

ISSN 2221-5182

Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 10(172) 2025

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:

– Машины, агрегаты и технологические процессы

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

– Математическое моделирование и численные методы
– Информационная безопасность
– Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделий

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ:

– Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:

– Региональная и отраслевая экономика
– Финансы
– Менеджмент
– Материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Роль науки в развитии общества (перспективные технологии, науки о жизни)»

Москва 2025

«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 экономическо-
й социологии Санкт-Петербургского государственного универ-
ситета; тел.: 8(812)274-97-06; E-mail: elena.tarando@mail.ru.

Воронкова Ольга Васильевна – д.э.н., профессор, председа-
тель 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, заведу-
ющая 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 информа-
тики и библиотек Университета Лиона; тел.: 8(912)789-00-32;
E-mail: omar.larouk@enssib.fr.

Левшина Виолетта Витальевна – д.т.н., профессор кафедры управ-
ления 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 кафе-
дры социального анализа и математических методов в социоло-
гии Санкт-Петербургского государственного университета; тел.:
8(921)937-58-91; E-mail: tatiana_malinina@mail.ru.

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

Надточий Игорь Олегович – д.ф.н., профессор, заведующий
кафедрой философии Воронежской государственной лесотех-
нической 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 рас-
четов Российского государственного аграрного университета – Мо-
сковской 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 Шаньдунско-
го 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 аграр-
ного университета (г. Циндао, Китай); тел.: 89606671587; E-mail:
tambovdu@hotmail.com.

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Содержание

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Математическое моделирование и численные методы

- Жужжалов А.В., Григорьев С.Г., Поляков А.М.** Алгоритм по определению эффективного классификатора для задачи NLU диалоговых систем 8
- Тэн Хайкунь, Ли Луньбинь, Ян Вэньцзюнь** Исследование применения глубокого обучения в области распознавания речи 14

Информационная безопасность

- Колесников А.А., Хорошко М.Б.** Удаленные атаки в распределенных компьютерных сетях и в интернете 18

Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделий

- Жаринов Ю.А., Левина Т.М., Латыпов Р.Р.** Эмуляция этапов предполетной подготовки беспилотного летательного аппарата в виртуальной реальности 24

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Машины, агрегаты и технологические процессы

- Куровский С.В., Мишин Д.А., Иванов Н.Д., Гафарова В.А.** Оптимизация вектора межремонтного цикла оборудования на примере агрегатов производства аммиака 28
- Савельева Н.Н., Шедь С.Н.** Применение новых технологий при отборе изолированного керна 33

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

- Березина А.А., Жильникова Н.А.** Инвентаризационный анализ жизненного цикла системы водоотведения целлюлозно-бумажного предприятия 38
- Гавриленко С.Ю., Шиков П.А.** Квалиметрический метод оценки качества продукции в пищевой промышленности 43
- Жильникова Н.А.** Внедрение предиктивной аналитики в систему корпоративного планирования для повышения эффективности и точности прогнозирования 49
- Мустафаев М.Г., Мустафаева Д.Г., Мустафаев Г.А.** Повышение эффективности производства и качества выпускаемых изделий 53
- Хусаинова К.А., Самсонова В.А., Заболотный Д.А.** Оценка и минимизация профессиональных рисков на мебельном производстве 58
- Юдин С.В., Рязанский В.П.** Научно-практический статистический инструментарий управления качеством при производстве изделий машиностроения 62

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Региональная и отраслевая экономика

- Бывшев В.И.** Прогноз и сценарий реализации механизма совершенствования формирования и развития инновационной инфраструктуры сферы услуг 67

Винокурова М.А., Афанасьев Н.В. Перспективы развития туристических баз отдыха в Республике Саха (Якутия) 73

Парфенова Д.А. Влияние технологического развития на формирование структурных сдвигов в экономике 77

Петрова И.В. Мониторинг экономической безопасности отрасли промышленности 86

Финансы

Егоров Е.А., Чернышенко В.В., Смольнов А.Р., Русанова А.А. Педагогические подходы к обучению молодежи основам финансовой грамотности 90

Менеджмент

Гончаров Г.А., Вышегородцев А.Г. Лидерство как фактор формирования корпоративной культуры организации 93

Гришкевич М.М., Горбань А.В., Зедгенизова А.Н., Романов Г.Р. ESG-управление и раскрытие Score-3 в нефтегазовой отрасли России и СПГ: трансформация корпоративной отчетности и последствия для организационного поведения 97

Изотов И.С., Хоменко Е.Б. Проектный подход к развитию местного самоуправления в системе публичного управления 102

Смольнов А.Р., Егоров Е.А., Чернышенко В.В., Русанова А.А. Развитие менеджмента в современной России: особенности и перспективы в условиях цифровизации 106

МАТЕРИАЛЫ XVIII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «РОЛЬ НАУКИ В РАЗВИТИИ ОБЩЕСТВА (ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАУКИ О ЖИЗНИ)»

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Машиностроение и приборостроение

Овсянников В.Е., Чуйков С.С., Чернышов М.О., Губенко А.С., Фадюшин Д.В. К вопросу влияния режимов печати на точность формы деталей 110

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

Шацкая И.В., Шпак А.В., Жданов Э.Р., Яфизова Р.А. Моделирование и оптимизация нелинейных динамических систем связи и нелинейных цепей в целях повышения качества телекоммуникационных услуг 115

Харина О.С., Жданов Э.Р., Червяков Л.М., Олейник А.В. «Умные» инструменты организации эффективного управления производством 123

Contents

INFORMATION TECHNOLOGY

Mathematical Modeling and Numerical Methods

- Zhuzhalov A.V., Grigoriev S.G., Polyakov A.M.** Algorithm for Determining an Effective Classifier for the NLU Task of Dialogue Systems..... 8
- Teng Haikun, Li Longbin, Yang Wenjun** Research Application of Deep Learning in Speech Recognition..... 14

Information Security

- Kolesnikov A.A., Khoroshko M.B.** Remote Attacks on Distributed Computer Networks and the Internet..... 18

Engineering Geometry and Computer Graphics. Digital Product Lifecycle Support

- Zharinov Yu.A., Levina T.M., Latypov R.R.** Emulation of Unmanned Aerial Vehicle Pre-Flight Preparation Stages in Virtual Reality 24

MECHANICAL ENGINEERING

Machines, Units and Processes

- Kurovsky S.V., Mishin D.A., Ivanov N.D., Gafarova V.A.** Optimization of the Vector of the Interrepair Cycle of Equipment Using the Example of Ammonia Production Units 28
- Савельева Н.Н., Шедь С.Н.** Application of New Technologies in the Selection of Isolated Core 33

TECHNICAL SCIENCES

Product Quality Management. Standardization. Organization of Production

- Berezina A.A., Zhilnikova N.A.** Inventory Analysis of the Life Cycle of the Water Disposal System of a Pulp and Paper Mill..... 38
- Gavrilenko S.Yu., Shikov P.A.** Qualimetric Method for Assessing Product Quality in the Food Industry 43
- Zhilnikova N.A.** Implementation of Predictive Analytics in Corporate Planning System to Enhance Efficiency and Forecasting Accuracy..... 49
- Mustafaev M.G., Mustafayeva D.G., Mustafaev G.A.** Improving the Efficiency of Production and Quality of Manufactured Products 53
- Khusainova K.A., Samsonova V.A., Zabolotny D.A.** Assessment and Minimization of Occupational Risks in Furniture Production 58
- Yudin S.V., Ryazansky V.P.** Scientific and Practical Statistical Tools for Quality Management in the Manufacture of Mechanical Engineering Products..... 62

ECONOMIC SCIENCES

Regional and Sectoral Economy

- Byvshev V.I.** Forecast and Scenario for Implementing a Mechanism for Improving the Formation and Development of the Service Sector Innovative Infrastructure 67

Vinokurova M.A., Afanasiev N.V. Prospects for the Development of Tourist Recreation Centers in the Republic of Sakha (Yakutia)	73
Parfenova D.A. The Influence of Technological Development on the Formation of Structural Shifts in the Economy.....	77
Petrova I.V. Monitoring of Economic Security of Industrial Sectors.....	86

Finance

Egorov E.A., Chernyshenko V.V., Smolnov A.R., Rusanova A.A. Pedagogical Approaches to Teaching Young People the Basics of Financial Literacy.....	90
--	----

Management

Goncharov G.A., Vyshegorodtsev A.G. Leadership As a Factor in the Formation of the Organization's Corporate Culture	93
Grishkevich M.M., Gorban A.V., Zedgenizova A.N., Romanov G.R. ESG Management and Scope-3 Disclosure in the Oil And Gas Industry of Russia and the CIS: Transformation of Corporate Reporting and Implications for Organizational Behavior.....	97
Izotov I.S., Khomenko E.B. A Project-Based Approach to the Development of Local Self-Government in the Public Administration System.....	102
Smolnov A.R., Egorov E.A., Chernyshenko V.V., Rusanova A.A. Management Development in Modern Russia: Characteristics and Prospects in the Context of Digitalization.....	106

**PROCEEDINGS OF THE XVIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE "THE ROLE OF SCIENCE IN THE DEVELOPMENT OF SOCIETY
(ADVANCED TECHNOLOGIES, LIFE SCIENCES)"**

MECHANICAL ENGINEERING

Mechanical Engineering and Instrument Making

Ovsyannikov V.E., Chuikov S.S., Chernyshov M.O., Gubenko A.S., Fadyushin D.V. To the Question of the Effect of Printing Modes on the Accuracy of the Shape of Parts.....	110
---	-----

TECHNICAL SCIENCES

Product Quality Management. Standardization. Organization of Production

Kharina O.S., Zhdanov E.R., Chervyakov L.M., Oleynik A.V. Smart Tools for Effective Production Management.....	115
Shatskaya I.V., Shpak A.V., Zhdanov E.R., Yafizova R.A. Modeling and Optimization of Nonlinear Dynamic Communication Systems and Nonlinear Circuits	123

УДК 004.852

А.В. ЖУЖЖАЛОВ¹, С.Г. ГРИГОРЬЕВ², А.М. ПОЛЯКОВ³¹АОЧО ВО «Московский финансово-юридический университет МФЮА»;²ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»;³ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики», г. Москва

АЛГОРИТМ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОГО КЛАССИФИКАТОРА ДЛЯ ЗАДАЧИ NLU ДИАЛОГОВЫХ СИСТЕМ

Ключевые слова: диалоговые системы; искусственный интеллект; классификация; машинное обучение; многоклассовая классификация; обработка естественного языка; обучение с учителем.

Аннотация. Постановка проблемы: в диалоговых системах, платформах, которые используются для создания чат-ботов и голосовых ассистентов, присутствуют различные алгоритмы для классификации интенгов, микротем, используемых для ведения диалога с пользователем, однако выбор алгоритма происходит в ручном формате, на усмотрение разработчика (диалоговые платформы: *Just AI Conversational Platform (JAICP)* от компании *Just AI*, *Salute bot* от компании *Sber Devices*). Однако у данного способа есть недостаток: нет автоматического учета особенностей обучающей выборки для классификатора, в частности ее размера по общему количеству интенгов, предложений, степени сбалансированности их классов. Таким образом, выбор классификатора остается в ручном формате за разработчиком без предложений о потенциально оптимальном алгоритме для определенного датасета.

Гипотеза: существует алгоритм по определению наиболее эффективного классификатора на основе количественных метрик полноты и сбалансированности интенгов.

Цель – разработать алгоритм по определению эффективного классификатора исходя из описательных статистик датасетов.

Задачи: собрать размеченные данные коммерческих проектов с интенгами (проект – метка эффективного классификатора); сделать конструирование признаков, определить наиболее эффективный набор метрик, который будет ис-

пользоваться для описания параметров проекта; провести эксперимент по поиску оптимального алгоритма классификации и оценить его согласно подходящим количественным метрикам для задач полиномиальной классификации машинного обучения; создать прототип для клиентского взаимодействия с моделью в виде графического интерфейса.

Методы: сбор данных, конструирование признаков (*feature engineering*), обучение и оценка алгоритмов машинного обучения.

Результаты: был обучен алгоритм по определению эффективного классификатора (рандомный лес) для решения задачи классификации запросов пользователей в рамках создания диалоговых систем, *f1-macro* мера алгоритма равна 0,54.

Практическая значимость: данный алгоритм может быть внедрен в коммерческие диалоговые системы в качестве альтернативы ручного выбора классификатора для понимания естественного языка (*Natural Language Understanding (NLU)* задач).

Введение

Одним из самых актуальных направлений в создании чат-ботов и голосовых ассистентов является использование в разработке диалоговых систем, платформ для написания кода данных продуктов, подключения сторонних CRM, баз данных и каналов в качестве интеграций, а также настройки NLU-движка для задачи классификации речи пользователя [1; 2]. Для последнего в подобных отечественных платформах, например, *Just AI*

Таблица 1. Средние значения *f1-macro* меры всех проектов в выборке в зависимости от алгоритма векторизации

Алгоритм векторизации	Средняя арифметическая <i>f1-macro</i> метрика
<i>Tf-Idf</i>	0,54
<i>cointegrated/rubert-tiny2</i>	0,55
<i>rubert-tiny-turbo</i>	0,59

Conversational Platform (JAICP), *Salute bot*, используются различные модели классического машинного обучения, ансамблевые алгоритмы, трансформеры и нейронные сети, в частности, для *JAICP* – это алгоритмы *STS*, *logistic regression*, *transformer (roberta, labse)*, *CNN*; для *Salute bot* – *STS*, *logistic regression*, *BERT*. Выбор используемого классификатора остается за разработчиком. Смена классификаторов, в зависимости от размера, баланса обучающей выборки интенгов и ее изменений в процессе разработки и тестирования, не контролируется автоматическим путем. В связи с этим возникает проблема в сложности определения наиболее эффективного алгоритма классификации вручную, без комплексного анализа особенностей обучающих выборок интенгов – их описательных статистик. Для решения данной проблемы предлагается создание автоматической системы определения эффективного алгоритма классификации на основе количественных метрик, описывающих параметры используемого разработчиком датасета.

Сбор данных. Описание проведенных экспериментов по определению наиболее эффективного классификатора для проектов

Для создания данного алгоритма необходимы размеченные проекты (чат-боты и голосовые ассистенты) с интенгами. В качестве меток будут выступать наиболее эффективные для проектов классификаторы.

Для этого было использовано 76 коммерческих датасетов компании *Unistar* для тестовых, пилотных и продовых чат-ботов и голосовых ассистентов на русском языке, сделанных для разных сфер за последние шесть лет. Эти датасеты были вручную собраны с платформы *JAICP*, выбраны целевые из них (примеры с фразами на русском языке, либо с фразами на

русском языке и языке другой письменности, например: узбекском или казахском латинской письменности для более простого удаления нецелевых фраз с помощью регулярных выражений). Для полученных данных была проведена задача маскирования именованных сущностей, в которых содержалась информация о заказчиках, наименованиях компаний: с помощью извлечения данных сущностей гибридным подходом (библиотека *Natasha*, модель *GigaChat 2* и ручная валидация) была проведена их замена на родовые признаки (например: наименование банка → банк) для сохранения семантики фраз. После была сделана предобработка данных (сегментация; удаление стоп-слов и символов, не относящихся к русскому алфавиту; приведение к нижнему регистру и лемматизация). Был применен подход *term frequency inverse document frequency (tf-idf)* как бэйзлайн и два *state-of-the-art (SOTA)* решения, дистиллированных трансформера: *cointegrated/rubert-tiny2* и *rubert-tiny-turbo*, выбранных согласно бенчмарку *massive text embedding benchmark (MTEB)* для задач многоклассовой классификации интенгов на русском языке с учетом ограничений исследований: использования только мощностей центрального процессора без графических и тензорных ускорителей [13; 14]. Были применены классические алгоритмы машинного обучения: линейные алгоритмы (логистическая регрессия и метод опорных векторов), вероятностные модели (гауссовский наивный Байес), алгоритм случайного леса, градиентный бустинг (*LightGBM*) и метрический алгоритм (*k*-ближайших соседей) для каждого подхода для векторизации интенгов. Полученные в ходе эксперимента метрики *f1-macro* для всех 76 проектов (для шести классификаторов и трех способов векторизации интенгов) описаны в статье «Сравнительный анализ методов классического машинного обучения и ансамблевых

алгоритмов для классификации интенгов с разным количеством и дисбалансом классов» [3].

Сбор данных. Выбор проектов и их меток в зависимости от наиболее эффективного алгоритма векторизации

По результатам проведенных экспериментов были подсчитаны средние арифметические значения метрик *f1-macro* для всех проектов в зависимости от метода векторизации для определения наиболее релевантного выбора значений оптимальных классификаторов для проектов.

Таким образом, для дальнейшего построения алгоритма были выбраны метки наиболее эффективных классификаторов для проектов с векторизацией трансформера *rubert-tiny-turbo*.

Добавление алгоритмов классификации

Кроме методов классического машинного обучения и ансамблевых алгоритмов для задачи классификации был применен алгоритм трансформера.

Трансформер – это архитектура энкодера-декодера, позволяющая сохранять значения элементов последовательности на протяжении длительного времени обучения без потери данных благодаря механизму внимания [16]. Глобально можно выделить два вида данных архитектур: *generated pretrained transformer (GPT)* и *bidirectional encoder representations of transformers (BERT)*. *GPT* использует авторегрессионную модель предсказания: предсказывается вероятность употребления следующего токена последовательности в зависимости от предыдущего контекста. *BERT* использует механизм *masked language model (MLM)*, статического или динамического случайного маскирования токенов последовательности для их предсказания с учетом окружающего контекста (одного и того же в рамках эпохи для статического вида маскирования [16], разных в пределах эпохи для динамического [11]). Как следствие, *GPT* используется для задач генерации текстов, где предыдущий контекст важен для продолжения последовательности; *BERT* для задач классификации, как и в области компьютерного зрения [5; 10; 12; 13], так и для *NLP* задач [6–8; 18], где важно определение всех токенов последовательности вне зависимости от направления. В нашем случае (задачи многоклассовой

классификации интенгов) будет использоваться трансформер *BERT*.

Архитектура трансформера *BERT* адаптирована под разные языки, в том числе и под русский. Трансформер для *NLP* задач русского языка, *ruBERT*, дообучен на русскоязычной Википедии и датасетах новостей [9; 17]. Также присутствуют дистиллированные версии данной модели – *rubert-tiny-turbo*, *rubert-tiny-2*, которые не требуют вычислительных мощностей (графических и тензорных ускорителей) для работы и могут запускаться на центральном процессоре, что необходимо для данного эксперимента в связи с ограничениями. В итоге седьмым классификатором, помимо алгоритмов классического машинного обучения и ансамблевых методов, стал трансформер *rubert-tiny-turbo*, этот же трансформер показал максимальную среднюю арифметическую *f1-macro* меру для задачи векторизации интенгов.

Конструирование признаков

В рамках задачи конструирования признаков алгоритма (*feature engineering*) было принято решение провести эксперименты с разными уровнями организации языка: уровень интенгов, предложений и слов. Для каждого из уровней было подсчитано несколько метрик: абсолютное и среднее количество элементов, а также стандартное отклонение, значение которого будет описывать степень сбалансированности классов. Итого получилось несколько итераций для экспериментов над выявлением оптимальных признаков.

1. Общее количество интенгов (*intents*), общее количество предложений (*sentences*), среднее арифметическое количество предложений в интенге (*avg sentences*), стандартное отклонение предложений в интенге (*std sentences*).

2. Общее количество интенгов (*intents*), общее количество предложений (*sentences*), среднее арифметическое количество предложений в интенге (*avg sentences*), стандартное отклонение предложений в интенге (*std sentences*), общее количество слов в предложении (*words*), среднее количество слов в предложении (*avg words*), стандартное отклонение слов в предложении (*std words*).

3. Общее количество интенгов (*intents*), общее количество предложений (*sentences*), среднее арифметическое количество предложе-

Таблица 2. Распределение $f1-macro$ меры для различных алгоритмов по определению наиболее эффективного классификатора

	<i>LR</i>	<i>KNN</i>	<i>NB</i>	<i>SVM</i>	<i>RF</i>	<i>GB</i>
1	0,29	0,22	0,26	0,2	0,54	0,29
2	0,26	0,22	0,38	0,28	0,51	0,22
3	0,29	0,17	0,38	0,28	0,51	0,25

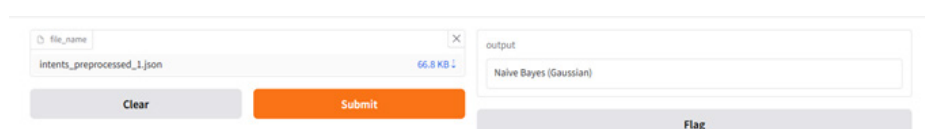


Рис. 1. Веб-интерфейс взаимодействия с алгоритмом на платформе *Gradio*

ний в интенте (*avg sentences*), стандартное отклонение предложений в интенте (*std sentences*), общее количество слов (*words*), среднее количество слов в предложении (*avg words*), стандартное отклонение слов в предложении (*std words*), общее количество букв (*letters*), среднее количество букв в слове (*avg letters*).

Определение наиболее эффективного алгоритма

В качестве оптимального классификатора для нашего алгоритма были использованы те же методы классического машинного обучения (логистическая регрессия, метод опорных векторов, гауссовский наивный Байес, метод k -ближайших соседей), ансамблевые алгоритмы (рандомный лес, градиентный бустинг: *LightGBM*), что и для определения оптимального алгоритма классификации для каждого проекта с интенциями в обучающем датасете. Для каждого из данных алгоритмов были проведены эксперименты по определению максимальной $f1-macro$ меры, которая необходима для оценки качества модели многоклассовой классификации при дисбалансе классов. Эксперименты проводились для каждого уровня признаков, определенных выше. Итоги представлены в табл. 2.

