ
магистрант Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават
E-mail: kulikov.ilya.pavlovich@gmail.com

I.P. KULIKOV
Master's student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat
E-mail: kulikov.ilya.pavlovich@gmail.com

А.О. КУРГАНОВ
магистрант МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва
E-mail: Sergey.t@dissertatus.ru

A.O. KURGANOV
Master's student, MIREA – Russian Technological University, Moscow
E-mail: Sergey.t@dissertatus.ru

А.В. СИНИЦИН
кандидат физико-математических наук, доцент Института информационных технологий МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва
E-mail: Sergey.t@dissertatus.ru

A.V. SINITSIN
Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Institute of Information Technologies, MIREA – Russian Technological University, Moscow
E-mail: Sergey.t@dissertatus.ru

С.В. ПАЛЬМОВ
кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики; доцент кафедры информационных технологий Самарского государственного технического университета, г. Самара
E-mail: psvzo@yandex.ru

S.V. PALMOV
Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Volga Region State University of Telecommunications and Informatics; Associate Professor, Department of Information Technologies, Samara State Technical University, Samara
E-mail: psvzo@yandex.ru

Р.Р. САЛИХОВ
студент Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Самара
E-mail: ruslan6805021@mail.ru

R.R. SALIKHOV
Student, Volga Region State University of Telecommunications and Informatics, Samara
E-mail: ruslan6805021@mail.ru

Е.Г. РЫЖИКОВА
кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий Брянского государственного инженерно-технологического университета, г. Брянск
E-mail: e-izumova@mail.ru

E.G. RYZHIKOVA
Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Information Technology Department, Bryansk State University of Engineering and Technology, Bryansk
E-mail: e-izumova@mail.ru

И.Н. СТАРОВЕРОВ
старший преподаватель МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва
E-mail: st.igornik@gmail.com

I.N. STAROVEROV
Senior Lecturer, MIREA – Russian Technological University, Moscow
E-mail: st.igornik@gmail.com

В.И. КУЗЬМИН
доктор технических наук, профессор МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва
E-mail: vik271935@yandex.ru

V.I. KUZMIN
Doctor of Engineering, Professor, MIREA – Russian Technological University, Moscow
E-mail: vik271935@yandex.ru

КАМАРА АМАДУ САРА
магистрант Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва
E-mail: leosarah109@gmail.com

CAMARA AMADOU SARA
Master's student, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow
E-mail: leosarah109@gmail.com

О.А. САЛТЫКОВА
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры механики и процессов управления Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва
E-mail: olga_a_saltykova@mail.ru

O.A. SALTYKOVA
Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Mechanics and Control Processes, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow
E-mail: olga_a_saltykova@mail.ru

С.Э. ТУРАЕВ
аспирант Национального исследовательского университета ИТМО, г. Санкт-Петербург
E-mail: turaev.s@inbox.ru

S.E. TURAEV
Postgraduate student, ITMO National Research University, St. Petersburg
E-mail: turaev.s@inbox.ru

Д.А. ЗАКОЛДАЕВ
кандидат технических наук, доцент, декан факультета безопасности информационных технологий, директор международного научно-образовательного центра «Безопасность и надежность критических цифровых технологий» Национального исследовательского университета ИТМО, г. Санкт-Петербург
E-mail: d.zakoldaev@itmo.ru

D.A. ZAKOLDAEV
Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Dean of the Faculty of Information Technology Security, Director of the International Scientific and Educational Center "Security and Reliability of Critical Digital Technologies" at the National Research University ITMO, St. Petersburg
E-mail: d.zakoldaev@itmo.ru

А.Д. ГЕОРГИЕВСКИЙ
аспирант МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва
E-mail: ausey@bk.ru

A.D. GEORGIEVSKY
Postgraduate student, MIREA – Russian Technological University, Moscow
E-mail: ausey@bk.ru

Ю.Ю. ЧЕРЕМУХИНА
кандидат технических наук, доцент кафедры электроники МИРЭА – Московского технологического университета, г. Москва
E-mail: cheremukhina@mirea.ru

YU. YU. CHEREMUKHINA
Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Electronics, MIREA – Moscow Technological University, Moscow
E-mail: cheremukhina@mirea.ru

П.А. БУМАРСКОВ
студент Национального исследовательского университета Московского государственного строительного университета, г. Москва
E-mail: pavel.bumarskov81@mail.ru

P.A. BUMARSKOV
Student, National Research University Moscow State University of Civil Engineering, Moscow
E-mail: pavel.bumarskov81@mail.ru

Н.Н. БУМАРСКОВА
кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой физического воспитания и спорта Национального исследовательского университета Московского государственного строительного университета, г. Москва
E-mail: bumarskovann@mgsu.ru

N.N. BUMARSKOVA
Candidate of Science (Biology), Associate Professor, Head of the Physical Education and Sports Department, National Research University Moscow State University of Civil Engineering, Moscow
E-mail: bumarskovann@mgsu.ru

В.В. БИЗЯЕВ
директор института физической культуры и спорта Национального исследовательского университета Московского государственного строительного университета, г. Москва
E-mail: bizaevvv@mgsu.ru

V. V. BIZYAEV
Director, Institute of Physical Culture and Sports, National Research University Moscow State University of Civil Engineering, Moscow
E-mail: bizaevvv@mgsu.ru

Р.Г. ВИЛЬДАНОВ
доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават
E-mail: vildanov.rauf@yandex.ru

R. G. VILDANOV
Doctor of Engineering, Professor, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises of the Institute of Oil Refining and Petrochemistry of the Ufa State Oil Technological University (branch), Salavat
E-mail: vildanov.rauf@yandex.ru

А.А. АФАНАСЬЕВ
студент Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават
E-mail: sqnoriginal@mail.ru

A.A. AFANASYEV
Student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry of the Ufa State Oil Technological University (branch), Salavat
E-mail: sqnoriginal@mail.ru

С.Я. КРИВОШЕЕВА
кандидат технических наук, доцент филиала Тюменского индустриального университета, г. Сургут
E-mail: krisvet86@rambler.ru

S.Ya. KRIVOSHEEVA
Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Branch of Tyumen Industrial University, Surgut
E-mail: krisvet86@rambler.ru

Р.У. АСТАФЬЕВ
преподаватель кафедры индустриального программирования Института перспективных технологий и индустриального программирования МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва
E-mail: astafev@mirea.ru

R.U. ASTAFEV
Lecturer, Department of Industrial Programming of the Institute of Advanced Technologies and Industrial Programming MIREA – Russian Technological University, Moscow
E-mail: astafev@mirea.ru

Р.В. ШАМИН
доктор физико-математических наук, профессор кафедры индустриального программирования Института перспективных технологий и индустриального программирования МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва
E-mail: shamin@mirea.ru

R.V. SHAMIN
Doctor of Science (Physics and Mathematics), Professor, Department of Industrial Programming, Institute of Advanced Technologies and Industrial Programming MIREA – Russian Technological University, Moscow
E-mail: shamin@mirea.ru

Г.И. КОРШУНОВ
доктор технических наук, профессор кафедры инноватики и интегрированных систем качества Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург
E-mail: kgi@pantes.ru

G.I. KORSHUNOV
Doctor of Engineering, Professor, Department of Innovation and Integrated Quality Systems, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg
E-mail: kgi@pantes.ru

Е.Д. МАКАРОВ
аспирант Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург
E-mail: travellerw3@gmail.com

E.D. MAKAROV
Postgraduate Student, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg
E-mail: travellerw3@gmail.com

К.А. БРУСЕНЦОВ
кандидат технических наук, главный инженер-конструктор ООО «ПАНТЕС», г. Санкт-Петербург
E-mail: pantes@pantes.ru

K.A. BRUSENTSOV
Candidate of Science (Engineering), Chief Engineer-Designer, PANTES LLC, St. Petersburg
E-mail: pantes@pantes.ru