В результате проведенных экспериментов было определено, что алгоритм рандомного леса (*random forest*, *RF*) является самым эф-

фективным, исходя из метрики оценивания $f1-macro$ ($f1-macro = 0,54$). Также алгоритм превышает бэйзлайн, случайный выбор классов: всего меток в выборке алгоритмов семь, следовательно, вероятность случайного попадания класса $1/7 \sim 0,14$, метрика качества обученного нами алгоритма 0,54. Код экспериментов представлен в репозитории: https://github.com/Arseniy-Polyakov/intents_classification.

Создание прототипа веб-интерфейса

В качестве прототипа веб-интерфейса, с которым может взаимодействовать пользователь, была выбрана библиотека *gradio* на языке *Python*. Данная библиотека является простым и быстрым способом для написания высокоуровневого скрипта для обертки алгоритмов искусственного интеллекта без необходимости проектирования и разработки полноценного сайта с *frontend* и *backend* частями [4]. Библиотека поддерживает метод *Interface* с тремя обязательными атрибутами: функция, блок ввода и блок вывода. В качестве блока ввода было использовано окно с загрузкой файлов, а в блоке вывода строковая переменная оптимального алгоритма классификации.

Выводы

В рамках проведенной работы был создан алгоритм поиска наиболее эффективного клас-

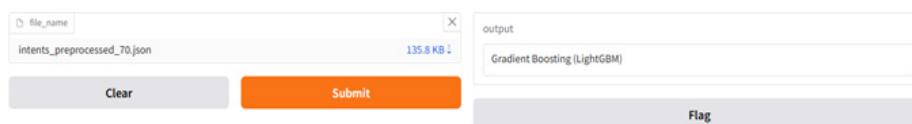


Рис. 2. Веб-интерфейс взаимодействия с алгоритмом на платформе Gradio

сификатора для задачи *NLU* диалоговых систем (рандомный лес с *f1-macro* мерой 0,54): были собраны и расширены данные (датасеты интенгов с метками оптимального классификатора) с использованием наиболее эффективного метода векторизации текста по результатам экспериментов (*rubert-tiny-turbo*); проведено конструирование признаков и определены их потенциальные наборы для обучения модели; в ходе сравнительно-сопоставительного анализа был определен, как и наиболее эффективный по

f1-macro мере классификатор (рандомный лес), так и набор признаков (количество интенгов, предложений, среднее арифметическое количество предложений и стандартное отклонение предложений). Данный алгоритм может применяться в конструировании диалоговых систем, платформ по созданию чат-ботов и голосовых ассистентов как эффективный способ определения подходящего метода классификации загруженного датасета интенгов в зависимости от его признаков.

Список литературы

1. Горлова, В.В. Технологии применения и создания чат-ботов / В.В. Горлова // Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации, 2023. – С. 16–18.
2. Джанарсанам, С. Разработка чат-ботов и разговорных интерфейсов / С. Джанарсанам // Litres, 2022.
3. Жужжалов, А.В. Сравнительный анализ методов классического машинного обучения и ансамблевых алгоритмов для классификации интенгов с разным количеством и дисбалансом классов / А.В. Жужжалов, С.Г. Григорьев, А.М. Поляков // Наука и бизнес: пути развития. – 2025. – № 9.
4. Abid, A. Gradio: Hassle-free sharing and testing of ML models in the wild / A. Abid [et al.] // arXiv preprint, 2019.
5. Arnab, A. ViViT: A video vision transformer / A. Arnab [et al.] // Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision, 2021. – P. 6836–6846.
6. Chen, Q. BERT for joint intent classification and slot filling / Q. Chen, Z. Zhuo, W. Wang // arXiv preprint, 2019.
7. Jiang, Y. Knowledge distillation from BERT transformer to speech transformer for intent classification / Y. Jiang et al. // arXiv preprint, 2021.
8. Koroteev, M.V. BERT: a review of applications in natural language processing and understanding / M.V. Koroteev, 2021.
9. Kuratov, Y. Adaptation of Deep Bidirectional Multilingual Transformers for Russian Language / Y. Kuratov, M. Arkhipov, 2019.
10. Li, L.H. What does BERT with vision look at? / L.H. Li [et al.] // Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, 2020. – P. 5265–5275.
11. Liu, Y. RoBERTa: A robustly optimized BERT pretraining approach / Y. Liu [et al.]. 2019.
12. Liu, Z. Video Swin Transformer / Z. Liu [et al.] // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2022. – P. 3202–3211.
13. Neimark, D. Video transformer network / D. Neimark [et al.] // Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision, 2021. – P. 3163–3172.
14. Muennighoff, N. MTEB: Massive Text Embedding Benchmark / N. Muennighoff [et al.], 2022.
15. Snegirev, A. The Russian-focused embedders' exploration: ruMTEB benchmark and Russian embedding model design / A. Snegirev [et al.], 2024.

16. Vaswani, A. Attention is all you need / A. Vaswani [et al.] // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2017. – Vol. 30.

17. Visser, R. Sentiment and intent classification of in-text citations using BERT / R. Visser, M. Dunaiski // Proceedings of the 43rd Conference of the South African Institute. – 2022. – Vol. 85. – P. 129–145.

18. Zmitrovich, D. A family of pretrained transformer language models for Russian / D. Zmitrovich [et al.], 2023.

References

1. Gorlova, V.V. Tekhnologii primeneniya i sozdaniya chat-botov / V.V. Gorlova // Sovremennyye nauchnyye issledovaniya: aktual'nyye voprosy, dostizheniya i innovatsii, 2023. – S. 16–18.

2. Dzhannarsanam, S. Razrabotka chat-botov i razgovornykh interfeysov / S. Dzhannarsanam // Litres, 2022.

3. Zhuzhzhlov, A.V. Sravnitel'nyy analiz metodov klassicheskogo mashinnogo obucheniya i ansamblevykh algoritmov dlya klassifikatsii intentov s raznym kolichestvom i disbalansom klassov / A.V. Zhuzhzhlov, S.G. Grigor'yev, A.M. Polyakov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2025. – № 9.

© А.В. Жужжалов, С.Г. Григорьев, А.М. Поляков, 2025

УДК 004

ТЭН ХАЙКУНЬ, ЛИ ЛУНЬБИНЬ, ЯН ВЭНЬЦЗЮНЬ

Хэйхэский университет, г. Хэйхэ (Китай)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ

Ключевые слова: глубокое обучение; распознавание речи; прикладные исследования.

Аннотация. С широким распространением технологий искусственного интеллекта происходит стремительная интеграция систем распознавания речи в различные сферы. По сравнению с текстовым взаимодействием речевое взаимодействие отличается большей скоростью и эффективностью, однако оно сложнее с точки зрения функциональной стабильности и технической реализации, поэтому исследование технологий распознавания речи на сегодняшний день имеет ключевое значение. Традиционные методы распознавания речи обладают ограниченной устойчивостью к шумам и недостаточной точностью распознавания, что затрудняет их использование в современных условиях. Настоящее исследование посвящено технологиям распознавания речи на основе глубокого обучения. При формировании набора данных особое внимание уделялось качеству и разнообразию речевого материала, охватывающего различные акустические условия, стили произношения и уровни шумового воздействия. При построении модели распознавания речи применяются методы глубокого обучения, позволяющие автоматически адаптироваться к различной продолжительности речевых сигналов без необходимости ручной настройки параметров, что повышает гибкость и точность распознавания. Кроме того, глубокое обучение обладает высокой способностью к извлечению признаков, что дает возможность выделять из речевого сигнала больше полезной информации. В данном исследовании подробно излагаются алгоритмы улучшения речи, описываются принципы, характеристики, показатели оценки и репрезентативные исследования различных методов улучшения речи на основе нейронных сетей, всесторонне оцениваются сильные и слабые стороны этих методов,

анализируются основные проблемы, возникающие при улучшении речи, а также обсуждаются и прогнозируются перспективные направления дальнейшего развития.

Цель работы – провести обзор применения методов глубокого обучения в области распознавания речи.

Задачи:

- 1) провести анализ современного состояния развития распознавания речи;
- 2) обозначить основные проблемы, стоящие перед технологиями распознавания речи;
- 3) определить перспективные направления развития технологий распознавания речи.

Метод и методология: анализ, обзор и обобщение современных научных публикаций, посвященных применению глубокого обучения в области распознавания речи.

Результаты исследования: в данном исследовании подробно излагаются алгоритмы улучшения речи, описываются принципы, характеристики, показатели оценки и репрезентативные исследования различных методов улучшения речи на основе нейронных сетей, всесторонне оцениваются сильные и слабые стороны этих методов, анализируются основные проблемы, возникающие при улучшении речи, а также обсуждаются и прогнозируются перспективные направления дальнейшего развития.

В условиях стремительного развития таких информационных технологий, как большие данные, Интернет вещей (*IoT*) и облачные вычисления, технологии искусственного интеллекта на основе глубокого обучения также получили динамичное развитие и претерпели значительный переход от уровня теоретических исследований к уровню практических приложений. При поддержке технологий искусственного интеллекта

системы распознавания речи эволюционировали от состояния «непригодных к использованию» до уровня «пригодных к использованию», продемонстрировав высокую прикладную ценность и благоприятные перспективы развития.

Современное состояние развития распознавания речи

Распознавание речи, целью которого является преобразование речевых сигналов человека в соответствующую текстовую информацию, представляет собой одну из ключевых технологий человеко-машинного взаимодействия. Традиционные системы распознавания речи в значительной степени опирались на вручную спроектированные акустические признаки; их рабочие процессы были громоздкими, а производительность – ограниченной.

В последние годы благодаря стремительному развитию методов глубокого обучения ситуация в данной области значительно изменилась: подходы на основе сквозного (*end-to-end*) обучения позволили значительно повысить как эффективность систем, так и их работоспособность. Технологии распознавания речи демонстрируют быстрый прогресс: от простого «преобразования речи в текст» они эволюционировали в полноценный способ взаимодействия с цифровой средой. Эти технологии дают возможность человеку общаться с машиной посредством самой естественной формы коммуникации – устной речи.

Ключевая задача распознавания речи заключается в преобразовании непрерывного речевого сигнала в дискретную и осмысленную последовательность символов. В последние годы наблюдается переход от статистических моделей к методам глубокого обучения, что привело к существенному снижению уровня ошибок распознавания. Текущие передовые направления и особенности включают следующее.

1. Революцию, обусловленную крупными речевыми моделями.

Традиционный конвейер распознавания речи (*ASR* → обработка текста → *TTS*) страдал от трех ключевых проблем: потерь информации, значительной задержки и накопления ошибок. Крупные речевые модели ориентированы на сквозное (*end-to-end*) понимание и генерацию речи, что позволяет резко сократить задержки, сохранить такие паралингвистические харак-

теристики, как интонация, тембр и эмоции. Их основные компоненты включают:

- речевой токенизатор (*Speech Tokenizer*): преобразует аудиосигнал в дискретное или непрерывное представление в виде токенов;
- языковая модель (*Language Model*): чаще всего основана на архитектуре *Transformer* и работает с мультимодальными токенами;
- вокодер (*Vocoder*): преобразует токены обратно в аудиосигнал, пригодный для восприятия на слух.

2. Инновации в стратегиях обучения.

Обучение крупных речевых моделей, как правило, включает три этапа: предварительное обучение, тонкая настройка с использованием инструкций и последующее выравнивание (например, на основе обучения с подкреплением по обратной связи от человека (*RLHF*)). Такой подход позволяет моделям следовать инструкциям и обеспечивать безопасные результаты.

3. Новый парадигмальный переход к полнодуплексному взаимодействию.

Становится возможным более естественное взаимодействие в реальном времени: система поддерживает прерывания со стороны пользователя и одновременные отклики, что делает диалог человека с машиной максимально близким к межчеловеческому общению.

4. Преодоление ограничений данных.

Для языков с низким уровнем ресурсов одной из главных проблем был дефицит больших корпусов размеченной речевой информации. Новые технологии, такие как «обратный перевод речи» (*Speech Back-Translation*), позволяют, имея лишь несколько десятков часов реальной аудиозаписи, с помощью технологий синтеза речи (*TTS*) создавать десятки тысяч часов высококачественной синтетической речи. Это увеличивает объем данных в сотни раз и значительно повышает качество моделей.

5. Мультимодальная интеграция.

Распознавание речи развивается не изолированно, а в тесной связке с технологиями компьютерного зрения и пониманием текста, что обеспечивает более комплексные и универсальные системы человеко-машинного взаимодействия.

Проблемы, стоящие перед технологиями распознавания речи

Несмотря на стремительное развитие, технологии распознавания речи по-прежнему стал-

квиваются с рядом серьезных проблем.

1. Влияние фонового шума.

В условиях шумной акустической среды точность распознавания значительно снижается.

2. Языковое разнообразие.

Адаптация систем к различным акцентам, диалектам, специализированной терминологии и низкоресурсным языкам остается сложной задачей.

3. Вычислительные ресурсы и стоимость.

Современные модели, особенно ориентированные на обработку мультимодальных данных и потокового ввода в реальном времени, требуют значительных вычислительных ресурсов и дорогостоящих GPU-кластеров, что создает проблемы при внедрении и повышает затраты на эксплуатацию.

Перспективные направления развития технологий распознавания речи

1. Усиление возможностей крупных речевых моделей.

Технологии сквозного распознавания и генерации речи (*end-to-end SpeechLM*) будут продолжать развиваться в направлении снижения задержки, повышения точности, улучшения контекстного понимания и способности к рассуждению, обеспечивая более приближенный к человеческому диалоговый опыт.

2. Более высокая инклюзивность и универсальная доступность.

В центре внимания окажутся потребности низкоресурсных языков, диалектов, а также особых категорий пользователей (например, людей с речевыми нарушениями), что позволит сократить технологический разрыв.

3. Углубленная мультимодальная интеграция.

Слияние речи с визуальной и текстовой информацией будет становиться все более тесным, что позволит достигать более сложного понимания ситуаций (например, комплексная

интерпретация речи и изображения в рамках видеоконференции для выявления намерений говорящего).

4. Индивидуализация и персонализация.

Системы будут предоставлять пользователям возможность настраивать модели в соответствии со своей тембровой окраской, интонацией и языковыми привычками, обеспечивая более персонализированный опыт взаимодействия.

Заключение

В целом технологии распознавания речи уже вышли за пределы лабораторий и глубоко интегрируются как в различные отрасли, так и в нашу повседневную жизнь. В настоящий момент они находятся на этапе перехода от уровня «удобного использования» к уровню «более интеллектуального и эффективного применения». Несмотря на сохраняющиеся проблемы, такие как работа в условиях шумной среды, обработка диалектов и обеспечение конфиденциальности данных, непрерывные прорывы в области ключевых технологий, включая крупные речевые модели (*SpeechLM*), а также их глубокая интеграция с другими модальностями открывают перспективу превращения распознавания речи в один из основных и наиболее естественных способов человеко-машинного взаимодействия в будущем.

На современном этапе развития системы распознавания речи на основе глубокого обучения и искусственного интеллекта требуют дальнейшего совершенствования и инноваций, что будет способствовать общему прогрессу в развитии искусственного интеллекта. Кроме того, необходимо активнее продвигать внедрение технологий распознавания речи в новые отрасли и сценарии применения, обеспечивая их постоянное улучшение. Такой подход позволит существенно повысить точность распознавания и общий уровень развития речевых технологий.

Данная работа выполнена в рамках научно-исследовательского проекта 2019 г. по базовому финансированию научной деятельности высших учебных заведений провинции Хэйлунцзян: «Исследование методов оценки качества речи на основе глубоких нейронных сетей». Номер проекта: 2019-KYYWF-0475.

Список литературы

1. Пу Лили. Исследование методов распознавания голосовых отпечатков на основе глубокой

нейронной сети / Пу Лили. – Гуйлинь : Гуйлиньский технологический университет, 2023.

2. Сюй Хаосэнь. Устранение шума в речи с использованием сверточно-рекуррентной сети на основе механизма внимания / Сюй Хаосэнь, Цзянь Нань, Ци Чжикун // Наука, техника и инженерия, 2022.

3. Ян Ли. Обзор исследований рекуррентных нейронных сетей / Ян Ли, У Юйси, Ван Цзюньли [и др.] // Применение компьютеров, 2018.

4. Чжу Сян. Исследование преобразования спектра речевого тракта на основе объединенных признаков для распознавания английской речи с использованием скрытой модели Маркова и кластеризации / Чжу Сян // Акустическая техника, 2022.

5. Лю Цзюаньхун. Сквозное распознавание речи с применением глубокой сверточной нейронной сети / Лю Цзюаньхун, Ху Хо, Хуан Хэюй // Применение компьютеров и программное обеспечение, 2020.

6. Ван Цзилун. Сквозное распознавание речи на основе рекуррентной нейронной сети / Ван Цзилун, Ли Цзюньфэн, Чжан Шао [и др.] // Компьютерная и цифровая инженерия, 2019.

7. Ван Хуапэн. Распознавание говорящего на основе глубокой двунаправленной сети LSTM / Ван Хуапэн // Компьютерная инженерия и проектирование, 2020.

References

1. Pu Lili. Issledovaniye metodov raspoznavaniya golosovykh otpechatkov na osnove glubokoy neyronnoy seti / Pu Lili. – Guylin' : Guylin'skiy tekhnologicheskiy universitet, 2023.

2. Syuy Khaosen'. Ustraneniye shuma v rechi s ispol'zovaniyem svertochno-rekurrentnoy seti na osnove mekhanizma vnimaniya / Syuy Khaosen', TSzyan' Nan', Tsi Chzhikun // Nauka, tekhnika i inzheneriya, 2022.

3. Yan Li. Obzor issledovaniy rekurrentnykh neyronnykh setey / Yan Li, U Yuysi, Van TSzyun'li [i dr.] // Primeneniye komp'yutero, 2018.

4. Chzhu Syan. Issledovaniye preobrazovaniya spektra rechevogo trakta na osnove ob'yedinennykh priznakov dlya raspoznavaniya angliyskoy rechi s ispol'zovaniyem skrytoy modeli Markova i klasterizatsii / Chzhu Syan // Akusticheskaya tekhnika, 2022.

5. Lyu TSzyuan'khun. Skvozhnoye raspoznavaniye rechi s primeneniym glubokoy svertochnoy neyronnoy seti / Lyu TSzyuan'khun, Khu Kho, Khuan Kheyuy // Primeneniye komp'yutero i programmnoye obespecheniye, 2020.

6. Van TSzilun. Skvozhnoye raspoznavaniye rechi na osnove rekurrentnoy neyronnoy seti / Van TSzilun, Li TSzyun'fen, Chzhan Shao [i dr.] // Komp'yuternaya i tsifrovaya inzheneriya, 2019.

7. Van Khuapen. Raspoznavaniye govoryashchego na osnove glubokoy dvunapravlennoy seti LSTM / Van Khuapen // Komp'yuternaya inzheneriya i proyektirovaniye, 2020.

© Тэн Хайкунь, Ли Луньбинь, Ян Вэньцзюнь, 2025

УДК 004.056

А.А. КОЛЕСНИКОВ, М.Б. ХОРОШКО

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого», г. Санкт-Петербург;

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет

(НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск

УДАЛЕННЫЕ АТАКИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ И В ИНТЕРНЕТЕ

Ключевые слова: доступ; порт; распределенная сеть; удаленная атака.

Аннотация. В статье рассматриваются особенности и меры противодействия удаленным атакам в распределенных компьютерных сетях и в Интернете. Цель статьи – изучить особенности и меры противодействия удаленным атакам в распределенных компьютерных сетях и в Интернете. Изучены техники, позволяющие злоумышленникам взламывать удаленные системы, такие как DoS-атаки или отказ в обслуживании, анализ сетевого трафика, отравление DNS, сканирование портов. Отмечено, что традиционные методы обнаружения вторжений дают большое количество ложных срабатываний и ложных отрицательных результатов. Акцентируется внимание на том, что перспективными подходами обнаружения взлома являются те, которые используют машинное обучение. Выявлено, что с целью избежать дорогостоящих взломов эксплойтов первой линией защиты должны быть сокращение количества и защита уязвимых точек доступа. В статье рассмотрено несколько техник, позволяющих злоумышленникам взламывать удаленные системы. Отмечено, что перспективным методом обнаружения взлома является использование подходов на базе машинного обучения.

На сегодняшний день компьютерная техника нашла свое широкое применение практически во всех сферах человеческой деятельности. В современных компьютерных системах хранится и обрабатывается большое количество информации различной степени открытости, помимо этого, они представляют собой достаточно удобный способ получения и передачи данных [1]. В то же время многократно увели-

чивающийся уровень сложности и комплексности сетевых архитектур, рост степени открытости сетей и их интеграция с Интернетом актуализируют вопрос безопасности информации. Так, по данным *Statista*, фактически с начала пандемии *Covid-19* кибератаки на удаленные рабочие места возросли на 238 %. В то же время 72 % организаций выражают серьезную обеспокоенность по поводу рисков онлайн-безопасности, с которыми сталкиваются их удаленные сотрудники. Отчет *MalwareBytes Labs* показывает, что 20 % организаций столкнулись со взломом по вине удаленного работника [2]. В свою очередь, система поиска интернет-сервисов *Shodan* обнаружила, что количество серверов с портами служб виртуальных частных сетей (VPN) и удаленных рабочих столов (RDP), видимых в Интернете, значительно увеличилось (рис. 1).

Таким образом, с учетом вышеизложенного вопросы обеспечения конфиденциальности, целостности и доступности данных от точки удаленного доступа до локального ресурса или сервиса становятся очень актуальными и требуют разработки эффективных методов защиты систем и сетей, что и послужило основанием для выбора темы данной статьи. Несмотря на активный интерес ученых и практиков к рассматриваемой проблематике, некоторые сложные моменты требуют более тщательной проработки. Так, в более детальном обосновании нуждаются таксономия (классификация) удаленных атак и выделение их ключевых вербальных индикаторов. Кроме того, не до конца решенным является вопрос защиты и противодействия распределенным атакам, в ходе которых противник привлекает несколько компьютеров.

Итак, цель статьи можно сформулировать следующим образом: изучить особенно-

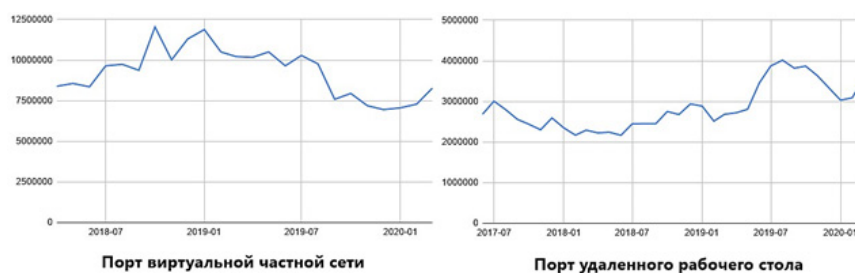


Рис. 1. Количество серверов с портами служб виртуальных частных сетей и удаленных рабочих столов, видимых в Интернете (по источнику [3])

Таблица 1. Сравнение между *DoS*- и *DDoS*-атаками

<i>DoS</i>	Точки различия	<i>DDoS</i>
Для атаки используется один компьютер и IP-адрес	Источник	Источником атаки служат различные объекты, включая взломанные компьютеры, веб-камеры и IoT-устройства
<i>DoS</i> -атаки инициируются с помощью скриптов или таких инструментов, как низкоорбитальная ионная пушка	Инструменты	<i>DDoS</i> -атаки инициируются ботнетами
<i>DoS</i> -атаки выполняются медленнее	Скорость доставки	<i>DDoS</i> -атаки выполняются быстрее
Легче блокировать	Блокирование атак	Их сложнее блокировать из-за большого количества машин, используемых для осуществления атаки
Легче отследить, поскольку в действии участвует только одно устройство	Отслеживаемость	Отследить истинную сторону сложно, поскольку она может скрываться за различными взломанными системами
Переполнение буфера, <i>Ping of Death</i> , <i>Teardrop</i>	Типы атак	Объемные, фрагментация, прикладной уровень

сти и меры противодействия удаленным атакам в распределенных компьютерных сетях и в Интернете.

Основные цели удаленных атак – незаконный просмотр или кража данных, внедрение вирусов или других вредоносных программ в другой компьютер, сеть или систему, а также нанесение ущерба целевому компьютеру или сети [4].

В настоящее время существует множество специальных техник, позволяющих злоумышленникам взламывать удаленные системы. Они делятся на несколько категорий.

***DoS*-атаки или отказ в обслуживании**

Целью *DoS*-атак являются веб-серверы, и задача состоит в том, чтобы сделать их недо-

ступными для пользователей на определенный период времени.

DoS-атака может происходить двумя способами.

1. Специально подготовленные данные: если объекту отправляются специально подготовленные данные и он не настроен на обработку этих данных, есть вероятность, что объект может выйти из строя. Это не связано с отправкой слишком большого количества данных, но включает в себя специально созданные пакеты, которые объект не может обработать. В качестве примера можно привести манипуляцию полями в пакетах сетевого протокола. Образцами таких атак являются *Ping of death* и *teardrop*-атаки.

2. «Наводнение»: отправка слишком большого количества данных объекту также может

Таблица 2. Результаты использования нейронных сетей для анализа сетевого трафика

Категория	Модель нейронной сети	Ключевой вклад
Обнаружение злоупотреблений в современных сетях	<i>AE</i> + разреженный <i>AE</i> + <i>MAPE-K</i>	Представляет масштабируемый, самоадаптирующийся и автономный метод обнаружения злоупотреблений для современных крупномасштабных современных сетей с использованием глубокого обучения
Система обнаружения аномалий	<i>CNN</i> , <i>AE</i> и <i>RNN</i>	Разработка и внедрение модели обнаружения аномалий на основе различных алгоритмов глубокого обучения. Также позволяет оценивать эти модели с помощью стандартных метрик классификации
Обнаружение аномалий	<i>FCN</i> , <i>VAE</i> и <i>Seq2Seq</i>	Используется несколько моделей глубокого обучения для обнаружения аномалий, включая <i>FCN</i> , <i>VAE</i> и <i>LSTM</i>
Обнаружение аномалий в облачном центре обработки данных	<i>CNN</i> + <i>GWO</i>	Предлагается надежный гибридный метод на основе <i>CNN</i> и <i>GWO</i> для обнаружения сетевых аномалий в облачных средах, особенно для потоковых данных
Обнаружение вредоносного программного обеспечения (ПО)	<i>CNN</i> , <i>RNN</i> и <i>LSTM</i>	Представляет собой многоуровневую систему глубокого обучения с использованием различных моделей для обнаружения вредоносных программ
Обнаружение вредоносного ПО	<i>SAE</i>	Представляет двухфазную структуру для обнаружения вредоносных программ на основе модели <i>SAE</i>
Обнаружение вредоносного ПО для <i>IoT</i>	<i>OpCode</i> + глубокое обучение в собственном пространстве	Это пионерская работа на основе метода глубокого обучения <i>OpCode</i> для обнаружения вредоносных программ <i>IoT</i> и <i>IoT</i>
Обнаружение ботнетов	<i>SDA</i> + контролируемый прямой канал <i>DNN</i>	Применение глубокого обучения для обнаружения ботнетов, которое использует потоки пакетов <i>TCP/UDP/IP</i> в качестве входных данных
Обнаружение ботнетов	<i>CNN</i> + <i>LSTM</i>	Метод обнаружения ботнетов, в котором используются как информация о сетевом потоке, так и результаты глубокого обучения. Более того, применяется структура графа для целей извлечения признаков
Обнаружение ботнетов для сетей <i>IoT</i>	Автокодировщики	Применение автокодировщиков в сетях <i>IoT</i> для обнаружения атак ботнетов
Обнаружение аномалий и вредоносного ПО	Автокодировщики	Неконтролируемый метод обучения признакам на основе <i>AE</i> для целей кибербезопасности, например, обнаружения аномалий и вредоносных программ
Обнаружение аномалий в сети <i>IEEE 802.11</i>	<i>SAE</i>	Обнаружение аномалий в сети <i>IEEE 802.11</i> с помощью глубокого обучения

замедлить его работу. Таким образом, он будет тратить ресурсы на потребление данных злоумышленников и не сможет обслуживать легитимные запросы.

В то же время, поскольку хакеры предпочитают эффективность удобству, они перешли к другой, более продвинутой форме *DoS*-атак, известной как распределенный отказ в обслуживании (***DDoS***), чтобы противостоять более устойчивым сетям. *DoS* и *DDoS* – это

два разных названия одной и той же атаки. *DDoS* оказался невероятно эффективной угрозой и считается одним из главных трендов кибербезопасности на сегодняшний день. В табл. 1 представлено сравнение между *DoS*- и *DDoS*-атаками.

На сегодняшний день для обнаружения *DoS*- и *DDoS*-атак широкое распространение получили методы машинного обучения и нейронные сети. Для выявления сетевых вторже-



Рис. 2. Схема проведения отравления DNS

ний зачастую используется рекуррентная нейросеть с долгой краткосрочной памятью, это позволяет обнаружить и предсказать сложные закономерности во временном ряду, выявив аномалии по временному шаблону менее надежных симптомов. Например, *Yunbo Song, Dan Ye* [4] в своей работе используют набор данных *KDD Cup'99* для обнаружения *DDoS*-атаки с помощью нейронной сети, точность составляет 98,8 %. *Abdul Wahid Khan* [7] предлагают решение, основанное на симметричном глубоком автокодировщике и алгоритме классификации «случайный лес». Они используют наборы данных *KDD Cup'99* и *NSL-KDD* и получают результаты, схожие с предыдущими подходами (98 % точности).

В целом система для обнаружения и смягчения *DDoS*-атак на основе глубокого обучения относится к службам прикладного уровня и может быть развернута на устройствах в плоскости приложения или на сервере, где находится контроллер сети. Система состоит из модуля сбора информации о трафике, двухэтапного модуля обнаружения атак и модуля отслеживания и смягчения источника атаки [7].

Система отслеживает данные трафика в программно-определяемой сети в режиме реального времени и выполняет предварительное обнаружение сетевых атак на основе статистической информации с портов коммутаторов. Затем она использует вейвлет-разложение и технологию конволюционных нейронных сетей для глубокого анализа данных о трафике с подозрительных коммутаторов, что позволяет обнаружить атаки на более тонком уровне. На-

конец, используя теорию графов и стратегии динамического удаления, система отслеживает и ограничивает источник атаки, предотвращая проникновение атаки в сеть и тем самым обеспечивая нормальную работу программно-определяемой сети.

Анализ сетевого трафика

Для анализа сетевого трафика и выявления вторжений широкое распространение получили методы искусственного интеллекта (ИИ). Анализ сетевого трафика на основе ИИ представляет собой смену парадигмы в кибербезопасности, используя алгоритмы машинного обучения для распознавания закономерностей и аномалий в огромных объемах сетевых данных. Обучаясь на исторических данных, модели ИИ могут изучать нормальное поведение сети и автоматически обнаруживать отклонения, которые способны указывать на вредоносную активность. В отличие от систем на основе правил, алгоритмы ИИ обладают гибкостью для адаптации к изменяющимся условиям сети и развивающимся угрозам, что повышает точность и эффективность обнаружения вторжений. В табл. 2 представлены сравнительные результаты использования различных видов нейронных сетей для анализа сетевого трафика.

Отравление DNS

Используя отравление *DNS* («сервер доменных имен»), хакеры могут обмануть *DNS*-сервер любого компьютера и заставить его поверить,

что поддельные данные являются легитимными и подлинными.

Поддельная информация кэшируется на определенный период времени, что позволяет злоумышленникам переписывать *DNS*-ответы *IP*-адресов. В результате пользователи, пытающиеся зайти на отравленные *DNS*-сайты, вместо оригинального содержимого сайта загружают компьютерные вирусы или червей [5]. Схема отравления *DNS* представлена на рис. 2.

Для борьбы со слабыми местами используются ключевые статистические характеристики сетевого трафика, полученные из захваченных пакетов зашифрованного трафика (*PCAP*) без его расшифровки. Это позволяет сохранять

конфиденциальность данных в зашифрованном трафике путем пассивной проверки на предмет компрометации с высокой степенью точности.

За последние несколько лет число удаленных атак в распределенных компьютерных сетях и Интернете значительно возросло: злоумышленники используют открытые порты и узкие места для установки программ-вымогателей и запуска вредоносного кода. Это является очевидным следствием массового распространения удаленных и гибридных рабочих мест. Чтобы избежать дорогостоящих взломов эксплойтов, первой линией защиты должны быть сокращение количества и защита уязвимых точек доступа.

Список литературы

1. Власов, А.И. Нейросетевая система обнаружения и нейтрализации удаленного несанкционированного вмешательства в компоненты интернета вещей / А.И. Власов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2021. – Т. 23. – № 1. – С. 63–80.
2. Belous, A.I. Viruses, Hardware and Software Trojans: Attacks and Countermeasures / A.I. Belous, V. Saladukha // Springer, 2020. – 209 p.
3. Pandian, A.P. Proceeding of the International Conference on Computer Networks, Big Data and IoT (ICCBI-2019) / A.P. Pandian, P. Ram, K. Ntalianis // Cham: Springer. – 2020. – 187 p.
4. Song, Y. Optimal stealthy attack against stochastic event-based scheduling for remote state estimation in cyber-physical systems / Y. Song, D. Ye // International Journal of Robust and Nonlinear Control. – 2021. – Vol. 32. – Issue 6. – P. 34–39.
5. Ковцур, М.М. Исследование способов удаленного перехвата трафика в корпоративных сетях / М.М. Ковцур // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2021. – № 4. – С. 68–75.
6. Близнюк, М.В. Анализ системы обнаружения вторжений для обеспечения безопасности корпоративной сети / М.В. Близнюк // Интернаука. – 2022. – № 45-1. – С. 30–33.
7. Khan, A.W. Identification and prioritization of security challenges of big data on cloud computing based on SLR: A fuzzy-TOPSIS analysis approach / A.W. Khan // Journal of Software: Evolution and Process. – 2021. – Vol. 33. – P. 67–75.
8. Jiang, R. An assessment model for cloud service security risk based on entropy and support vector machine / R. Jiang, Z. Ma // Concurrency and Computation: Practice and Experience. – 2021. – Vol. 33. – Issue 21.
9. Thabit, F. Data security techniques in cloud computing based on machine learning algorithms and cryptographic algorithms: Lightweight algorithms and genetics algorithms / F. Thabit // Concurrency and Computation: Practice and Experience. – 2023. – Vol. 35. – Issue 21.
10. Жапаров, Е.О. Проблемы безопасности и стратегии в облачных вычислениях / Е.О. Жапаров // Интернаука. – 2022. – № 44-1(267). – С. 20–21.

References

1. Vlasov, A.I. Neyrosetevaya sistema obnaruzheniya i neytralizatsii udalennogo nesanktsionirovannogo vmeshatel'stva v komponenty interneta veshchey / A.I. Vlasov // Neyrokomp'yutery: razrabotka, primeneniye. – 2021. – T. 23. – № 1. – S. 63–80.
5. Kovtsur, M.M. Issledovaniye sposobov udalennogo perekhvata trafika v korporativnykh setyakh / M.M. Kovtsur // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i

dizayna. Seriya 1: Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – 2021. – № 4. – S. 68–75.

6. Bliznyuk, M.V. Analiz sistemy obnaruzheniya vtorzheniy dlya obespecheniya bezopasnosti korporativnoy seti / M.V. Bliznyuk // Internauka. – 2022. – № 45-1. – S. 30–33.

10. Zhaparov, Ye.O. Problemy bezopasnosti i strategii v oblachnykh vychisleniyakh / Ye.O. Zhaparov // Internauka. – 2022. – № 44-1(267). – S. 20–21.

© А.А. Колесников, М.Б. Хорошко, 2025

УДК 004.056

Ю.А. ЖАРИНОВ, Т.М. ЛЕВИНА, Р.Р. ЛАТЫПОВ

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

ЭМУЛЯЦИЯ ЭТАПОВ ПРЕДПОЛЕТНОЙ ПОДГОТОВКИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат (БПЛА); виртуальная реальность; навыки; эмуляция.

Аннотация. Целью исследования являются разработка и апробация виртуального тренажера для отработки этапов предполетной подготовки беспилотных летательных аппаратов.

Основные задачи включают: анализ существующих подходов к обучению операторов БПЛА, определение ключевых процедур предполетной подготовки, разработку архитектуры и интерфейса VR-приложения, а также оценку эффективности применения тренажера в образовательном процессе. Гипотеза исследования заключается в том, что использование технологий виртуальной реальности для имитации предполетных процедур позволяет повысить качество подготовки операторов, снизить риски повреждения оборудования и сократить затраты на обучение. Методы исследования включают: моделирование сценариев предполетной подготовки, разработку интерактивных модулей в VR-среде, проведение пользовательского тестирования и анализ результатов обучения с применением статистических инструментов.

В результате работы создан прототип VR-тренажера, реализующий пошаговую эмуляцию ключевых этапов предполетной подготовки. Тестирование показало, что использование системы способствует формированию устойчивой последовательности действий у пользователей, улучшает усвоение процедур и обеспечивает сохранение данных для дальнейшего анализа.

представляет собой интерактивную имитационную систему, предназначенную для отработки всех ключевых этапов предполетной подготовки беспилотного летательного аппарата в условиях полной визуальной и функциональной достоверности. Основной акцент сделан на реалистичную симуляцию взаимодействия с оборудованием, что достигается за счет использования VR-контроллеров, имитирующих действия рук пользователя.

Тренажер позволяет пользователю выполнять весь набор процедур предполетной подготовки. Все манипуляции осуществляются в интерактивной форме, с отображением реакции виртуального объекта на действия пользователя, что способствует более глубокому усвоению процедур и снижает риски при работе с реальными устройствами [1]. После запуска тренажера пользователь оказывается в виртуальном интерфейсе главного меню (рис. 1).

Интерфейс построен на принципах естественного взаимодействия: наведение и активация элементов осуществляются с помощью лазерного указателя, исходящего из VR-контроллера (рис. 2).

Перед началом работы пользователь проходит этап идентификации через виртуальную форму, включающую поля ввода и экранную клавиатуру (рис. 3). Это необходимо для дальнейшего анализа результатов обучения и формирования персонализированной статистики [2]. После подтверждения данных пользователь переходит непосредственно к выполнению заданий.

В основной части тренировки реализована система пошагового чек-листа. Каждое задание сопровождается краткой инструкцией. Такой подход обеспечивает структурированность обучения и формирует у пользователя устойчивую последовательность действий, соответствующую

Разрабатываемый виртуальный тренажер

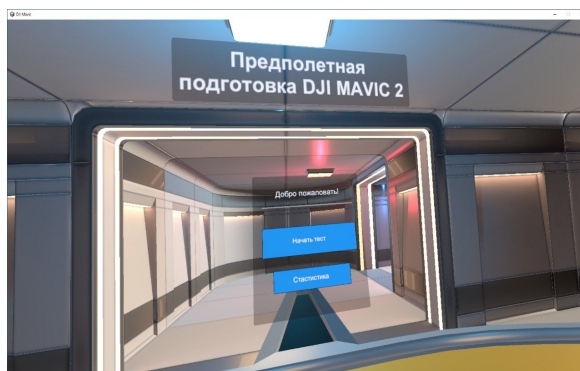


Рис. 1. Главное меню приложения

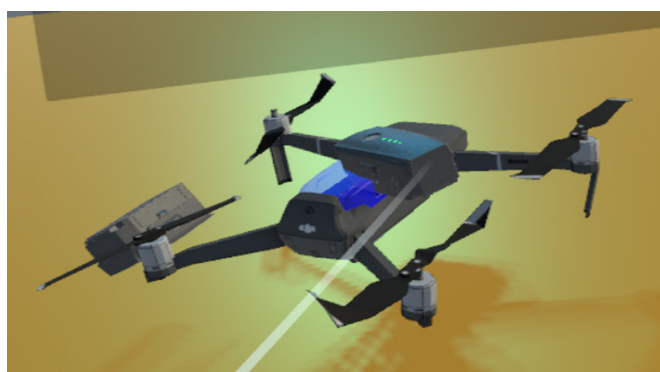


Рис. 2. Принцип взаимодействия с элементами

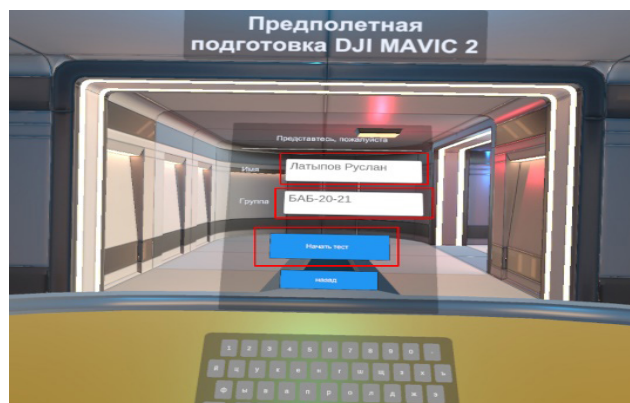


Рис. 3. Виртуальная форма

щую реальным регламентам предполетной подготовки БПЛА [3]. Виртуальный сценарий начинается с проверки состояния аккумуляторной батареи. Процедура замены реализована с применением кинематических захватов. Это помогает развивать у пользователя пространственное мышление и уверенность в выполнении

технических задач [2].

Далее пользователь переходит к осмотру пропеллеров. Визуальный контроль состояния лопастей позволяет определить наличие дефектов. Финальный этап подготовки предполагает включение наземной станции управления и активацию БПЛА. Пользователь должен пооче-

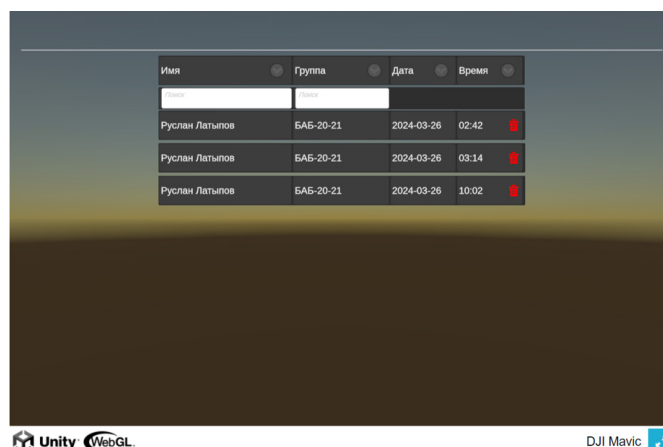


Рис. 4. Веб-интерфейс

редно запустить питание устройств, проверить сигнальные индикаторы, а также подтвердить готовность к полету.

После завершения тренировки пользователь может ознакомиться с общим временем предполетной подготовки. Статистика представлена в виде таблицы [4]. Для удобства преподавателей и организаторов курсов результаты сохраняются на сервере и могут быть просмотрены через веб-интерфейс (рис. 4).

Веб-интерфейс обеспечивает прозрачность процесса обучения. Также реализована система фильтрации и поиска, позволяющая быстро

находить результаты конкретного пользователя или группы. Такой подход способствует масштабируемости системы.

Эмуляция этапов предполетной подготовки БПЛА в виртуальной реальности позволяет создать безопасные и эффективные условия для обучения, минимизируя риски повреждения оборудования и затраты на реальное обучение. Использование таких тренажеров способствует улучшению качества подготовки операторов и повышению их компетентности, что особенно важно в условиях возрастающей популярности и применения БПЛА в различных сферах.