К.А. БОРИСЕНКО
студент Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург
E-mail: borisenko201463@yandex.ru

K.A. BORISENKO
Student, Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg
E-mail: borisenko201463@yandex.ru

М.А. НАЗАРЕНКО
кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой электроники МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва
E-mail: nazarenko@mirea.ru

M.A. NAZARENKO
Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Head of Electronics Department, MIREA – Russian Technological University, Moscow
E-mail: nazarenko@mirea.ru

С.А. НАЗАРОВ
аспирант МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва
E-mail: nazarov.s.a1@edu.mirea.ru

S.A. NAZAROV
Postgraduate Student, MIREA – Russian Technological University, Moscow
E-mail: nazarov.s.a1@edu.mirea.ru

В.В. СИДОРИН
доктор технических наук, профессор МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва
E-mail: nazarov.s.a1@edu.mirea.ru

V.V. SIDORIN
Doctor of Engineering, Professor, MIREA – Russian Technological University, Moscow
E-mail: nazarov.s.a1@edu.mirea.ru

С.Н. САЗОНОВ
специалист АО «НПО Техномаш», г. Москва
E-mail: sazonov.s.n@mail.ru

S.N. SAZONOV
Specialist, JSC NPO Tekhnomash, Moscow
E-mail: sazonov.s.n@mail.ru

В.С. ФЕЩЕНКО
доктор технических наук, доцент, профессор кафедры метрологии и стандартизации МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва
E-mail: feshchenko@mail.ru

V.S. FESHCHENKO
Doctor of Engineeering, Associate Professor, Professor of the Department of Metrology and Standardization of MIREA – Russian Technological University, Moscow
E-mail: feshchenko@mail.ru

Н.И. СЕМЕНЮК
магистрант Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург
E-mail: natka.sem5437@gmail.com

N.I. SEMENYUK
Master's Student, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg
E-mail: natka.sem5437@gmail.com

С.В. ПРИДВИЖКИН
доктор экономических наук, заведующий кафедрой информационного моделирования в строительстве Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург
E-mail: s.v.pridvizhkin@urfu.ru

S.V. PRIDVIZHKIN
Doctor of Economics, Head of the Department of Information Modeling in Construction, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg
E-mail: s.v.pridvizhkin@urfu.ru

О.М. ЗВЕРЕВА
кандидат технических наук, доцент кафедры информационного моделирования в строительстве Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург
E-mail: O.M.Zvereva@urfu.ru

O.M. ZVEREVA
Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Modeling in Construction, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg
E-mail: O.M.Zvereva@urfu.ru

Г.Ф. ХАМИДУЛЛИНА
доктор экономических наук, профессор кафедры технологического предпринимательства Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Казань
E-mail: Gulnarah@list.ru

G.F. KHAMIDULLINA
Doctor of Economics, Professor, Department of Technological Entrepreneurship, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan
E-mail: Gulnarah@list.ru

Д.В. ФАХРЕЕВА
кандидат педагогических наук, доцент кафедры технологического предпринимательства Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Казань
E-mail: Diliara17_91@mail.ru

D.V. FAKHREEVA
Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Technological Entrepreneurship, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan
E-mail: Diliara17_91@mail.ru

Т.Р. РАДЖАБОВ
разработчик программного обеспечения, ООО «ФЕДАГ», г. Санкт-Петербург
E-mail: radjabovtr@gmail.com

T.R. RAJABOV
Software Developer, FEDAG LLC, St. Petersburg
E-mail: radjabovtr@gmail.com

Т.А. ХАСАНОВ
студент Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва
E-mail: khasanov.08.08@mail.ru

T.A. KHASANOV
Student, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow
E-mail: khasanov.08.08@mail.ru

Д.А. СКВОРЦОВА
кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной логистики Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва
E-mail: darya_skv@mail.ru

D.A. SKVORTSOVA
Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Industrial Logistics Department of the Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow
E-mail: darya_skv@mail.ru

Б.А. ЭДАЕВ
студент Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва
E-mail: eadaevba@student.bmstu.ru