Список литературы

1. Рахматуллаев, А.Н. Технология виртуальной реальности / А.Н. Рахматуллаев, Р.К. Иманбек, А.Р. Рахимова // Молодой ученый. – 2021. – № 18(360). – С. 50–58.
2. Кирилов, Н.А. Применение технологий виртуальной реальности в профессиональной подготовке специалистов в области геодезии / Н.А. Кирилов // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2022. – № 6. – С. 28–38.
3. Truck Preparation For Driving VR Training // Softonic [Electronic resource]. – Access mode : <https://truck-preparation-for-driving-vr-training.en.softonic.com>.
4. Садыков, М.Г. Использование Unity для разработки неигровых приложений / М.Г. Садыков, А.И. Егунова, Д.А. Попков, Д.А. Надежкин // E-Scio. – 2023. – № 6.

References

1. Rakhmatullayev, A.N. Tekhnologiya virtual'noy real'nosti / A.N. Rakhmatullayev, R.K. Imanbek, A.R. Rakhymova // Molodoy uchenyy. – 2021. – № 18(360). – S. 50–58.
2. Kirilov, N.A. Primeneniye tekhnologiy virtual'noy real'nosti v professional'noy podgotovke spetsialistov v oblasti geodezii / N.A. Kirilov // Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo

universiteta geosistem i tekhnologiy). – 2022. – № 6. – S. 28–38.

4. Sadykov, M.G. Ispol'zovaniye Unity dlya razrabotki neigrovykh prilozheniy / M.G. Sadykov, A.I. Yegunova, D.A. Popkov, D.A. Nadezhkin // E-Scio. – 2023. – № 6.

© Ю.А. Жаринов, Т.М. Левина, Р.Р. Латыпов, 2025

УДК 66.087.3:621-192.3

С.В. КУРОВСКИЙ, Д.А. МИШИН ДЕНИС, Н.Д. ИВАНОВ, В.А. ГАФАРОВА

ООО «Высшая школа образования», г. Одинцово;

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЕКТОРА МЕЖРЕМОНТНОГО ЦИКЛА ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ АГРЕГАТОВ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА

Ключевые слова: агрегаты производства аммиака; колонна синтеза; методика оптимизации; оптимизация межремонтного цикла; турбокомпрессоры.

Аннотация. Цель статьи – представить результаты обоснования методики оптимизации межремонтного цикла агрегатов, предназначенных для производства аммиака. Задачи исследования: отразить особенности производства аммиака как объекта эксплуатации на российских предприятиях химической промышленности; обозначить методику и результаты оптимизации вектора межремонтного цикла оборудования на примере агрегатов производства аммиака. Гипотеза исследования состоит в том, что интенсивность отказов центробежных компрессоров синтез-газа нелинейно возрастает после определенной наработки оборудования (21 тысячи часов), что определяет точку оптимизации межремонтного цикла оборудования; скорость коррозионного износа кожуха колонны синтеза статистически значимо зависит от концентрации примесей углекислого газа в циркулирующем газе. Результаты, которые были достигнуты в процессе исследования: рассмотрены особенности производства аммиака как объекта эксплуатации на российских предприятиях химической промышленности, обоснована стратегия межремонтного цикла оборудования на примере агрегатов производства аммиака.

Введение

В химической промышленности производство аммиака характеризуется достаточно высокой капиталоемкостью и осуществлением

непрерывного производственного цикла. Простой стратегически значимых агрегатов производственного оборудования, в частности, синтез-колонн, компрессоров, способствуют значительным денежным потерям у российских предприятий промышленного производства [1–8]. При этом существующие нормативы межремонтного цикла оборудования в производстве аммиака, как правило, не учитывают его фактический износ, а также возможность изменения режимов работы определенного технического агрегата. Соответственно, присутствует необходимость обоснования методики оптимизации межремонтного цикла агрегатов, предназначенных для производства аммиака.

Особенности производства аммиака как объекта эксплуатации на российских предприятиях химической промышленности

Производство аммиака выступает одним из наиболее наукоемких процессов в российской химической промышленности. Его особенности в существенной степени воздействуют на подход к ремонтному и техническому обслуживанию задействованных в производстве аммиака агрегатов, а именно:

- непрерывный производственный цикл (агрегаты, задействованные в производстве аммиака, рассчитаны на непрерывную работу на протяжении нескольких лет между осуществляемым ремонтным обслуживанием);
- работа оборудования в агрессивной коррозионной среде, содержащей азотоводородные примеси, водород, хлориды, карбонилы никеля;
- работа оборудования в условиях экс-

Таблица 1. Результаты показателя надежности работы оборудования при производстве аммиака

Тип оборудования	Нормативный межремонтный цикл оборудования, мес.	Фактическая наработка оборудования на один отказ, часов	Количество отказов за период 2018–2024 гг., ед.
Турбокомпрессор	24	15 500	38
Колонна синтеза аммиака	36	28 000	12 (учитывались только случаи, когда требовалась полная остановка агрегата аммиака-4)
Печь первичной обработки химических веществ	18	12 200	29

тремально высоких значений технологических параметров на фоне высокого давления в процессе синтеза аммиака, высоких температур в печах первичной обработки химических веществ, высоких скоростей потоков веществ при работе циркуляционных насосов и турбокомпрессоров, которые, в свою очередь, обуславливают достаточно высокий риск эрозионного износа оборудования.

Методика оптимизации вектора межремонтного цикла оборудования на примере агрегатов производства аммиака

Для выявления оптимального вектора межремонтного цикла оборудования на примере агрегатов производства аммиака (колонны синтеза и турбокомпрессоров) были использованы методы ретроспективного когортного анализа информационных данных, отражающих специфику эксплуатации производственного оборудования – агрегата аммиака-4 мощностью 1 350 тыс. тонн в год. Информационная база для проведения эмпирического исследования была выгружена из учетной системы 1С:Предприятие, автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП), за временной период 2018–2024 гг.

Анализ данных проводился посредством комплекса методов статистического анализа и графической визуализации информации (построение диаграмм Парето для определения наиболее частых отказов в работе производственного оборудования, кривых Каплана – Мейера), регрессионного анализа, экономического моделирования удельных затрат на ремонтное обслуживание агрегатов

для разных стратегий межремонтного цикла оборудования.

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках исследования было зафиксировано 127 инцидентов и плановых остановок агрегата аммиака-4, связанных с работой целевого производственного оборудования. Наибольшее количество инцидентов наблюдалось в работе турбокомпрессора синтез-газа (38 единиц), на втором месте по количеству инцидентов оказалась печь первичной обработки химических веществ (29 единиц), третье место в рейтинге распределения производственных простоев оборудования занимает колонна синтеза аммиака (25 единиц). Для этих типов производственного оборудования был рассчитан показатель надежности работы, а именно фактическая наработка оборудования на один отказ (табл. 1).

Посредством анализа выживаемости была сформирована кривая Каплана – Мейера (рис. 1), которая показала существенное сокращение вероятности безотказной работы производственного оборудования после приблизительно 23 тыс. часов фактической наработки.

Экономическое моделирование удельных затрат на ремонт производственного оборудования выявило минимум, соответствующий 27 месяцам (приблизительно 19,7 тысяч часов при непрерывной работе).

Регрессионный анализ данных по замерам толщины стенки агрегата аммиака-4 показал статистически значимую ($p < 0,01$) зависимость скорости коррозии от концентрации

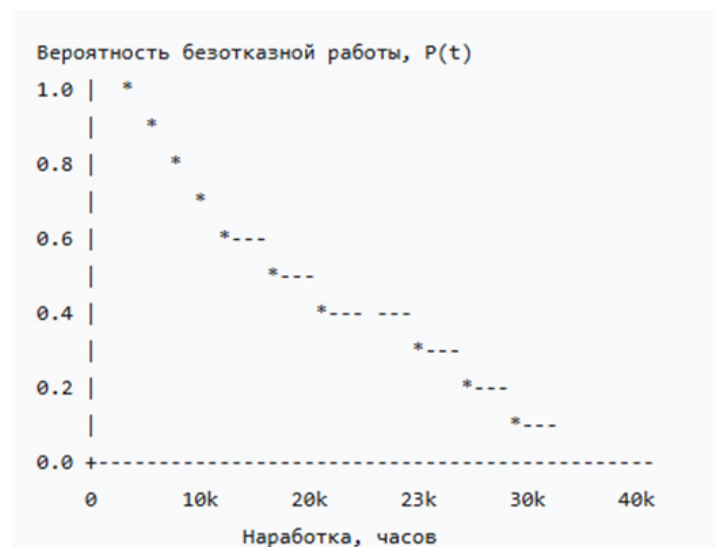


Рис. 1. Кривая Каплана – Мейера для оценки вероятности безотказной работы секций компрессора, трубных пучков теплообменников. Источник: разработано авторами

углекислого газа в циркулирующем газе. При проектной концентрации углекислого газа (0,05 об.%) скорость коррозии составляет 0,165 мм/год.

Однако в периоды нестабильной работы секции конверсии фиксировались всплески до 0,15 об.%, что увеличивало скорость коррозии оборудования до 0,195 мм/год. Следовательно, проектный ресурс оборудования может быть выработан не за 36 месяцев, а всего за 30–31 месяц.

Выводы

Резюмируя вышеизложенное, можно отметить, что выдвинутые гипотезы в процессе исследования были подтверждены. Выявленная возможность увеличения межремонтного цикла для турбокомпрессоров на 12,5 % (с 24 до 27 месяцев) обусловлена не только использованием современных материалов подшипников,

но и внедрением системы онлайн-вибромониторинга на российских химических предприятиях. Для колонны синтеза аммиака результаты исследования опровергают наличие возможности универсального применения нормативного межремонтного цикла оборудования. Ресурс аппарата высокого давления оказался крайне чувствителен к качеству сырья и стабильности работы смежных технологических секций (риформинга, конверсии) при производстве аммиака. Обнаруженная зависимость между скоростью коррозионного износа кожуха колонны синтеза аммиака и концентрации примесей углекислого газа в циркулирующем газе обуславливает необходимость внедрения риск-ориентированного подхода. Кроме того, должен быть установлен не временной, а ресурсный критерий (остаточная толщина стенки) оптимизации межремонтного цикла для колонны синтеза аммиака, достижение которого будет определять срок проведения ремонта.

Список литературы

1. Харисов, Р.А. Вязкая прочность труб с трещиноподобными дефектами / Р.А. Харисов // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2012. – № 4(90). – С. 101–106.
2. Харисов, Р.А. Разработка конструкции изоляционной ленты с двусторонним липким слоем / Р.А. Харисов // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2009. – № 2. – С. 18.
3. Харисов, Р.А. Расчетная оценка кривых малоциклового трещиностойкости металла труб / Р.А. Харисов, Ш.З. Исаев, А.М. Латыпов // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». –

2012. – № 2. – С. 349–353.

4. Харисов, Р.А. Усовершенствование метода оценки трещиностойкости металла труб / Р.А. Харисов // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2013. – № 2. – С. 8–10.

5. Харисов, Р.А. Оценка скорости локализованной коррозии и охрупчивания металла труб / Р.А. Харисов // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2013. – № 3. – С. 24–27.

6. Зайнуллин, Р.С. Оценка влияния низких температур на трещиностойкость сталей, применяемых в нефтегазовой отрасли / Р.С. Зайнуллин, Р.А. Харисов, А.Н. Мухаметзянов // Нефтяное хозяйство. – 2017. – № 10. – С. 116–119.

7. Харисов, Р.А. Разработка научных основ экспресс-методов расчета характеристик прочностной безопасности оболочковых элементов трубопроводных систем в водородсодержащих рабочих средах / Р.А. Харисов // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Уфа : Институт проблем транспорта энергоресурсов. – 2015. – 228 с.

8. Харисов, Р.А. Разработка научных основ экспресс-методов расчета характеристик прочностной безопасности оболочковых элементов трубопроводных систем в водородсодержащих рабочих средах / Р.А. Харисов // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Уфа, 2015. – 22 с.

9. Шальнев, М.О. Применение методов бережливого производства для улучшения управления производственными процессами на химическом предприятии / М.О. Шальнев, Я.В. Денисова // Омский научный вестник. – 2023. – № 3(187). – С. 60–67.

10. Зарубин, М.Ю. К вопросу компьютерного моделирования процессов нейросетевой оптимизации сушки концентрата / М.Ю. Зарубин, А.О. Исмаилов, В.Р. Зарубина, Г.С. Ыбытаева, Ж.Ж. Есенкулова // Вестник Казахстанско-Британского технического университета. – 2025. – Т. 22. – № 1. – С. 59–73.

References

1. Kharisov, R.A. Vyazkaya prochnost' trub s treshchinopodobnymi defektami / R.A. Kharisov // Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov. – 2012. – № 4(90). – S. 101–106.

2. Kharisov, R.A. Razrabotka konstruksii izolyatsionnoy lenty s dvustoronnim lipkim sloym / R.A. Kharisov // Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Neftegazovoye delo». – 2009. – № 2. – S. 18.

3. Kharisov, R.A. Raschetnaya otsenka krivyykh malotsiklovoy treshchinostoykosti metalla trub / R.A. Kharisov, SH.Z. Isayev, A.M. Latypov // Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Neftegazovoye delo». – 2012. – № 2. – S. 349–353.

4. Kharisov, R.A. Usovershenstvovaniye metoda otsenki treshchinostoykosti metalla trub / R.A. Kharisov // Transport i khraneniye nefteproduktov i uglevodorodnogo syr'ya. – 2013. – № 2. – S. 8–10.

5. Kharisov, R.A. Otsenka skorosti lokalizovannoy korrozii i okhrupchivaniya metalla trub / R.A. Kharisov // Transport i khraneniye nefteproduktov i uglevodorodnogo syr'ya. – 2013. – № 3. – S. 24–27.

6. Zaynullin, R.S. Otsenka vliyaniya nizkikh temperatur na treshchinostoykost' staley, primenyayemykh v neftegazovoy otrasli / R.S. Zaynullin, R.A. Kharisov, A.N. Mukhametzyanov // Neftyanoye khozyaystvo. – 2017. – № 10. – S. 116–119.

7. Kharisov, R.A. Razrabotka nauchnykh osnov ekspress-metodov rascheta kharakteristik prochnostnoy bezopasnosti obolochkovykh elementov truboprovodnykh sistem v vodorodsoderzhashchikh rabochikh sredakh / R.A. Kharisov // Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni doktora tekhnicheskikh nauk. – Ufa : Institut problem transporta energoresursov. – 2015. – 228 s.

8. Kharisov, R.A. Razrabotka nauchnykh osnov ekspress-metodov rascheta kharakteristik prochnostnoy bezopasnosti obolochkovykh elementov truboprovodnykh sistem v vodorodsoderzhashchikh rabochikh sredakh / R.A. Kharisov // Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni doktora tekhnicheskikh nauk. – Ufa, 2015. – 22 s.

9. Shal'nev, M.O. Primeneniye metodov berezhlivogo proizvodstva dlya uluchsheniya upravleniya

produktivnymi protsessami na khimicheskom predpriyatii / M.O. Shal'nev, YA.V. Denisova // Omskiy nauchnyy vestnik. – 2023. – № 3(187). – S. 60–67.

10. Zarubin, M.YU. K voprosu komp'yuternogo modelirovaniya protsessov neyrosetevoy optimizatsii sushki kontsentrata / M.YU. Zarubin, A.O. Ismailov, V.R. Zarubina, G.S. Ybytayeva, ZH.ZH. Yesenkulova // Vestnik Kazakhstansko-Britanskogo tekhnicheskogo universiteta. – 2025. – T. 22. – № 1. – S. 59–73.

© С.В. Куровский, Д.А. Мишин, Денис, Н.Д. Иванов, В.А. Гафарова, 2025

УДК 622.23.05

Н.Н. САВЕЛЬЕВА, С.Н. ШЕДЬ

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОТБОРЕ ИЗОЛИРОВАННОГО КЕРНА

Ключевые слова: бурение скважин; ограниченный отбор керна; технологии отбора керна.

Аннотация. Отбор керна выполняют для получения геологической, геохимической и петрофизической информации о составе горных пород. Целью исследования является изучение значимой проблемы – новые технологии при отборе изолированного керна. Гипотезой авторы выдвигают постулат о том, что для эффективного отбора керна необходимо применять современные технологии и технологическое оборудование для отбора керна. Методами исследования стали изучение, анализ и логическое обобщение инновационных технологий отбора изолированного керна перед закачиванием скважины. Были рассмотрены новейшие разработки и открытия в области отбора керна. Рассмотренные технологии имеют ряд преимуществ, повышающих эффективность отбора керна.

Керн является правдивым источником геологической, геохимической и петрофизической информации, которая помогает получить представление о целесообразности дальнейших работ. Новейшие достижения в совершенствовании оборудования и приспособлений для бурения, в технологиях каротажа и программном обеспечении – ключ к продуктивному отбору керна. Рассмотрим появившиеся за последние несколько лет современные технологии при отборе изолированного керна и проведем анализ возможностей инновационных направлений совершенствования конструкции технологической оснастки и модернизации технологий для отбора керна.

В Западной Сибири большинство месторождений нефти находятся на четвертой стадии разработки. Как результат, большое распространение получило горизонтальное бурение, которое требует отбора керна в боковом ство-

ле. Обычным оборудованием для вертикальных скважин отбор керна невозможно осуществить. Требуется особая конструкция для бурения боковых стенок скважин. Для этой операции должны быть спроектированы новая конструкция технологического оборудования и новый режим бурения для отбора керна.

Китайская национальная нефтяная корпорация (*CNPC*) предлагает инструмент для бокового бурения. Новый режим бурения – бурение боковых стенок скважин с вращением – имеет преимущества и в простом бурении скважин, и в бурении боковых стенок скважин взрывным ударом. К тому же, *CNPC* на основе исследований может разрабатывать и производить несколько моделей вращающихся инструментов для бокового бурения. Данные модели будут использоваться для бурения стенок на различных пластах, и особенно твердых пород на всем интервале. Корпорацией были разработаны и запатентованы две технологии. Такие технологии применимы в геологоразведочных работах, а также в бурении и закачивании скважин. Инструмент *RSCT* используется для отбора проб керна из консолидированных пластов. Для бурения керна используется специальное долото трубчатой формы с алмазными режущими кромками. *Rotary Sidewall Coring Tool (RSCT)* имеет гидравлическую трансмиссию для приведения в движение полого долота, которое вертикально сверлит боковую стенку и затем извлекает керн.

Алмазное долото, вращающееся со скоростью 2 000 об/мин, вырезает из пласта образец диаметром 0,9375 дюйма и длиной 1,75 дюйма. Контроль веса на долоте на поверхности оптимизирует бурение. После того как образец вырезан, небольшое вертикальное движение бура отделяет образец керна от пласта. Затем бур с образцом извлекается из инструмента, а керн пробивается в приемную трубу. Индикатор показывает наличие и длину образца. После этого инструмент готов к отбору следующего образца



Рис. 1. Инструмент и отобранный керн (Сайт *HESP.com* 2025)



Рис. 2. Составляющие *RSCT*

керн. Образцы керна помещают в специальный резервуар для хранения керна в соответствии с горизонтами отбора керна (рис. 1). Образцы извлекаются вместе с инструментом, затем отбор керна завершается. Преимущества вращающегося инструмента для бокового бурения состоят в простоте эксплуатации, низкой стоимости и высокой степени извлечения керна, регулярном отборе керна и визуальном наблюдении за его нефтеносностью. Составляющие системы *RSCT* представлены на рис. 2.

Система отслеживания позиционирования керна позволяет записывать данные при отборе керна в режиме реального времени, также строить и отслеживать кривую коррекции глубины.

Блок управления *RSCT* обеспечивает связь со скважинной системой, данными с поверхности, отправкой команд управления и т.д. Цифровой преобразователь частоты питания 220 В переменного тока 50 Гц отвечает за преобразование напряжения и подачу питания скважинному гидравлическому вспомогательному двигателю. Электронный картридж состоит из трех частей, таких как источник питания, система сбора и управления *GR*, и реализует такие функции, как коррекция глубины шлифования, контроль отбора керна и другие.

Гидравлический переводник состоит из трех частей, таких как гидравлический насос и гидравлическое балансирующее устройство,

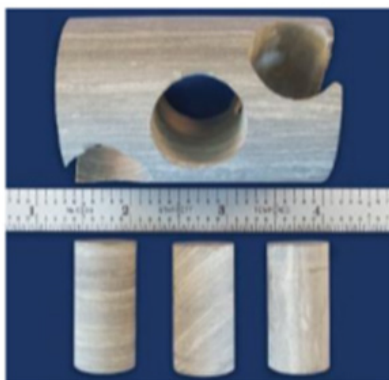


Рис. 3. Объемный боковой керн *XL-Rock* дает достаточное количество материала для изготовления трех в различных направлениях – образцов керна для проведения исследования для выбора закачивания скважины

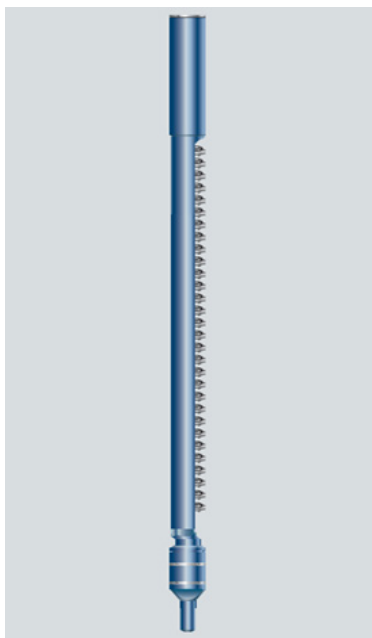


Рис. 4. *Chronological Sample Taker (CST)*

гидравлическое управление и приводной механизм. Управляемый соленоидным клапаном, гидравлический насос обеспечивает питание для действий по отбору керна, таких как вращение двигателя, открытие и втягивание толкающего рычага, вытягивание и втягивание пробойника, продвижение и опускание долота, сбор керна и т.д., тем самым завершая процесс отбора керна.