B.A. EDAEV
Student, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow
E-mail: eadaevba@student.bmstu.ru

Д.Н. ШАБАНОВА
кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии виноделия и бродильных производств имени профессора А.А. Мержаниана Кубанского государственного технологического университета, г. Краснодар
E-mail: shabanovadasha1989@mail.ru

D.N. SHABANOVA
Candidate of Science (Engineering), Senior Lecturer, Department of Winemaking and Fermentation Production named after Prof. A.A. Merzhanian, Kuban State Technological University, Krasnodar
E-mail: shabanovadasha1989@mail.ru

Л.М. МАЛУКА
доктор химических наук, профессор кафедры технологии виноделия и бродильных производств имени профессора А.А. Мержаниана Кубанского государственного технологического университета, г. Краснодар
E-mail: lmmaluka@mail.ru

L.M. MALUKA
Doctor of Science (Chemistry), Professor, Department of Winemaking and Fermentation Production named after Prof. A.A. Merzhanian, Kuban State Technological University, Krasnodar
E-mail: lmmaluka@mail.ru

К.А. ШАЛИН
аспирант МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва
E-mail: kirillshalin@ya.ru

K.A. SHALIN
Postgraduate Student, MIREA – Russian Technological University, Moscow
E-mail: kirillshalin@ya.ru

Д.А. ЕГОРОВ
студент Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва
E-mail: Degorov2606@yandex.ru

D.A. EGOROV
Student, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow
E-mail: Degorov2606@yandex.ru

Д.М. БОКАЕНКОВ
студент Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва
E-mail: Degorov2606@yandex.ru

D.M. BOKAENKOV
Student, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow
E-mail: Degorov2606@yandex.ru

О.А. НАЙДИС
кандидат экономических наук, доцент кафедры промышленной логистики Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), г. Москва
E-mail: Degorov2606@yandex.ru

O.A. NAYDIS
Candidate of Economics, Associate Professor, Department of Industrial Logistics, Bauman Moscow State Technical University. (National Research University), Moscow
E-mail: Degorov2606@yandex.ru

В.М. НИКОНОРОВ
кандидат экономических наук, доцент Высшей школы бизнес-инжиниринга Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург
E-mail: nikanorv@mail.ru

V.M. NIKONOROV
Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Higher School of Business Engineering, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg
E-mail: nikanorv@mail.ru

С.Ю. АБРАМОВ соискатель Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург **E-mail:** 9147800@mail.ru	**S.YU. ABRAMOV** Candidate for PhD degree, St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg **E-mail:** 9147800@mail.ru
Т.И. ЛЕОНОВА доктор экономических наук, профессор кафедры проектного менеджмента и управления качеством Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург **E-mail:** leonova5858@mail.ru	**T.I. LEONOVA** Doctor of Economics, Professor, Department of Project Management and Quality Management, St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg **E-mail:** leonova5858@mail.ru
М.М. ЖЕЛЕЗКО магистрант Российского нового университета, г. Москва **E-mail:** mzhelezko@gmail.com	**M.M. ZHELEZKO** Master's Student, Russian New University, Moscow **E-mail:** mzhelezko@gmail.com
Г.О. САМОХВАЛ магистрант Российского нового университета, г. Москва **E-mail:** gally22@yandex.ru	**G.O. SAMOKHVAL** Master's Student, Russian New University, Moscow **E-mail:** gally22@yandex.ru
А.Н. КУЗЯШЕВ кандидат экономических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления Российского нового университета, г. Москва **E-mail:** azatkuz6565@mail.ru	**A.N. KUZYASHEV** Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Public and Municipal Administration, Russian New University, Moscow **E-mail:** azatkuz6565@mail.ru
Ю.Я. РАХМАТУЛЛИН кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнес-статистики Московского финансово-промышленного университета «Синергия», г. Москва **E-mail:** ulaj-@mail.ru	**YU.YA. RAKHMATULLIN** Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Business Statistics, Moscow Financial and Industrial University "Synergy", Moscow **E-mail:** ulaj-@mail.ru
Д.С. СМОЛИНА аспирант Тульского государственного университета, г. Тула **E-mail:** dashasysova@bk.ru	**D.S. SMOLINA** Postgraduate student, Tula State University, Tula **E-mail:** dashasysova@bk.ru
О.В. СОРВИНА доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и менеджмента Тульского государственного университета, г. Тула **E-mail:** sorvina.olga@yandex.ru	**O.V. SORVINA** Doctor of Economics, Professor, Department of Finance and Management, Tula State University, Tula **E-mail:** sorvina.olga@yandex.ru

Т.Н. КУЛЕШОВА аспирант Тульского государственного университета, г. Тула **E-mail:** t_kuleshova@rambler.ru	**T.N. KULESHOVA** Postgraduate student, Tula State University, Tula **E-mail:** t_kuleshova@rambler.ru
С.Г. ЧЕФРАНОВ доктор экономических наук, профессор кафедры информационной безопасности и прикладной информатики Майкопского государственного технологического университета, г. Майкоп **E-mail:** chefranov@mkgtu.ru	**S.G.CHEFRANOV** Doctor of Economics, Professor, Department of Information Security and Applied Informatics, Maikop State Technological University, Maikop **E-mail:** chefranov@mkgtu.ru
Б.А. СИЮХОВ аспирант Майкопского государственного технологического университета, г. Майкоп **E-mail:** siyukhov_b@mail.ru	**B.A. SIYUKHOV** Postgraduate Student, Maikop State Technological University, Maikop **E-mail:** siyukhov_b@mail.ru
А.С. АМОСОВ аспирант Майкопского государственного технологического университета, г. Майкоп **E-mail:** amosov1985@icloud.com	**A.S. AMOSOV** Postgraduate Student, Maikop State Technological University, Maikop **E-mail:** amosov1985@icloud.com
М.М. КОЗЕНЯШЕВА доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой международного нефтегазового бизнеса Российского государственного университета нефти и газа (национального исследовательского университета) имени И.М. Губкина, г. Москва **E-mail:** mkozenyasheva@gmail.com	**M.M. KOZENYASHEVA** Doctor of Economics, Professor, Head of Department of International Oil and Gas Business, Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M. Gubkin, Moscow **E-mail:** mkozenyasheva@gmail.com
Д.А. ЧЕРНОУСОВ аспирант Российского государственного университета нефти и газа (национального исследовательского университета) имени И.М. Губкина, г. Москва; аспирант Китайского университета нефти, г. Пекин (Китай) **E-mail:** chernousov8@list.ru	**D.A. CHERNOUSOV** Postgraduate Student, Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M. Gubkin, Moscow; Postgraduate Studentб China University of Petroleum, Beijing (China) **E-mail:** chernousov8@list.ru
О.Г. МУРАТОВА кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической безопасности и качества Тамбовского государственного технического университета, г. Тамбов **E-mail:** olgamuratova81@gmail.com	**O.G. MURATOVA** Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economic Security and Quality of the Tambov State Technical University, Tambov **E-mail:** olgamuratova81@gmail.com
Д.А. ПАШКОВСКИЙ кандидат экономических наук, докторант Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург **E-mail:** Tarasova.aa377@gmail.com	**D.A. PASHKOVSKY** Candidate of Science (Economics), Doctoral Candidate, Saint Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg **E-mail:** Tarasova.aa377@gmail.com

К.Б. САФОНОВ
доктор социологических наук, профессор кафедры английского языка Тульского государственного педагогического университета имени Л.Н. Толстого, г. Тула
E-mail: k_b_s_k_b@list.ru

K.B. SAFONOV
Doctor of Sociology, Professor, Department of English, Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University, Tula
E-mail: k_b_s_k_b@list.ru

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ
SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS
№ 5(155) 2024
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Подписано в печать 23.05.2024 г.
Формат журнала 60×84/8
Усл. печ. л. 24,64. Уч.-изд. л. 14,25.
Тираж 1000 экз.