Также передовой технологией, выдвигаемой компанией *Schlumberger*, является боковой грунтонос сверлящего типа *XL-Rock*. Он отби-

рает керны небольших диаметров от диаметра 38,1 мм и длиной 63,5 мм за одну спуско-подъемную операцию (СПО). Преимуществом данного устройства является возможность отбора проб на нескольких интервалах за одну СПО. Такой инструмент для отбора керна производит отбор образцов керна равными или небольшими размерами с невысокими затратами и высокой скоростью.

Например, компания «*Terratec Fast Track Geomechanics*» для получения максимальной информации за минимальное время использует

керна *XL-Rock*.

Традиционные испытания и анализ требуют обычного отбора керна из скважины и гораздо больше времени для получения результатов, которые имеют решающее значение для принятия решения о завершении работ (рис. 3).

Chronological Sample Taker (CST) (рис. 4) – инструмент для последовательного отбора керна ударного типа, который может собрать до 90 образцов керна за один спуск. Для извлечения керна используется серия пуль. *CST* точно позиционируется по глубине с помощью гамма-каротажа или спонтанного потенциала. Управляемый с поверхности пороховой заряд с электрическим воспламенением выстреливает полую цилиндрическую пулю в пласт на каждую глубину пробы. Каждая пуля прикреплена к пистолету двумя удерживающими проволоками. Они используются для извлечения пули и сердечника.

Прочность тросов на разрыв составляет приблизительно 1 800 фунтов [8 000 Н],

что позволяет освободить пистолет от пули с сердечником, что предотвращает застревание сердечника, приводящее к заклиниванию инструмента *CST*. Пистолеты *CST* различаются по количеству пуль. Существуют различные конструкции пуль для оптимального извлечения керна при различных степенях уплотнения пласта. Обычно извлекаемые образцы достаточно велики для проведения анализа керна.

Исследованы сразу несколько современных технологий отбора изолированного керна, разработанные двумя нефтяными компаниями. В сравнении с подобными российскими технологиями, которые используют такие компании, как ООО НПО «Бурсервис», ООО НПП «Буринтех», АО «Удмуртские долота», исследованные в статье керноотборники имеют значительные преимущества в практическом применении, что не может не сказаться и на экономическом критерии в лучшую сторону. Данные керноотбирающие инструменты – огромный вклад в нефтегазовую отрасль.

Список литературы

1. Официальный сайт CNPC [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.cnpc.com.cn/ru>.
2. Савельева, Н.Н. Совершенствование технологии отбора керна в глубоких скважинах / Н.Н. Савельева, С.М. Шедь // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 10(124). – С. 8–11.
3. Старикова, А.А. Анализ отбора керна с применением телескопической системы заклинивших / А.А. Старикова, Н.Н. Савельева // Нефтяная столица : Сборник материалов Седьмого международного молодежного научно-практического форума, Ханты-Мансийск. – 2024. – С. 296–299.
4. Шедь, С.Н. Применение керноотборного оборудования для палеозойского фундамента на месторождениях Томской области / С.Н. Шедь, Н.Н. Савельева // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 9(111). – С. 122–127.
5. Saveleva, N.N. Analysis of the application of a ball suspension in a core project / N.N. Saveleva, S.N. Shed, Ya.V. Savelev // E3S Web of Conferences : International Scientific Siberian Transport Forum – TransSiberia 2023, Novosibirsk, Russia. Vol. 402. – Novosibirsk : EDP Sciences, 2023. – P. 10023
6. Saveleva, N.N. Improving the quality of core sampling from methane coal seams / N.N. Saveleva, S.N. Shed, Ya.V. Savelev // E3S Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference “Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering” (ERSME-2023), Rostov-on-Don, Russia. Vol. 376. – Rostov-on-Don : EDP Sciences, 2023. – P. 01063.

References

1. Ofitsial'nyy sayt CNPC [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.cnpc.com.cn/ru>.
2. Savel'yeva, N.N. Sovershenstvovaniye tekhnologii otbora kerna v glubokikh skvazhinakh / N.N. Savel'yeva, S.M. Shed' // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 10(124). – S. 8–11.
3. Starikova, A.A. Analiz otbora kerna s primeneniym teleskopicheskoy sistemy zaklinkikh / A.A. Starikova, N.N. Savel'yeva // Neftyanaya stolitsa : Sbornik materialov Sed'mogo mezhdunarodnogo

molodezhnogo nauchno-prakticheskogo foruma, Khanty-Mansiysk. – 2024. – S. 296–299.

4. Shed', S.N. Primeneniye kernootbornogo oborudovaniya dlya paleozoyskogo fundamenta na mestorozhdeniyakh Tomskoy oblasti / S.N. Shed', N.N. Savel'yeva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2020. – № 9(111). – S. 122–127.

© Н.Н. Савельева, С.Н. Шедь, 2025

УДК 658.5

А.А. БЕРЕЗИНА, Н.А. ЖИЛЬНИКОВА

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург

ИНВЕНТАРИЗАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ключевые слова: жизненный цикл; оценка; очистные сооружения; системы водоотведения; сточные воды; целлюлозно-бумажная промышленность.

Аннотация. Цель исследования – проведение комплексной оценки эксплуатационных характеристик, энергоэффективности и экологической результативности действующих очистных сооружений целлюлозно-бумажного производства с идентификацией технологических ограничений и разработкой научно обоснованных рекомендаций по их оптимизации. В статье поставлены задачи: провести сравнительный анализ технологических параметров работы IC- и UASB-реакторов; выполнить оценку энергетической эффективности технологий в пересчете на функциональную единицу; предложить рекомендации для оптимизации энергетических показателей и повышения экологической устойчивости очистных сооружений. Гипотеза исследования предполагает, что разработка и применение комплексного подхода, сочетающего анализ технологических, энергетических и экологических аспектов с учетом требований наилучших доступных технологий, позволит выявить статистически значимые корреляции между эксплуатационными характеристиками и показателями воздействия на окружающую среду, а также установить количественные зависимости, необходимые для оптимизации технологических режимов. Исследование проведено на основе данных инвентаризационного анализа жизненного цикла очистных сооружений целлюлозно-бумажного комбината. Предложены рекомендации по оптимизации системы водоотведения, включая внедрение технологии утилизации биогаза и автоматизированной системы дозирования реагентов. Результаты исследова-

ния могут быть использованы для разработки стратегий повышения экологической устойчивости предприятий целлюлозно-бумажной промышленности.

Целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП) занимает лидирующие позиции по объему потребления воды и образованию сточных вод по сравнению с другими отраслями промышленности. Так, на ЦБП водопотребление на единицу готовой продукции составляет примерно 160–450 м³/т, в зависимости от технологии, условий и стадий процесса. При этом расход воды на промывку составляют 26 м³ на 1 т целлюлозы. Образующиеся сточные воды характеризуются высокой концентрацией биохимической потребности в кислороде (БПК) и химической потребности в кислороде (ХПК), а также наличием адсорбируемых галогенсодержащих соединений, взвешенных веществ и других загрязнителей. Стратегия развития лесного комплекса до 2030 г. предусматривает увеличение объемов производства целлюлозы, бумаги и картона на 40–50 % [1]. В связи с этим необходимо внедрять рациональное использование водных ресурсов на всех этапах технологического процесса, проводить регулярный мониторинг качества воды, оптимизировать системы водопотребления и водоотведения с учетом качества очистки сточных вод, обеспечивая соответствие действующим региональным и отраслевым требованиям и повышая экономическую устойчивость предприятия.

Эффективное управление системами водоотведения требует не только соответствия действующим нормативам и стандартам качества воды, но и системного подхода к оптимизации ресурсов на протяжении всего жизненного цик-



Рис. 1. Этапы ОЖЦ очистных сооружений целлюлозно-бумажного предприятия

ла продукции – от производства до вывода из эксплуатации. В таком случае целесообразно применение оценки жизненного цикла (ОЖЦ), который позволяет количественно и качественно оценивать экологические, экономические и эксплуатационные аспекты систем водоотведения.

ОЖЦ системы водоотведения выполняется в соответствии с методологией, изложенной в стандарте ГОСТ Р ИСО 14040–2010 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура». Данный стандарт регламентирует четыре основных этапа проведения ОЖЦ, представленных на рис. 1 [2].

Проведем сравнительный анализ двух технологий анаэробной очистки, применяемых на целлюлозно-бумажных комбинатах (ЦБК): реактор с внутренней циркуляцией (IC-реактор) и анаэробный реактор с восходящим потоком через слой взвешенного ила (UASB-реактор). Критериями для сравнения выбраны потребление реагентов, энергозатраты, а также возможности внедрения на действующих очистных сооружениях с учетом существующих ограничений. Цель данного исследования состоит в выявлении преимуществ и ограничений существующих очистных сооружений, а также в оценке их энергоэффективности и экологической нагрузки.

Оценка проводится в отношении функциональной единицы – очистки 1 м³ сточных вод до нормативов сброса в водный объект

рыбохозяйственного значения, установленных Приказом Росрыболовства от 26.05.2025 № 296.

Рассматриваемый ЦБК специализируется на производстве двух видов продукции: крафт-бумаги и картона, с годовым объемом выпуска 338 тыс. тонн [3].

Экспериментальная часть работы основана на данных инвентаризационного анализа жизненного цикла (ИАЖЦ) для очистных сооружений рассматриваемого ЦБК за 2024 г., нормализованные на функциональную единицу (на 1 м³ очищенных сточных вод), представлены в табл. 1.

По полученным данным инвентаризационного анализа жизненного цикла многоступенчатой системы очистки сточных вод ЦБК можно сделать выводы о технологической и экологической эффективности.

1. Высокая эффективность очистки. Система демонстрирует высокую эффективность снижения органической нагрузки, что соответствует критериям наилучших доступных технологий (НДТ) для целлюлозно-бумажной промышленности.

– ХПК уменьшается с 1 200 мг/л до 100–150 мг/л (эффективность очистки 90–92 %);

– БПК₅ снижается с 250 мг/л до 10–20 мг/л (эффективность 92–96 %);

– специфические загрязнители целлюлозно-бумажного производства удаляются на 90–98 %.

Таблица 1. ИАЖЦ очистных сооружений ЦБК за 2024 г.

	Показатели	Едини- ца изме- рения	Первичный напорный флотатор	IC-реактор	UASB- реактора	Биологи- ческая очистка	Вторичный напорный флотатор	Обез- заражи- вание
Входные данные	<i>pH</i>	ед. <i>pH</i>	6,5–7,2	6,8–7,1	6,9–7,3	7,0–7,4	7,1–7,5	7,2–7,6
	Азот общий	мг/л	40–80	60–75	40–55	45–60	15–25	10–20
	БПК5	мг/л	250	180–220	80–120	90–130	25–40	15–30
	Взвешенные ве- щества	мг/л	60–12	25–45	18–35	20–38	12–25	8–18
	Жирные кислоты	мг/л	2–5	3,0–4,5	1,5–2,5	1,8–2,8	0,6–1,2	0,4–0,8
	Лактоны	мг/л	5–15	10–14	5–8	6–9	2–4	1–3
	Лигнин	мг/л	20–40	15–25	8–15	10–18	3–8	2–5
	Кислоты органи- ческие (оксик- синные)	мг/л	20–40	25–35	12–20	15–22	6–12	4–8
	Смоляные ки- слоты	мг/л	4–8	5,0–7,0	2,5–4,0	3,0–4,5	1,0–2,0	0,6–1,4
	Фенолы	мг/л	0,5–0,2	1,2–1,8	0,6–1,0	0,7–1,2	0,2–0,4	0,1–0,3
	Фосфор общий	мг/л	6–12	8–10	5–7	6–8	2–4	1–3
	ХПК	мг/л	1200	850–950	450–600	500–650	180–250	120–180
	Энерго	кВт·ч/м³	0,10–0,20	0,15–0,25	0,30–0,45	0,25–0,40	0,40–0,60	0,10–0,20
	Реагенты							
	Флокулянты:							
	Полиакриламид	г/м³	5–8	–	–	–	3–6	–
	Коагулянты:							
	Сульфат алюми- ния ($Al_2(SO_4)_3$)	г/м³	50–80	–	–	–	20–40	–
	РАС – полихло- рид алюминия	г/м³	–	–	–	–	–	–
	Биогенные добавки:							
	Мочевина (CO (NH_2) ₂)	г/м³	–	–	5–10	5–10	–	–
	Реагенты для коррекции <i>pH</i> :							
	Гидроксид на- трия ($NaOH$)	г/м³	5–10	5–10	2–5	3–6	–	–
	Окислители:							
	Гипохлорит на- трия ($NaOCl$)	г/м³	–	–	–	–	–	3,8
	Используемая площадь							
	Площадь	м²	150–200	100–150	120–180	300–400	80–120	50–80
	Сброс очищенных сточных вод							
	<i>pH</i>	ед. <i>pH</i>	6,8–7,1	6,9–7,3	7,0–7,4	7,2–7,6	7,1–7,5	7,0–7,8

В ы х о д - ные дан- ные	Азот общий	мг/л	60–75	40–55	45–60	15–25	10–20	8–15
	БПК ₅	мг/л	180–220	80–120	90–130	25–40	15–30	10–20
	Взвешенные ве- щества	мг/л	25–45	18–35	20–38	12–25	8–18	5–12
	Жирные кислоты	мг/л	3,0–4,5	1,5–2,5	1,8–2,8	0,6–1,2	0,4–0,8	0,2–0,5
	Лактоны	мг/л	10–14	5–8	6–9	2–4	1–3	0,5–1,5
	Лигнин	мг/л	15–25	8–15	10–18	3–8	2–5	1–3
	Кислоты органи- ческие (оксик- синные)	мг/л	25–35	12–20	15–22	6–12	4–8	2–5
	Смоляные ки- слоты	мг/л	5,0–7,0	2,5–4,0	3,0–4,5	1,0–2,0	0,6–1,4	0,3–0,8
	Фенолы	мг/л	1,2–1,8	0,6–1,0	0,7–1,2	0,2–0,4	0,1–0,3	0,05–0,15
	Фосфор общий	мг/л	8–10	5–7	6–8	2–4	1–3	0,8–2,0
	ХПК	мг/л	850–950	450–600	500–650	180–250	120–180	100–150
	Выбросы в атмосферный воздух							
	CO ₂	г/м ³	120–180	80–120	90–130	150–220	50–80	10–30
	N ₂ O	г/м ³	0,1–0,5	0,5–1,5	0,3–1,0	1,0–2,5	0,2–0,8	0,05–0,2
	CH ₄	г/м ³	2–5	15–25	12–20	8–15	3–8	0,2–2,0
	Образованные эмиссии							
	CO ₂	кг	0,12–0,18	0,08–0,12	0,09–0,13	0,15–0,22	0,05–0,08	0,01–0,03
	CH ₄	м ³	0,003–0,007	0,021– 0,035	0,017– 0,028	0,011– 0,021	0,004– 0,011	0,0007– 0,0028

2. Энергопотребление. Наибольший удельный расход электроэнергии отмечается на стадиях биологической очистки (0,40–0,60 кВт · ч/м³) и работы анаэробных реакторов: *UASB*-реактор (0,30–0,45 кВт · ч/м³) и *IC*-реактор (0,15–0,25 кВт · ч/м³). Высокие затраты энергии на биологической очистке обусловлены работой аэрационной системы, так как аэрация является основным потребителем энергии на очистных сооружениях.

3. Расход реагентов сосредоточен на стадиях флотации: первичная флотация требует полиакриламид 5–8 г/м³ и сульфата алюминия 50–80 г/м³; вторичная флотация – полиакриламид 3–6 г/м³ и сульфат алюминия 20–40 г/м³, стоит отметить, что концентрация взвешенных веществ и коллоидных частиц снижается после предыдущей стадий очистки. Таким образом, рациональное дозирование коагулянтов и флокулянтов является ключевым фактором снижения эксплуатационных затрат и образования вторичных отходов.

4. Образование парниковых газов. Основ-

ными источниками эмиссии парниковых газов являются анаэробные реакторы и стадия биологической очистки. В анаэробных реакторах (*IC* и *UASB*) образуется метан (*CH₄*) в количестве 15–25 г/м³ и 12–20 г/м³ соответственно, что связано с метаногенезом при разложении органических соединений. На стадии биологической очистки происходит образование закиси азота (*N₂O*) (1,0–2,5 г/м³) и диоксида углерода (*CO₂*) (150–220 г/м³), что обусловлено процессами нитрификации-денитрификации и окисления органического вещества. Учет косвенных выбросов парниковых газов является необходимым этапом ОЖЦ для объективной оценки экологического следа.

5. Площадные показатели. Наибольшую площадь занимают сооружения биологической очистки (300–400 м²), что обусловлено технологическими требованиями к аэробным процессам, включая необходимость обеспечения длительного времени гидравлического удерживания и создания условий для жизнедеятельности активного ила. Анаэробные реакторы,

несмотря на высокую эффективность, требуют меньших площадей 100–180 м² благодаря компактной конструкции и высокой объемной скорости нагрузок.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости оптимизации энергетических показателей и внедрения системы утилизации биогаза для снижения углеродного следа и повышения экологической устойчивости очистных сооружений ЦБК.

1. Модернизация системы аэрации с помощью внедрения системы автоматического контроля растворенного кислорода с датчиками в зонах нитрификации-денитрификации для минимизации избыточной аэрации и снижения выбросов N_2O (НДТ 2,2; НДТ 2,10).

2. Внедрение SCADA-системы с интеграцией алгоритмов машинного обучения для про-

гнозирования нагрузок и оптимизации работы насосов, аэрации и дозирования реагентов, что позволит снизить общее энергопотребление на 15–20 % (НДТ 2,10; НДТ 3,1).

3. Внедрение карбонового мониторинга на основе стандартов ISO 14064 для верификации снижения выбросов парниковых газов. Потенциал снижения: до 12–15 тыс. т CO_2 -экв/год за счет утилизации CH_4 и оптимизации энергопотребления (НДТ 3,1; НДТ 6,3).

Реализация предложенных мер соответствует принципам НДТ согласно справочнику ИТС 8 – 2015 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» [4] и обеспечит значительное повышение экологической и энергетической эффективности очистных сооружений предприятия.

Список литературы

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400235155>.
2. ГОСТ Р ИСО 14040–2010. Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200077762>.
3. Жильникова, Н.А. Техничко-эколоого-экономическая оценка эффективности водопользования производственных систем / Н.А. Жильникова, А.А. Баранова // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 12(126). – С. 75–81.
4. ИТС 8–2015. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://alta-group.ru/upload/pdf/ИТС%20НДТ%208.pdf>.

References

1. Strategiya razvitiya lesnogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400235155>.
2. GOST R ISO 14040–2010. Ekologicheskiy menedzhment. Otsenka zhiznennogo tsikla. Printsipy i struktura [Electronic resource]. – Access mode : <https://docs.cntd.ru/document/1200077762>.
3. Zhil'nikova, N.A. Tekhniko-ekologo-ekonomicheskaya otsenka effektivnosti vodopol'zovaniya proizvodstvennykh sistem / N.A. Zhil'nikova, A.A. Baranova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 12(126). – S. 75–81.
4. ITS 8–2015. Ochistka stochnykh vod pri proizvodstve produktsii (tovarov), vypolnenii rabot i okazanii uslug na krupnykh predpriyatiyakh [Electronic resource]. – Access mode : <https://alta-group.ru/upload/pdf/ITS%20NDT%208.pdf>.

© А.А. Березина, Н.А. Жильникова, 2025

УДК 338.45

С.Ю. ГАВРИЛЕНКО, П.А. ШИКОВ

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», г. Санкт-Петербург

КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ключевые слова: квалиметрический метод оценки; качество продуктов; пищевая промышленность; потребительские показатели качества; цифровизация.

Аннотация. Цифровизация взаимоотношений потребителя и производителя является важным направлением развития рыночных отношений в России. Цель представленного исследования – в повышении эффективности и точности оценки качества пищевой продукции на основе применения квалиметрического метода. В статье рассматриваются основные направления получения обратной связи от потребителя, результаты качественной оценки показателей продукции и методы повышения уровня удовлетворенности потребителя на примере пищевой промышленности. Решается задача определения оценочных критериев, которые позволяют успешно использовать квалиметрический подход, основанный на использовании дифференциального и интегрального методов оценки конкурентоспособности продукции. Представлен квалиметрический метод оценки потребительских показателей качества на примере продукции пищевой промышленности и принятия решений относительно производственных процессов, который подтверждает научную гипотезу о необходимости и важности количественной оценки потребительских показателей качества. В исследовании применяются методы статистического анализа и квалиметрии, позволившие сделать выводы по оценке качества продуктов питания и разработать конкретные предложения по улучшению удовлетворенности потребителей предприятия ООО «Торговый Дом Петродиаг». Внедрение цифровых технологий в сферу взаимоотношений потребителя и производителя играет важную роль для российского рынка пищевой

промышленности в повышении качества продукции и способствует экономическому росту отрасли.

В настоящее время происходит активная цифровизация во всех сферах российской экономики. Промышленным предприятиям необходимо следовать текущей экономической повестке, внедрять цифровые технологические решения, а также объективно оценивать качество собственной продукции. Физическое присутствие товаров в торговых пространствах предприятий снижается, интернет-платформы и специализированные площадки становятся ключевым местом, где потребители совершают онлайн-покупки. «Требования к товару – это условия и особенности, которым данный товар должен соответствовать, чтобы его можно было использовать по назначению при определенных условиях и в течение определенного времени. Но на практике качество товара не всегда соответствует требованиям. При непрерывном изменении потребностей и поведения покупателей адекватно изменяются и требования к товару» [7]. Для достижения позиций лидера отрасли предпринимателям необходимо внедрять дополнительные сервисы, предлагать целый спектр информационных возможностей, в итоге создается экосистема, в которой потребители могут без труда найти полную информацию о продуктах или услугах предприятия. Данные о ведущих категориях российского онлайн-ритейла за первое полугодие 2024 г. представлены в таблице на рис. 1.

В условиях развития цифровых технологий потребители легко могут протестировать продукты и дать обратную связь производителям, например, в формате прохождения опросов о качестве продукции на сайте предприятия, что

Доли ведущих категорий в российском онлайн-ритейле	Объем продаж в млрд рублей	Доля в процентах
Продукты питания	588	15,8
Мебель и товары для дома	547	14,7
Одежда и обувь	536	14,4
Электроника и бытовая техника	533	14,3
Товары для красоты и здоровья	255	6,8

Рис. 1. Доли пяти лидирующих категорий товаров в российском онлайн-ритейле за первые шесть месяцев 2024 г. Источник: Ассоциация компаний интернет-торговли (РБК 2024)

Критерии оценки	Элементы критерия оценки
1. Органолептическая оценка	<ul style="list-style-type: none"> • Консистенция (твердая, прочная, эластичная, упругая, волокнистая, сочная) • Запах, аромат, букет • Вкус и послевкусие
2. Состав и маркировка	<ul style="list-style-type: none"> • Информация на упаковке • Дата изготовления • Калорийность • Наличие аллергенов • Наличие «условно вредных» компонентов • Наличие полезных ингредиентов
3. Цена и ценность	<ul style="list-style-type: none"> • Цена, относительно конкурентов
4. Внешний вид продукта	<ul style="list-style-type: none"> • Форма, цвет, состояние поверхности
5. Удобство и упаковка	<ul style="list-style-type: none"> • Вес и размеры упаковки • Упаковка перерабатываемая или нет

Рис. 2. Критерии и элементы оценки продуктов питания предприятия ООО «Торговый Дом Петродьет»

является очень удобным инструментом взаимодействия и возможностью улучшить продукцию, а также внести корректировки в план производства по конкретным ассортиментным позициям. Помимо этого, существенной возможностью в ассортиментной и производственной политике компании становится возможность подтверждать или опровергать необходимость модернизации или доработки выпускаемых продуктов на основании предложений различных отделов производственной компании. «Оценку показателя конкурентоспособности необходимо рассматривать как последовательный и постоянный процесс исследования с целью последующего обеспечения успеха на рынке. Данные, которые были получены при оценке, будут эффективны только в том случае, когда они рассматриваются не только с позиции информационного средства, но и

как средство, которое позволит обеспечить менеджмент предприятия всеми нужными данными, которые и помогут улучшить возможности предприятия» [1].

Экспертным сообществом общепринято использовать квалиметрический метод оценки качества производственной продукции, который основан на применении методов конкурентоспособности (дифференциальный и интегральный) [2]. Активное распространение цифровых технологий позволяет быстрее выбрать конкретные показатели для оценки качества продукции [3]. В таблице на рис. 2 авторами приводятся критерии оценки качества продукции предприятия ООО «Торговый Дом Петродьет».

Потребители являются участниками экспертной группы, самоорганизовавшейся в рамках данной задачи. Однако важным отличием

№	Потребительские показатели качества	5 звезд	4 звезды	3 звезды	2 звезды	1 звезда	Итого
1	Без комментариев	1323	65	0	0	0	1388
2	Понравился вкус и качество	631	37	0	0	0	668
3	Хорошая упаковка	4	2	0	0	0	6
4	Хорошая цена	14	0	0	0	0	14
5	Слишком сладкие	17	7	5	3	0	32
6	Несоответствие качества (товар испорчен)	2	1	4	1	2	10
7	Дорого	0	1	0	0	0	1
8	Не понравился вкус	0	7	10	3	8	28
9	Маленький размер	0	4	0	0	0	4
10	Нарушена (плохая) упаковка	0	0	1	0	1	2
11	Не понравился состав	0	0	1	2	1	4
12	Остаточный срок годности мал	0	0	1	0	0	1
13	Несоответствие количества	0	0	0	0	1	1
	Общее количество оценок	1991	124	22	9	13	2159

Рис. 3. Оценка конечного покупателя на маркетплейсе «ОЗОН» продукта «Батончики овсяные» с перечнем потребительских показателей качества

Номер показателя	Единичный показатель качества	Оценка «5»	Оценка «4»	Оценка «3»	Оценка «2»	Оценка «1»	W_i	r_i	Q_i %
1	Вкус	648	44	15	6	8	4,78	0,95	95
2	Упаковка	4	2	1	0	1	4	0,01	1
3	Цена	14	1	0	0	0	4,93	0,02	2
4	Качество	2	4	6	3	4	3,38	0,02	2

Рис. 4. Соотношение оценок потребительские показатели качества оценок «Батончиков овсяных» в процентах

от классического понимания метода экспертной оценки является то, что каждый потребитель оценивает только один показатель, а не все характеристики товарной продукции. Оценка проводится по пятибалльной шкале, где, соответственно, 1 говорит о плохом качестве продукции, а 5 – об отличном качестве продукции в ходе эксперимента [4].

В качестве примера авторами рассматривается ассортимент продукции предприятия ООО «Торговый Дом Петродит», речь идет о «Батончиках овсяных», исследования проводились на основе статистики оценок, отзывов и рейтингов на онлайн-платформе «Озон», артикул 1469293020. По данным отдела сбыта компании наблюдается снижение объема продаж данного продукта в течение последнего време-

ни. Высказано предположение о том, что причиной является повышенная сладость продукта, на которую указывает потребитель в своих оценках. В таблице на рис. 3 представлены результаты оценок потребителей (данные приводятся за октябрь 2024 г.).

Важную роль в исследовании играют показатели качества, которые говорят о низкой или высокой конкурентоспособности продукции [5]. Систематизируем полученные потребительские оценки по показателям качества, характеризующим продукт. При дальнейших оценках качества продукта откажемся от потребительских оценок без комментариев, как от неинформативных в рамках достижения поставленной цели. Введем единичный показатель качества W_i , представленный формулой (1):

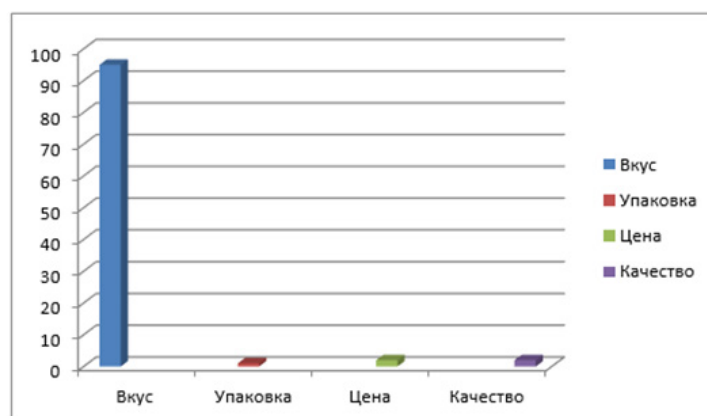


Рис. 5. Значение ЕПК в % в общем показателе качества

Номер показателя	Единичный показатель качества	W_i	$W_i < 4,5$	$Q \%$	$Q \% > 5\%$	ЕПК требует доработки
1	Вкус	4,78	Нет	95	Да	Нет
2	Упаковка	4	Да	1	Нет	Нет
3	Цена	4,93	Нет	2	Нет	Нет
4	Качество	3,38	Да	2	Нет	Нет

Рис. 6. Матрица принятия решения

$$W_i = \frac{\sum_{n=1}^5 m_n * n}{\sum_{n=1}^5 m_n}, \quad (1)$$

где m_n – количество оценок потребителей, соответствующее оценке n ; n является шкалой от 1 до 5; i – номер показателя качества, который меняется от 1 до k , где k – номер показателя качества, который идет в расчет.

Определим весовые коэффициенты каждого единичного показателя качества в общем показателе качества по формуле (2):

$$r_i = \frac{\sum_{n=1}^5 m_n}{\sum_{i=0}^k \sum_{n=1}^5 m_n}. \quad (2)$$

Выразим уровень значимости единичного показателя качества, полученного в результате потребительской оценки, представленный в процентах по формуле (3):

$$Q_i = r_i * 100 \%. \quad (3)$$

По итогам исследования авторами составлена таблица на рис. 4, которая показывает степень удовлетворенности потребителей.

Рассчитаем значение общего показателя качества с учетом количественного веса потребительских оценок качества в суммарном количестве оценок по выражению (4):

$$W = \frac{\sum_{i=1}^k W_i * r_i}{k}. \quad (4)$$

В результате расчетов $W = 4,75$. Установим, что при $W \geq 4,5$ общий показатель качества имеет высокое значение. Далее проведем детальный анализ следующего уровня показателей, а именно единичный показатель качества (ЕПК). Установим уровень значимости единичного показателя оценки качества Q_i в составе общего показателя качества не менее 5 %. Общий показатель качества, выраженный в процентах $Q = 100 \%$. На рис. 5 представ-

лены значения ЕПК по четырем основным показателям.

Уровень значимости единичного показателя оценки качества для принятия решения об изменении производственного процесса установим 4,5. Пользуясь матрицей принятия решений, установим критерии, по которым проблемный ЕПК будет выделен и доработан путем изменения производственных процессов с целью повышения качества. Такими критериями будут следующие условия, представленные выражением (5):

$$W_i < 4,5 \text{ и } Q \% > 5 \%, \text{ тогда TRUE.} \quad (5)$$

По итогам проведенного авторами исследования можно сделать вывод о том, что удовлетворенность качеством продукции «Овсяные батончики» является высокой. Качественные показатели вкуса не являются причиной снижения продаж продукта, а значит, не требуют внесения изменений в производственный процесс. Предположение о том, что причина снижения объема продаж связана с неудовлетворенностью качеством потребителя не подтвердилась.

Нецелесообразны финансирование и концентрация усилий на изменении производственных процессов с целью повышения качества выпускаемого продукта. Рекомендовано изучить изменение конкурентной среды, провести исследование в маркетинговой и сбытовой политике компании относительно данного продукта с целью выявления истинных причин падения объема продаж овсяных батончиков.

Авторами исследования были представлены весомые аргументы, которые уберегли руководство компании от принятия неверных решений, требующих дополнительного финансирования и трудовых затрат производственного персонала. В статье даны рекомендации по поиску истинной причины падения объема продаж описанного продукта. Данный подход является понятным и простым инструментом для руководства компании, который позволяет своевременно выявить проблемные ситуации, вызванные, например, снижением качества продукции и, соответственно, оперативно устранить имеющиеся недостатки и повысить лояльность потребителей с целью получения лидирующих позиций на рынке.

Список литературы

1. Сазонов, А.А. Методы проведения оценки показателей конкурентоспособности промышленных предприятий в условиях цифровых преобразований / А.А. Сазонов, А.С. Зинченко // Московский экономический журнал. – 2021. – № 10.
2. Молчанова, Е.Н. Использование потребительских оценок при определении конкурентоспособности продовольственных товаров / Е.Н. Молчанова, В.Е. Понамарева // Пищевая промышленность. – 2014. – № 1. – С. 42–44.
3. Федюкин, В.К. Основы квалиметрии. Управление качеством / В.К. Федюкин. – М. : Информационно-издательский дом «Филинь». – 2004. – 296 с.
4. Якубова, О.С. Разработка дегустационных шкал для оценки качества холодных рыбных закусок / О.С. Якубова, А.А. Бекешева, О.А. Маркитанова // Индустрия питания. – 2020. – № 1. – С. 5–15.
5. Баженов, Ю.В. Методические подходы к оценке конкурентоспособности предприятия: значимость информационных факторов в условиях турбулентности окружающей среды / Ю.В. Баженов // Современная конкуренция. – 2019. – Т. 13. – № 4(76). – С. 93–117.
6. Орловцева, О.А. Оценка печенья функционального назначения методом квалиметрии / О.А. Орловцева, М.В. Чубарова, И.А. Никитин, С.Н. Тёфикова, М.В. Клоконос // Ползуновский вестник. – 2023. – № 4. – С. 45–53.
7. Джамай, Е.В. Роль потребительской оценки в анализе конкурентоспособности сложнотехнической продукции / Е.В. Джамай, Н.Б. Землянская, Н.В. Казакова // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Экономика. – 2022. – № 3. – С. 58–66.
8. Темирова, З.У. Теоретические подходы к оценке конкурентоспособности продукции / З.У. Темирова, Р.А. Ялмаев // Вестник Академии знаний. – 2020. – № 5(40). – С. 396–400.

References

1. Sazonov, A.A. Metody provedeniya otsenki pokazateley konkurentosposobnosti promyshlennykh predpriyatiy v usloviyakh tsifrovyykh preobrazovaniy / A.A. Sazonov, A.S. Zinchenko // *Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal*. – 2021. – № 10.
2. Molchanova, Ye.N. Ispol'zovaniye potrebitel'skikh otsenok pri opredelenii konkurentosposobnosti prodovol'stvennykh tovarov / Ye.N. Molchanova, V.Ye. Ponamareva // *Pishchевaya promyshlennost'*. – 2014. – № 1. – S. 42–44.
3. Fedyukin, V.K. Osnovy kvalimetrii. Upravleniye kachestvom / V.K. Fedyukin. – M. : Informatsionno-izdatel'skiy dom «Filin'». – 2004. – 296 s.
4. Yakubova, O.S. Razrabotka degustatsionnykh shkal dlya otsenki kachestva kholodnykh rybnykh zakusok / O.S. Yakubova, A.A. Bekesheva, O.A. Markitanova // *Industriya pitaniya*. – 2020. – № 1. – S. 5–15.
5. Bazhenov, YU.V. Metodicheskiye podkhody k otsenke konkurentosposobnosti predpriyatiya: znachimost' informatsionnykh faktorov v usloviyakh turbulentnosti okruzhayushchey sredy / YU.V. Bazhenov // *Sovremennaya konkurentsia*. – 2019. – T. 13. – № 4(76). – S. 93–117.
6. Orlovtsseva, O.A. Otsenka pechen'ya funktsional'nogo naznacheniya metodom kvalimetrii / O.A. Orlovtsseva, M.V. Chubarova, I.A. Nikitin, S.N. Tefikova, M.V. Klokonos // *Polzunovskiy vestnik*. – 2023. – № 4. – S. 45–53.
7. Dzhamay, Ye.V. Rol' potrebitel'skoy otsenki v analize konkurentosposobnosti slozhnotekhnicheskoy produktsii / Ye.V. Dzhamay, N.B. Zemlyanskaya, N.V. Kazakova // *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta prosveshcheniya. Seriya: Ekonomika*. – 2022. – № 3. – S. 58–66.
8. Temirova, Z.U. Teoreticheskiye podkhody k otsenke konkurentosposobnosti produktsii / Z.U. Temirova, R.A. Yalmayev // *Vestnik Akademii znaniy*. – 2020. – № 5(40). – S. 396–400.

© С.Ю. Гавриленко, П.А. Шиков, 2025

УДК 658.5

Н.А. ЖИЛЬНИКОВА

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург

ВНЕДРЕНИЕ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ В СИСТЕМУ КОРПОРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ТОЧНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Ключевые слова: автоматизация; архитектура интегрированной системы; корпоративное планирование; машинное обучение; предиктивная аналитика; прогнозирование оттока; прогнозирование спроса.

Аннотация. В статье рассматривается проблема низкой эффективности традиционных методов корпоративного планирования в условиях динамичной рыночной среды. Анализируются недостатки существующих подходов, связанные с высокой трудоемкостью, задержками в принятии решений и зависимостью от исторических данных. В качестве решения предлагается архитектура интегрированной системы автоматизации планирования, ядром которой является модуль предиктивной аналитики на основе методов машинного обучения. Описываются алгоритмы для решения ключевых задач планирования: прогнозирования объемов продаж и предсказания оттока клиентов. Представлены конкретные модели и методы классификации. Внедрение предложенной системы позволяет перейти от реактивного к проактивному управлению, значительно повысить точность планов и укрепить конкурентные преимущества компании.

Эффективность планирования на современном предприятии напрямую зависит от его масштаба и специфики. Для крупных и средних компаний, где бизнес-процессы сложны, а отделы тесно взаимосвязаны, ключевым фактором успеха становится выстраивание единой, прозрачной системы. Разработка стратегических, тактических и операционных планов должна быть интегрирована в организационную структуру и четко распределена по зонам ответствен-

ности.

Для управления такой сложной системой необходимо внедрять регламентированный, целеориентированный подход. Речь идет о создании долгосрочного «каркаса» планирования, который определяет четкие дедлайны, ответственных лиц и последовательность действий для каждого этапа: от сбора данных и анализа до утверждения и контроля выполнения планов [1].

В эпоху цифровизации ручные расчеты и сбор информации становятся узким местом, замедляющим принятие решений. Поэтому современный подход предполагает максимальную автоматизацию этих процессов. Задачи по анализу рыночных условий, внутренних метрик и прогнозированию должны выполняться с помощью специализированных *BI*-систем (*BI* – *Business Intelligence*) и *ERP*-платформ (*ERP* – *Enterprise Resource Planning*), что не только высвобождает время специалистов для решения стратегических задач, но и повышает точность планов, основывая их на актуальных данных, а не на предположениях [2].

Архитектура интегрированной системы автоматизации планирования

Для эффективного решения задач планирования предложена многоуровневая архитектура, обеспечивающая сбор, обработку, анализ данных и предоставление результатов конечным пользователям (рис. 1).

Описание компонентов архитектуры.

1. Уровень источников данных включает внутренние системы: *ERP*-систему (данные о доходах, расходах прибыли, уровень остатков на складах, скорость оборачиваемости то-



Рис. 1. Архитектура интегрированной системы автоматизации планирования деятельности предприятия

варов, объемы выпуска, загрузка мощностей, данные о простоях), CRM-систему (*Customer Relationship Management*) (данные о клиентах, сделках, истории обращений в поддержку, жалобы, отзывы) и внешние источники (индексы деловой активности, курсы валют, цены на сырье, данные о конкурентах и др.) для получения данных о рыночной конъюнктуре, активности конкурентов, макроэкономических показателях и т.д.

2. На уровне интеграции и хранения происходят процессы *Extract, Transform, Load (ETL)* для извлечения, очистки, преобразования и загрузки данных в централизованное хранилище данных, которое служит «единым источником» для всей аналитики.

3. Аналитическое ядро включает модуль предиктивной аналитики, который обращается к данным из хранилища для обучения и применения моделей машинного обучения (*ML – Machine Learning*). Движок ML-моделей управляет жизненным циклом моделей (обучение, валидация, развертывание, мониторинг) с использованием специализированных библиотек [3].

4. Задача уровня представления – визуализировать сложные результаты анализа и прогнозов в простом, понятном и интерактивном виде для бизнес-пользователей (менеджеров, директоров), которые не являются специалистами по данным. Пользователи получают доступ к интерактивным дашбордам, могут формировать отчеты и получать автоматические оповещения о значимых отклонениях или

событиях.

Алгоритмы предиктивной аналитики для задач планирования

Аналитическое ядро системы использует различные алгоритмы машинного обучения в зависимости от поставленной задачи.

Для прогнозирования объемов продаж на основе исторических данных и внешних факторов наиболее целесообразно использовать методы анализа временных рядов, например модель *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*, которая является классическим статистическим методом, хорошо моделирующим данные с ярко выраженной сезонностью и трендом. Модель описывается параметрами (p, d, q) $(P, D, Q)m$, где (p, d, q) – порядок авторегрессии, интегрирования и скользящего среднего для несезонной части, а $(P, D, Q)m$ – для сезонной с периодом m [4].

Для улавливания сложных нелинейных зависимостей в данных применяются модели глубокого обучения. Рекуррентные нейронные сети с долгой краткосрочной памятью *Long Short-Term Memory (LSTM)* особенно эффективны, когда на продажи влияет множество взаимосвязанных факторов с долгосрочными зависимостями (например, эффект от прошлогодней рекламной кампании) [5].

Для идентификации клиентов, которые с высокой вероятностью прекратят пользоваться услугами компании в ближайшем будущем, наиболее эффективными являются методы пре-

Таблица 1. Сравнительная характеристика моделей предиктивной аналитики

Задача	Модель	Тип	Преимущества	Недостатки
Прогноз продаж	<i>ARIMA</i>	Статистическая	Хорошая интерпретируемость, точность на стабильных рядах	Требует стационарности ряда, плохо работает с нелинейностями
	<i>LSTM</i>	Нейросетевая	Улавливает сложные нелинейные зависимости, учитывает множество факторов	Требует большого массива данных, сложность в интерпретации и настройке
Прогноз оттока клиентов	Логистическая регрессия	Линейная	Высокая скорость работы, легко интерпретировать влияние факторов	Низкая точность при сложных, нелинейных зависимостях
	Случайный лес	Ансамблевая	Высокая точность, устойчивость к переобучению, оценка важности признаков	«Черный ящик», сложнее интерпретировать, чем одно дерево событий
	Градиентный бустинг	Ансамблевая	Максимальная точность на табличных данных, гибкость	Чувствительность к настройке гиперпараметров, риск переобучения

диктивной аналитики, такие как логистическая регрессия, случайный лес или градиентный бустинг. В табл. 1 представлена сравнительная характеристика моделей предиктивной аналитики.

Анализ сравнительной характеристики моделей предиктивной аналитики, представленный в таблице, показывает, что выбор конкретной модели напрямую зависит от специфики решаемой задачи, характеристик имеющихся данных и требований бизнеса. Прослеживается четкий компромисс между точностью модели, ее сложностью и интерпретируемостью результатов. Рекомендуются начинать с простых и интерпретируемых моделей (*ARIMA*, логистическая регрессия) для формирования базового понимания и получения быстрых результатов. В случае если их точность оказывается недостаточной для бизнес-целей, следует переходить к более сложным моделям (случайный лес), и лишь при необходимости максимальной точности и при наличии достаточных ресурсов (данных, вычислительных мощностей, экспертизы) – к нейросетевым и бустинговым алгоритмам.

Заключение

Переход от традиционных методов планирования к интегрированным системам с ядром предиктивной аналитики является не просто трендом, а насущной необходимостью для сохранения конкурентоспособности организации. Предложенная в работе архитектура планирования деятельности предприятия позволяет создать единое информационное пространство, автоматизировать рутинные расчеты и, что самое главное, перейти от анализа прошлого к прогнозированию будущего. Использование современных моделей машинного обучения для прогнозирования спроса, оттока клиентов и других ключевых метрик дает возможность руководству принимать решения, основанные на данных, минимизировать риски и проактивно реагировать на изменения рынка. Дальнейшие исследования могут быть направлены на интеграцию в систему моделей оптимизации для автоматического формирования планов (например, планов закупок или производственных графиков) на основе полученных прогнозов.

Список литературы

1. Голуб, Д.С. Анализ экономики как инструмент стратегического планирования в сфере продаж высокотехнологичного оборудования и технологичных решений / Д.С. Голуб // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 9(123). – С. 76–81.

2. Tarasova, M.V. Digitalization of business analytics (BI system) in the conditions of the modern economy / M.V. Tarasova, A.R. Tyunyaeva, S.K. Pochueva // Вестник Тульского филиала Финуниверситета. – 2023. – No. 1. – P. 513–515.
3. До, Ф.Х. Исследование предиктивной аналитики на базе микроконтроллера с применением методов TinyML / Ф.Х. До, Ч.Д. Ле, М.А. Зуйков и др. // Инновационное приборостроение. – 2023. – Т. 2. – № 2. – С. 64–75.
4. Кратович, П.В. Модели нейронных сетей и модели ARIMA в задаче прогнозирования временных рядов / П.В. Кратович // Математические методы управления: сборник научных трудов / Е.А. Андреева, Н.А. Семыкина (редкол.). – Тверь: Тверской государственный университет. – 2010. – С. 69–78.
5. Жильникова, Н.А. Повышение эффективности водопользования в производственных водохозяйственных системах / Н.А. Жильникова // Наука и бизнес: пути развития. – 2025. – № 5(167). – С. 123–127.

References

1. Golub, D.S. Analiz ekonomiki kak instrument strategicheskogo planirovaniya v sfere prodazh vysokotekhnologichnogo oborudovaniya i tekhnologichnykh resheniy / D.S. Golub // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 9(123). – S. 76–81.
3. Do, F.KH. Issledovaniye prediktivnoy analitiki na baze mikrokontrollera s primeneniym metodov TinyML / F.KH. Do, CH.D. Le, M.A. Zuykov i dr. // Innovatsionnoye priborostroyeniye. – 2023. – T. 2. – № 2. – S. 64–75.
4. Kratovich, P.V. Modeli neyronnykh setey i modeli ARIMA v zadache prognozirovaniya vremennykh ryadov / P.V. Kratovich // Matematicheskiye metody upravleniya: sbornik nauchnykh trudov / Ye.A. Andreyeva, N.A. Semykina (redkol.). – Tver': Tverskoy gosudarstvennyy universitet. – 2010. – S. 69–78.
5. Zhil'nikova, N.A. Povysheniye effektivnosti vodopol'zovaniya v proizvodstvennykh vodokhozyaystvennykh sistemakh / N.A. Zhil'nikova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2025. – № 5(167). – S. 123–127.

© Н.А. Жильникова, 2025

УДК 006.83

*М.Г. МУСТАФАЕВ, Д.Г. МУСТАФАЕВА, Г.А. МУСТАФАЕВ**ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)», г. Владикавказ*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ключевые слова: качество; мониторинг; показатель; производство; процесс; свойство; система; управление.

Аннотация. Важнейшим элементом системы качества является механизм управления качеством продукции, включающий группы взаимосвязанных объектов и субъектов управления, с использованием методов, принципов и функций управления на различных стадиях жизненного цикла изделия. Целью исследования являются обеспечение воспроизводимости и стабильности параметров производственного процесса и выпуск продукции высокого качества. Задачи исследований: анализ состояния и средств объективного контроля параметров производственного процесса. В ходе исследования применяются методы и средства метрологического обеспечения, статистического контроля, управления качеством и организации процессов производства. Система управления качеством, помимо методов и функций контроля, включает в себя управленческий персонал. Повышение эффективности производства и качества выпускаемых изделий обеспечивается высоким уровнем метрологической деятельности предприятия, точностью результатов мониторинга, стабильностью качества продукции и деятельностью предприятия в целом.

Введение

Существенными факторами повышения эффективности производства и обеспечения качества продукции являются управление качеством и организация производства, включая элементы стандартизации и метрологического обеспечения. Качество функционирования производ-

ственного предприятия в значительной степени определяется не только характером производственного направления, но и качеством осуществления всей его деятельности [6–9]. Для этого необходимы специалисты, владеющие знаниями в области производственно-технологических, экономических, экологических и социальных проблем, обладающие определенными знаниями основ управления качеством.

Эффективность функционирования предприятия и обеспечение важнейшей составляющей производственного процесса

Для суждения о качестве изделий при контроле проверяют соответствующие признаки продукции. Контроль осуществляют проверкой каждого из элементов или параметров, от которых зависит требуемое свойство. При необходимости проводят расчет с применением инструментария математического моделирования и моделирования технологических операций.

Среди основных требований (ГОСТ Р ИСО 9000) к системе качества именуется наличие информации, необходимой для поддержки процессов, составляющих систему качества и возможность ее мониторинга. Информационные данные позволяют формировать базу знаний организации, которая важна для принятия решений.

В современных условиях залогом успешной деятельности предприятия являются применение и внедрение современных информационно-измерительных систем для обеспечения выпуска высококачественной продукции. Для этой важнейшей составляющей производственного процесса необходимо соответствующее метрологическое обеспечение. Метрологическое обеспечение производственного процесса позволяет предприятию производить продук-

цию требуемого качества для удовлетворения запросов потребителя [3; 10].

Задачи и проблемы, требующие выполнения значительного объема работ, включают в план мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения. Цели и задачи метрологического обеспечения координируют с составляющими работы по анализу состояния измерений. Анализ затрагивает все стороны метрологической деятельности на предприятии.

Учет экономических показателей деятельности предприятия приводит к рациональному построению на предприятии системы метрологического обеспечения, которая является потенциальной основой для достижения высокой эффективности основного производства за счет повышения достоверности и точности результатов измерений свойств продукции, выпуска продукции высокого качества.

Взаимосвязь экономики и метрологического обеспечения предприятия обуславливает качество выпускаемой продукции при минимуме затрат материальных средств и высокий уровень экономических показателей предприятия.

Один и тот же требуемый технический эффект может быть получен при различных измерениях, которые, в свою очередь, определяют экономическую эффективность решения задач метрологического обеспечения. Технические и экономически обоснованные разработки методик выполнения измерений гарантируют при минимуме затрат материальных средств и ресурсов соблюдение технических условий и норм точности измерений.

При разработке и изготовлении продукции вопросам внедрения методик выполнения измерений уделяется значительное внимание, при этом условии обеспечивается планируемое качество выпускаемой продукции, а следовательно, и плановый экономический эффект от ее внедрения.

Метрологическим службам при разработке и внедрении методик целесообразно вести экономические расчеты, характеризующие влияние этих методик на качество выпускаемой продукции и, соответственно, на экономику предприятия. При необходимости установления затрат материальных средств на выполнение измерений в процессе разработки методик могут быть проведены любого рода технические и экономические исследования, которые в отдельных случаях приводят к переоценке заданных заказчиками исходных условий измерений и тем

самым к переоценке плановых показателей качества продукции и экономической эффективности от ее внедрения.

Если технические решения исходных вопросов при создании новой продукции не содержат ошибок и верен расчет экономической эффективности от ее внедрения, то затраты материальных средств на совершенствование метрологического обеспечения, регламентированные стандартизованными или аттестованными методиками выполнения измерений, не должны вызывать сомнения.

Основное внимание специалистов предприятия обращено на потребности в материальных или трудовых ресурсах, необходимых для развития областей измерений, а также на снижение потерь материальных средств за счет слабой организации метрологической службы, наличия недостатков в выполнении измерений.

Не просто определить исходные причины низкой эффективности от внедрения выпускаемой продукции, не отвечающей составленным требованиям. Они выявляются в результате исследования продукции, которая уже выпущена.

Достижение высокой эффективности от внедрения, эксплуатации продукции в немалой степени опирается на обоснованность технических и экономических аспектов эффективности решения задач метрологического обеспечения на предприятии.

Для многих предприятий планирование представляет собой главную проблему. Правильно спланировать загрузку оборудования и задания персоналу очень важно. Если для изготовления определенной детали требуется большая точность, то нельзя использовать оборудование, дающее большие отклонения от установленной нормы точности. Дорогостоящее оборудование и высококвалифицированный персонал не должны использоваться на таких операциях, которые можно выполнить с меньшими затратами.

Управление качеством производимых изделий

В связи с наращиванием собственного производства необходимо уделять значительное внимание проблеме качества. Создание систем качества и концепции всеобщего управления качеством (*TQM*) позволит обеспечить выпуск конкурентоспособной продукции как для собственного, так и для международного

Таблица 1. Элементы механизма управления качеством продукции

Механизм управления качеством продукции		
Общие подсистемы	Специальные подсистемы	Обеспечивающие подсистемы
Прогнозирование и планирование технического уровня и качества	Стандартизация	Правовое и информационное обеспечение
Регулирование качества продукции в производстве	Испытание продукции	Материально-техническое обеспечение
Контроль качества продукции	Профилактика брака в производстве	Технологическое и метрологическое обеспечение
Учет и анализ изменения уровня качества	Аттестация продукции	Кадровое обеспечение
Стимулирование и ответственность за качество	Сертификация продукции	Организационное и финансовое обеспечение

рынка.

Большое внимание следует обратить на внедрение существующих собственных российских систем качества, их совершенствование и создание новых. К российским системам качества, которые обеспечивают выпуск соответствующей продукции, можно отнести следующие разработки отечественных специалистов: система бездефектного изготовления продукции (**БИП**); общероссийская комплексная система управления качеством продукции (**КС УКП**); качество, надежность, ресурс с первых изделий (**КАНАРСПИ**); научная организация труда по увеличению моторесурса (**НОРМ**) и др.

При производстве изделий недопустимо отклоняться от требований, которые содержит нормативно-техническая документация. Качество товара можно считать физической величиной, которая вырабатывается еще при исследовании и получает свое дальнейшее развитие на стадии проектирования.

Чтобы обеспечить соответствие качества товара, выдерживают следующие главные требования:

- учитывать прогресс в данном направлении и спрос мирового рынка;
- возможность оценки на всех этапах – маркетинговые исследования, проектирование, производство, хранение, применение и утилизация;
- характеристика всех свойств изделия, определяющих ее качество;
- стабильность свойств.

Эти требования определяют критерии при установлении количественным показателем ка-

чества товара.

Принятая необходимая номенклатура показателей качества товара должна быть достаточной, чтобы на определенном уровне установить, что требуемый уровень качества будет достигнут при применении созданной продукции с учетом ресурса, выделенного на создание, разработку и производство.

Система управления качеством, помимо методов и функций контроля, должна включать в себя в форме организованной структуры управленческий персонал. Система менеджмента качества (**СМК**) на производстве разрабатывает мероприятия по управлению качеством производимых изделий [1; 2; 4; 5].

В основе конкурентоспособности лежит качество изделий, что вызвало переход к обеспечению качества в течение всего производственного процесса.

СМК является одной из систем управления предприятием с функциями контроля производства, персонала, снабжения и др. Наличие совершенной материальной базы, современных технологий и заинтересованного квалифицированного персонала приводит к неуклонному росту стабильности качества всей продукции. Для потребителя наличие данной системы на предприятии будет являться дополнительной гарантией качества, что положительно скажется на реализации продукции и при заключении новых контрактов.

СМК на предприятии носит многоплановый характер деятельности. Важнейшим элементом системы является механизм управления качеством продукции, который включает в себя

группы взаимосвязанных объектов и субъектов управления, с использованием методов, принципов и функций управления на различных стадиях жизненного цикла изделия. Кроме того, необходимо постоянно проводить обучение и переподготовку кадров, обновлять технологии и ассортимент выпускаемой продукции, работать с поставщиками и потребителями и т.д. Структура и состав элементов подсистем управления качеством приведены в табл. 1.

Объективные функции управления технологическими процессами продукции выражаются определенными показателями и оцениваются на каждом этапе, обеспечивая управляемость процессами. Показатели характеризуются способностью товара выполнять определенные функции при заданных условиях и применяются по назначению (мощность, производительность и т.д.). Эксплуатационные показатели показывают оптимальность характеристик товара при его применении (энергосбережение, надежность и т.д.). Надежность – комплексный показатель, который демонстрирует, насколько

ко изделие способно выполнять свои функции при заданных условиях за определенный промежуток времени, он включает в себя такие категории: долговечность, безотказность, ремонтпригодность. Показатель безопасности представляет особенности продукции, обуславливающие безопасность для человека и других объектов при всех режимах эксплуатации, хранения, транспортирования.

Заключение

Эффективность производства напрямую связана с качеством выпускаемой продукции и является ключевым фактором конкурентоспособности предприятия на современном рынке. Успешное повышение эффективности производства требует комплексного подхода и постоянной работы над улучшением всех аспектов производственного процесса. Важно помнить, что даже небольшие улучшения могут привести к значительному росту показателей в масштабах всего предприятия.

Список литературы

1. Antony, J. Quality 4.0 and its impact on organizational performance: an integrative viewpoint / J. Antony, M. Sony, S. Furterer, O. McDermott, M. Pepper // *The TQM Journal*. – 2022. – Vol. 34. – № 6. – P. 2069–2084.
2. Ažman, S. Functional form of connections between perceived service quality, customer satisfaction and customer loyalty in the automotive servicing industry / S. Ažman, B. Gomišček // *Total Quality Management & Business Excellence*. – 2015. – Vol. 26. – № 7–8. – P. 888–904.
3. Boothroyd, G. Product Design for Manufacture and Assembly / G. Boothroyd, P. Dewhurst, W. Knight // Boca Raton: CRC Press. – 2010. – 712 p.
4. Chiarini, A. Industry 4.0, quality management and TQM world. A systematic literature review and a proposed agenda for further research / A. Chiarini // *The TQM Journal*. – 2020. – Vol. 32. – № 4. – P. 603–616.
5. Golder, P. What is Quality? An Integrative Framework of Processes and States / P. Golder, D. Mitra, C. Moorman // *Journal of Marketing*. – 2012. – Vol. 76. – № 4. – P. 1–23.
6. Mustafaev, M.G. The regulatory framework in the organization, management and production efficiency / M.G. Mustafaev, D.G. Mustafaeva, G.A. Mustafaev // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2020. – P. 082014.
7. Mustafaev, M.G. Organizational and methodological aspects of improving the organization and operation of production processes / M.G. Mustafaev, D.G. Mustafaeva, G.A. Mustafaev // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2020. – P. 012016.
8. Mustafaev, M.G. System of efficient functioning and organization of the production process of electronic equipment products / M.G. Mustafaev, D.G. Mustafaeva, G.A. Mustafaev // *AIP Conference Proceedings*. – 2021. – P. 020013.
9. Мустафаев, М.Г. Методы и средства организации и управления производственными процессами и их результатами / М.Г. Мустафаев, Д.Г. Мустафаева, Г.А. Мустафаев. – М. : Проспект, 2023. – 136 с.
10. Sony, M. Essential ingredients for the implementation of Quality 4.0: A narrative review of literature and future directions for research / M. Sony, J. Antony, J.A. Douglas // *The TQM Journal*. –

2020. – Vol. 32. – № 4. – P. 779–793.

References

9. Mustafayev, M.G. Metody i sredstva organizatsii i upravleniya proizvodstvennymi protsessami i ikh rezul'tatami / M.G. Mustafayev, D.G. Mustafayeva, G.A. Mustafayev. – М. : Prospekt, 2023. – 136 s.

© М.Г. Мустафеев, Д.Г. Мустафеева, Г.А. Мустафеев, 2025

УДК 65.015.3

К.А. ХУСАИНОВА, В.А. САМСОНОВА, Д.А. ЗАБОЛОТНЫЙ

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа

ОЦЕНКА И МИНИМИЗАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА МЕБЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Ключевые слова: мебельное производство; оценка условий труда; охрана труда; промышленная безопасность; профессиональные риски; профилактические мероприятия; управление рисками.

Аннотация. Актуальность работы обусловлена высоким уровнем профессиональных рисков на мебельных производствах, связанным с физическими, химическими и психофизиологическими воздействиями. Особую опасность представляют запыленность, шум, вибрации и использование химических веществ, включая формальдегид.

Для анализа и минимизации рисков используются современные методы, такие как специальная оценка условий труда, FMEA-анализ, а также математическое моделирование в *ANSYS Fluent* и *SolidWorks Simulation*. Интеграция цифровых технологий и VR-обучения позволяет точно прогнозировать потенциальные угрозы и повышать уровень безопасности.

Разработан комплексный подход к управлению профессиональными рисками, сочетающий технические, организационные и индивидуальные меры, что способствует снижению травматизма и повышению устойчивости производственного процесса.

Мебельная промышленность – одна из ведущих отраслей, производящих продукцию для жилых и коммерческих помещений. Однако технологические процессы, связанные с обработкой древесины, применением лакокрасочных материалов, клеев и работой на станках, сопровождаются воздействием вредных и опасных факторов, создавая риск для здоровья и безопасности работников.

Статистика показывает, что на мебельных предприятиях нередко фиксируются профес-

сиональные заболевания дыхательной системы, кожные и аллергические реакции, нарушения слуха и опорно-двигательного аппарата. Это снижает качество жизни работников, ведет к экономическим потерям из-за затрат на медобслуживание, больничные и снижение производительности. Нарушение требований охраны труда может повлечь штрафы, аварии и несчастные случаи [3].

Современное управление профессиональными рисками требует комплексного и системного подхода. Необходимо своевременно выявлять угрозы и разрабатывать меры их предотвращения: внедрение технологий, улучшение обучения персонала, использование инновационных средств индивидуальной защиты [2].

Метод управления рисками должен учитывать многофакторность угроз, обеспечивать количественную и качественную оценку, быть применимым в условиях мебельного производства и обладать прогностической функцией [1].

Результаты исследования могут применяться при совершенствовании системы охраны труда и разработке рекомендаций по обеспечению безопасных условий. Для повышения безопасности важно изучать факторы, негативно влияющие на работников, чтобы внедрять более эффективные меры по снижению рисков.

Профессиональные риски на мебельном производстве имеют комплексную природу и охватывают широкий спектр вредных факторов. Наиболее значимыми из них являются физические воздействия, включая механические травмы от контакта с движущимися частями оборудования, повышенный уровень шума и вибрации, а также запыленность воздуха. По данным Роструда, треть травм в деревообработке связана с нарушением правил эксплуатации станков, а уровень шума на участках распила нередко превышает допустимые нормы, что

приводит к хронической тугоухости. Не стоит забывать, что в большинстве цехов концентрация древесной пыли превышает предельно допустимые значения, увеличивая риск бронхолегочных заболеваний [4].

Химическая нагрузка также остается значимой проблемой. Использование лаков, клеев и материалов, содержащих формальдегид и другие летучие соединения, способствует росту случаев дерматитов и заболеваний дыхательной системы [3]. Биологические риски, хоть и встречаются реже, могут проявляться при работе с натуральной древесиной в виде аллергических реакций или грибковых поражений. Дополняют картину психофизиологические нагрузки, а именно монотонность операций и высокий темп труда, способствующие развитию профессионального выгорания и стрессовых состояний [5].

Существующие методы оценки рисков, основанные на чек-листах и экспертных оценках, не всегда отражают специфику мебельного производства, особенно в части учета запыленности и химических факторов. В отличие от них, предлагаемый подход опирается на цифровой мониторинг и математическое моделирование, обеспечивая более точную и адаптивную оценку. Научная новизна заключается в интеграции цифровых технологий, анализа психофизиологической нагрузки и моделирования в единую систему управления профессиональными рисками.

Методы оценки профессиональных рисков на мебельном производстве.

Оценка профессиональных рисков – ключевой этап в системе охраны труда. Она позволяет выявлять вредные факторы, оценивать их влияние на работников и подбирать меры для снижения рисков.

В мебельной промышленности применяются качественные, количественные и инструментальные методы. Качественные удобны для начального анализа и ранжирования угроз, количественные обеспечивают точную оценку рисков в числовом выражении и помогают обосновать выбор решений. Специальная оценка условий труда (СОУТ) остается обязательной процедурой, установленной по закону № 426-ФЗ. По данным Роструда, около 40 % рабочих мест в отрасли имеют вредный класс условий, особенно на участках шлифовки, покраски и распиловки [2].

Среди применяемых методик особое место

занимает анализ «Что, если?», используемый для оценки потенциальных аварий. Экспертная группа рассматривает гипотетические сценарии: что произойдет, если работник не наденет средства защиты или если отключится вентиляция. Такой подход помогает выявить уязвимости в системе безопасности до того, как произойдет инцидент.

Для оценки надежности оборудования применяется метод *FMEA*-анализа видов и последствий отказов. Каждому возможному сбою, например, заклиниванию пилы, присваивается индекс критичности. Этот подход уже снизил частоту поломок на ряде предприятий на 25 % [1].

Современные цифровые инструменты позволяют перейти на новый уровень анализа. Программы *ANSYS Fluent* и *SolidWorks Simulation* помогают прогнозировать распространение вредных веществ и оценивать последствия поломок. Так, на одном из предприятий в Екатеринбурге моделирование выявило превышение концентрации формальдегида в покрасочной зоне, что стало основанием для установки дополнительной вентиляции.

Управление рисками в мебельной отрасли требует комплексного подхода, сочетающего экспертный опыт, нормативные процедуры и современные технологии. Только в этом случае можно добиться устойчивого снижения производственных угроз и обеспечить безопасность рабочих мест.

Организационные меры играют не менее важную роль, чем технические решения. Внедрение цифровых систем мониторинга, например, датчиков загазованности и шума, помогает быстро выявлять отклонения. Обучение персонала также имеет ключевой фактор. Традиционные инструктажи часто формальны, поэтому передовые компании используют *VR*-тренажеры для моделирования аварийных ситуаций, что сокращает ошибки при работе с оборудованием [4].

Психофизиологическая нагрузка требует особого внимания. Монотонность на конвейере снижает концентрацию и повышает риск травм. В Калининграде внедрение гибких графиков и микропауз в 2024 г. повысило производительность на 12 % и снизило травматизм.

Средства индивидуальной защиты – последний барьер между работником и опасностью. Их эффективность зависит от стандартов и удобства. Среди инноваций – «умные» сред-

ства индивидуальной защиты (СИЗ) с датчиками и эргономичные противошумные наушники с *Bluetooth*, повышающие уровень использования до 80 %.

Инвестиции в охрану труда часто воспринимаются как расходы, но приносят выгоду. По данным Научно-исследовательского института труда, каждый вложенный рубль экономит 3–5 рублей за счет сокращения штрафов, уменьшения простоев и повышения репутации, что особенно важно для участия в тендерах.

Проведенное исследование подтверждает, что проблема управления профессиональными рисками на мебельных производствах остается актуальной. Статистика показывает стабильный уровень травматизма, связанного с механическими факторами и воздействием вредных веществ. Рост профессиональных заболеваний, связанных с древесной пылью и химикатами, подтверждается медицинскими данными.

Современные методы оценки рисков объединяют качественные и количественные подходы, позволяя выявлять и приоритизировать опасности. Особую эффективность демонстрируют методы математического моделирования и цифровой мониторинг, обеспечивающие прогнозирование рисков.

Минимизация рисков требует комплексного подхода, сочетающего технические, организационные и психофизиологические меры. Перспективными направлениями является автоматизация с ЧПУ-оборудованием, интеллектуальные системы вентиляции и адаптивное обучение с *VR*-технологиями. Важна также мотивация работников через систему поощрений.

Внедрение этих мер снизит травматизм и повысит экономическую эффективность за счет сокращения расходов на компенсации и простой.

Список литературы

1. Мартынова, В.В. Система управления профессиональными рисками на производстве / В.В. Мартынова // Молодой ученый. – 2024. – № 19(518). – С. 307–308.
2. Кириллов, К. Оценка профессиональных рисков 2022–2023: обязанности работодателя / К. Кириллов // EcoStandard Group. – 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ecostandardgroup.ru/journal/otsenka-professionalnykh-riskov-2022-2023-obyazannosti-rabotodatelaya>.
3. Елин, А.М. Профессиональные риски на рабочем месте / А.М. Елин, А.В. Анохин, С.С. Сергеева // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. – 2022. – № 12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://panor.ru/articles/professionalnye-riski-na-rabochem-meste/88657.html>.
4. Самарская, Н.А. Регламентация требований безопасности выполнения работ в сфере производства мебели с учетом риск-ориентированного подхода / Н.А. Самарская, С.М. Ильин // Экономика труда. – 2020. – № 12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://1economic.ru/lib/114685>.
5. Григорьев, С.П. Актуальные вопросы безопасности труда работников мебельных предприятий / С.П. Григорьев, М.И. Лебедева // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 6. – С. 45–49.
6. Заболотный, Д.А. Модернизация системы автоматического управления центробежного компрессора узла сжатия атмосферного воздуха с целью повышения уровня техносферной безопасности / Д.А. Заболотный, К.А. Хусаинова, В.В. Закурдаев, А.С. Щербаков // Наука и бизнес: пути развития. – 2025. – № 3(165). – С. 112–118.

References

1. Martynova, V.V. Sistema upravleniya professional'nymi riskami na proizvodstve / V.V. Martynova // Molodoy uchenyy. – 2024. – № 19(518). – S. 307–308.
2. Kirillov, K. Otsenka professional'nykh riskov 2022–2023: obyazannosti rabotodatelaya / K. Kirillov // EcoStandard Group. – 2023 [Electronic resource]. – Access mode : <https://ecostandardgroup.ru/journal/otsenka-professionalnykh-riskov-2022-2023-obyazannosti-rabotodatelaya>.
3. Yelin, A.M. Professional'nyye riski na rabochem meste / A.M. Yelin, A.V. Anokhin, S.S. Sergeyeva // Okhrana truda i tekhnika bezopasnosti na promyshlennykh predpriyatiyakh. –

2022. – № 12 [Electronic resource]. – Access mode : <https://panor.ru/articles/professionalnye-riski-na-rabochem-meste/88657.html>.

4. Samarskaya, N.A. Reglamentatsiya trebovaniy bezopasnosti vypolneniya rabot v sfere proizvodstva mebeli s uchetom risk-oriyentirovannogo podkhoda / N.A. Samarskaya, S.M. Il'in // Ekonomika truda. – 2020. – № 12 [Electronic resource]. – Access mode : <https://1economic.ru/lib/114685>.

5. Grigor'yev, S.P. Aktual'nyye voprosy bezopasnosti truda rabotnikov mebel'nykh predpriyatiy / S.P. Grigor'yev, M.I. Lebedeva // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. – 2020. – № 6. – S. 45–49.

6. Zabolotnyy, D.A. Modernizatsiya sistemy avtomaticheskogo upravleniya tsentrobezhnogo kompressora uzla szhatiya atmosfernogo vozdukha s tsel'yu povysheniya urovnya tekhnosfernoy bezopasnosti / D.A. Zabolotnyy, K.A. Khusainova, V.V. Zakurdayev, A.S. Shcherbakov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2025. – № 3(165). – S. 112–118.

© К.А. Хусаинова, В.А. Самсонова, Д.А. Заболотный, 2025

УДК 658.5:519.24

С.В. ЮДИН, В.П. РЯЗАНСКИЙ

ФБГОУ «Российский экономический университет», г. Тула;

АО «Государственный научно-исследовательский институт приборостроения», г. Москва

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Ключевые слова: длина серии; карты кумулятивных сумм; конечная Марковская цепь с поглощением; рекурсивные формулы моментов; средняя длина серии; статистическое управление процессами.

Аннотация. Цель исследования – разработать численно устойчивую и масштабируемую методику прямого вычисления начальных моментов длины серии для односторонней карты кумулятивных сумм, пригодную для быстрой калибровки порога под заданный уровень ложных тревог и для оперативной оценки разброса времени обнаружения без имитационного моделирования.

Гипотеза состоит в том, что дискретизация непрерывной статистики карты кумулятивных сумм и ее представление в виде поглощающей Марковской цепи позволяют получить конструктивные рекурсии для начальных моментов, которые сохраняют устойчивость и обеспечивают низкую вычислительную сложность.

Задачи работы включают: теоретическое обоснование Марковской модели карты кумулятивных сумм с поглощением; вывод рекурсий для начальных моментов двумя независимыми путями (через разложение «первого шага» и через операторно-генераторный подход); анализ вычислительной сложности и численной устойчивости; демонстрацию практической применимости в задачах промышленного мониторинга.

Методы: математическое моделирование поглощающих Марковских цепей, матричный анализ с упором на свойства М-матриц, операторные ряды и геометрические разложения, а также алгоритмический анализ трудоемкости решения линейных систем и умножения матрицы на вектор.

Достигнутые результаты: получены конструктивные рекурсии для начальных момен-

тов произвольного порядка; показана численная устойчивость и масштабируемость процедуры; обеспечена возможность быстрой калибровки порога под целевой уровень ложных тревог и оперативной оценки дисперсии, коэффициента вариации и доверительных интервалов времени обнаружения.

Введение

Статистическое управление процессами (SPC) ориентировано на своевременное обнаружение сдвигов распределения наблюдений при заданных ограничениях на частоту ложных тревог, что требует инструментов с высокой чувствительностью и предсказуемыми эксплуатационными характеристиками. Карты кумулятивных сумм (CUSUM) позволяют отслеживать ход протекания процесса и воздействовать на него, предупреждая его отклонения от предъявленных к процессу требований, при минимальных ресурсных тратах [4]. Контрольные карты кумулятивных сумм обладают значительно большей эффективностью, чем обычные контрольные карты [1; 2]. В карте кумулятивных сумм, в которой накапливаются отклонения наблюдений от эталонного уровня, сигнал формируется при превышении статистикой заданного порога h [7; 8]. Ключевой итоговый показатель такой схемы – длина серии L , то есть число наблюдений до первого срабатывания. Ее математическое ожидание (Average Run Length, $E[L]$) задает среднее время обнаружения, тогда как дисперсия и более высокие моменты характеризуют разброс и надежность реакции системы. Исторически аналитическое описание L опирается на формулу Брука – Эванса, выражающую факториальные моменты, однако переход к на-

чальным моментам требует преобразований через числа Стирлинга и сопровождается вычислительными накладными и потерями точности при росте порядка момента [6]. В прикладных задачах – от промышленного контроля до высокочастотного мониторинга и кибербезопасности – это стимулирует поиск численно устойчивых и масштабируемых методов, позволяющих быстро получать не только $E[L]$, но и дисперсию, коэффициент вариации и иные функции моментов без обращения к длительным имитациям. Настоящая работа предлагает такую методику, опирающуюся на дискретизацию непрерывной статистики *CUSUM* на равномерной сетке внутри $[0, h]$, что приводит к конечной цепи Маркова с множеством непоглощающих и одним поглощающим состоянием; в рамках этой модели выводятся рекурсивные формулы для начальных моментов, обладающие локальностью вычислений, числовой устойчивостью (матрица $I - R$) и линейной или квазилинейной сложностью по размеру сетки. Практическая значимость подхода заключается в возможности оперативной калибровки порога h под целевой ARL_0 , оценке разброса времени обнаружения и построении доверительных интервалов непосредственно «на лету», без дорогостоящих расчетов по методу Монте-Карло.

Постановка задачи

Рассматривается односторонняя *CUSUM*-схема, для которой длина серии L – случайная величина, равная числу шагов до первого превышения уровнем статистики порога h . Требуется получить компактные рекурсивные выражения для начальных моментов $m_n = E[L^n]$ произвольного порядка $n \geq 1$, пригодные для численной реализации в реальном времени. В отличие от классического подхода Брука – Эванса, где напрямую вычисляются факториальные моменты с последующим преобразованием к центральным моментам, задача формулируется как прямая оценка начальных моментов в модели конечной поглощающей цепи Маркова, возникающей при дискретизации интервала $[0, h]$ шагом Δ и построении блочной матрицы переходов

$$P = \begin{bmatrix} R & r \\ 0 & 1 \end{bmatrix},$$

где R описывает переходы внутри непогло-

щающих состояний, а r – вероятности немедленного поглощения. При спектральном условии $\rho(R) < 1$ (субстохастичность строк R и гарантированное поглощение) существует фундаментальная матрица $N = (I - R)^{-1}$, аккумулирующая ожидаемое число посещений состояний до поглощения, что открывает возможность построить рекурсию по порядку момента: каждый новый вектор моментов выражается линейно через уже вычисленные моменты более низкого порядка и известные матричные комбинации R, r . Требуемое решение должно предотвращать обращение к бесконечным рядам распределения L , избегать комбинаторной «взрыва» биномиальных коэффициентов и сохранять устойчивость при измельчении сетки и увеличении порога h [3; 5–8].

Недостатки существующих подходов

Классическая аналитическая база для оценки характеристик длины серии в *CUSUM* опирается на формулу Брука – Эванса, выражающую факториальные моменты. Однако при росте порядка момента вычислительная нагрузка стремительно увеличивается: для каждого нового n требуется переоценивать все предшествующие факториальные моменты и множество биномиальных коэффициентов, что приводит к комбинаторному взрыву операций на сетках практического размера. Кроме того, переход от факториальных к начальным моментам неизбежно проходит через числа Стирлинга второго рода, накапливая округленные ошибки и теряя численную устойчивость для больших n . Чувствительность факториальной формы к параметрам дискретизации и порогу также проявляется в переполнениях при мелком шаге Δ и больших h , что затрудняет реализацию на стандартной арифметике с плавающей точкой [6].

На фоне этих ограничений в литературе долгое время отсутствовала общая и конструктивная рекурсия именно для начальных моментов произвольного порядка. Такое положение дел осложняет две важные прикладные задачи: быструю калибровку порога под заданный ARL_0 и оперативную оценку разброса времени обнаружения без массивного моделирования. В результате классический инструментарий оказывается недостаточно пригодным для требований онлайн-мониторинга, где важны устойчивость, масштабируемость и предсказуемая точность при варьировании шага сетки и уровня

порога [6].

Марковская модель *CUSUM*

Динамику односторонней статистики *CUSUM* удобно описывать в терминах конечной цепи Маркова с поглощением, получаемой дискретизацией непрерывного интервала $[0, h]$, равномерной сеткой шага Δ . Узлы сетки интерпретируются как непоглощающие состояния, а уровень h задает единственное поглощающее состояние; таким образом, траектория кумулятивной суммы сводится к последовательности переходов между узлами с вероятностью немедленного выхода за порог, когда очередное приращение выводит процесс за h . Итоговая блочная матрица переходов имеет вид:

$$P = \begin{bmatrix} R & r \\ 0 & 1 \end{bmatrix},$$

где R описывает переходы внутри непоглощающего множества, а столбец r собирает вероятности перехода в поглощающий узел; последняя строка фиксирует необратимость поглощения.

Ключ к аналитике дает фундаментальная матрица $N = (I - R)^{-1}$, аккумулирующая ожидаемое число посещений каждого непоглощающего состояния до поглощения. Первый столбец матрицы непосредственно равен вектору средних длин серии (*ARL*) при старте из соответствующих узлов. Существование N и корректность всех производимых ниже разложений обеспечиваются спектральным условием $\rho(R) < 1$, которое выполняется из субстохастичности R и гарантированного поглощения: собственные значения R лежат внутри единичного круга. Это влечет геометрическую сходимость рядов, возникающих при выводе рекурсивных соотношений для моментов.

Практическая реализация сводится к построению R и r по выбранной сетке: для непрерывных распределений приращений элементы вычисляются интегрированием плотности по смежным интервалам длиной Δ ; для дискретных – по суммам вероятностей на узлах, при этом изменение k ведет лишь к сдвигу границ интегрирования.

Ключевые предпосылки

Марковское представление дискретизированной *CUSUM*-схемы основано на подматри-

це переходов R , описывающей перемещения внутри множества непоглощающих состояний, и столбце r , отвечающем за немедленный переход в поглощающее состояние на уровне h . Корректность всех последующих построений обеспечивается спектральным условием $\rho(R) < 1$, которое выполняется благодаря субстохастичности строк R и гарантированному поглощению: все собственные значения лежат внутри единичного круга. Это влечет геометрическую сходимость возникающих рядов и существование всех моментов длины серии. В этих условиях фундаментальная матрица $N = (I - R)^{-1}$ аккумулирует ожидаемое число посещений непоглощающих состояний до поглощения; ее первый столбец совпадает с вектором средней длины серии (*ARL*) при запуске из соответствующих узлов. Такой подход позволяет переписать моментные характеристики через бесконечные, но абсолютно сходящиеся ряды, а также обоснованно менять порядок суммирования при выводе рекурсий высших моментов.

Для дальнейшей конструкции удобно ввести вектор p_n вероятностей того, что длина серии равна n при старте из каждого непоглощающего состояния. Из свойств поглощающих цепей следует простая линейная рекурсия по n , выражающая p_{n+1} через Rp_n и r ; геометрическая сходимость R^n гарантирует убывание норм $\|p_n\|$ и существование всех конечных моментов. На практике предпосылки проверяются автоматически: верхняя оценка для $\rho(R)$ получается из любой субмультипликативной нормы $\|R\| < 1$, а дискретизация с уменьшением шага Δ увеличивает размер R , но сохраняет субстохастичность строк и, следовательно, требуемое неравенство для спектрального радиуса [6].

Рекурсивные выражения для начальных моментов длины серии

В рамках описанной модели каждый начальный момент $m_n = E[L^n]$ удовлетворяет линейному уравнению с оператором $(I - R)$ и правой частью, выражаемой через R , r и ранее вычисленные m_1, \dots, m_{n-1} . Первый момент получается непосредственно из фундаментальной матрицы: *ARL*-вектор равен первому столбцу $N = (I - R)^{-1}$, что обеспечивает быстрый и устойчивый расчет среднего времени срабатывания. Для второго момента используется разложение $L^2 = L + (L - 1)^2$ на события непоглощения, приводящее к линейной системе с правой частью,

зависящей от ARL и от вектора остаточной длины; дисперсия далее восстанавливается как $Var[L] = m_2 - m_1^2$. В общем случае для $n \geq 2$ биномиальное развертывание

$$L^n = \sum_{j=0}^n \binom{n}{j} (L-1)^j$$

при условии непоглощения дает ключевую рекурсию вида $(I - R)m_n = b_n(R, r; m_1, \dots, m_{n-1})$, где b_n – линейная комбинация уже найденных моментов, умноженных на матричные выражения из R и r . Тем самым каждый новый момент находится умножением на N : $m_n = Nb_n$ [6].

Алгоритмически метод сводится к одно-разовому построению N , извлечению ARL как m_1 и последовательному вычислению m_2, m_3, \dots по указанной рекурсии. Предварительное время на формирование N окупается при расчете высших моментов: каждая последующая итерация требует лишь формирования правой части и одного умножения на N . Практическое следствие – возможность оперативной калибровки порога h под заданный ARL_0 , быстрой оценки дисперсии и коэффициента вариации, а также построения доверительных интервалов для времени обнаружения без имитационного моделирования, что важно для онлайн-мониторинга в производстве.

Практическая значимость

Предложенная рекурсивная схема для начальных моментов длины серии L переводит расчет эксплуатационных характеристик карт $CUSUM$ из офлайн-аналитики в режим реального времени, что позволяет проектировать и перенастраивать контроль на производстве по требованию. Ключевой эффект состоит в том, что средний уровень ложных тревог $ARL_0 = E_0[L]$, показатели разброса $Var[L]$ и коэффициент вариации $CV = \sqrt{(m_2 - m_1^2)/m_1}$ вычисляются напрямую через единожды обращенную матрицу $(I - R)$, без имитаций и громоздких факториальных формул. Это дает инженеру возможность решать две критически важные задачи: точную калибровку порога h под целевой ARL_0 и оперативную проверку стабильности времени обнаружения сдвига при смене режимов оборудования, свойства заготовки или стратегии выборки.

В условиях машиностроительного производства, например, на линиях шлифования колец подшипников или обработке валов и кор-

пусов на числовое программное управление (ЧПУ) – режимы резания и структура шума существенно меняются при переходах между операциями, инструментами и материалами. Рекурсивные формулы позволяют выполнять онлайн-подстройку h по обратной задаче $ARL_0(h) = "const"$, сохраняя целевой уровень ложных остановок при переключениях программ и подаче инструмента. Быстрый доступ ко второму и более высоким моментам обеспечивает мониторинг надежности обнаружения: увеличение CV служит ранним индикатором ухудшения метрологической базы или роста нестабильности процесса, требующих перенастройки карты или обслуживания станка. На конвейерных участках, где остановка линии приводит к существенному простоя, возможность поддерживать заданные доверительные гарантии по времени обнаружения («в 95 % случаев сигнал не позднее t^* наблюдений») повышает предсказуемость обслуживания и качество SLA в цеховой автоматике.

Дополнительные выгоды проявляются в интеграции с цифровыми двойниками и $MES/SCADA$. Это снижает зависимость от трудоемкости вычислений по методу Монте-Карло и уменьшает требования к памяти. В итоге $CUSUM$ -контроль становится адаптивным элементом контура качества: быстрые пересчеты $ARL_0, ARL_1, Var[L]$ и доверительных интервалов позволяют балансировать чувствительностью и ложными тревогами при вариативности партии и переходах между оснастками.

Заключение

Работа демонстрирует, что дискретизация непрерывной статистики $CUSUM$ до конечной цепи Маркова с одним поглощающим состоянием и последующее использование фундаментальной матрицы $N = (I - R)^{-1}$ дают конструктивные рекурсивные формулы для начальных моментов произвольного порядка. Показано, что уравнения вида $(I - R)m_n = b_n(R, r; m_1, \dots, m_{n-1})$ обладают численной устойчивостью (свойства M -матрицы) и линейной/квазилинейной трудоемкостью по размеру сетки, что обеспечивает миллисекундные расчеты $ARL, Var[L]$ и высших моментов на конфигурациях практического масштаба. Для машиностроительных приложений это означает возможность поддерживать целевые ARL_0 , управлять разбросом времени обнаружения и предостав-

лять формальные гарантии по задержке срабатывания без имитационного моделирования и перезапуска контура управления. Метод закрывает пробел между теорией *CUSUM* и инженерной практикой и может быть непосредственно

встроен в программные модули систем *SPC*, цифровых двойников и *MES/SCADA*, обеспечивая воспроизводимый и масштабируемый контроль качества в условиях переменных режимов обработки.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 7870-4-2023. Статистические методы. Контрольные карты. Часть 4. Карты кумулятивных сумм. – М. : Стандартинформ. – 2023. – 43 с.
2. Марин, В.П. О применении карт кумулятивных сумм при контроле средних значений и размахов / В.П. Марин, В.М. Березин, Я.С. Гродзенский // Материалы VII Международной научно-технической конференции «INTERMATIC-2009». – 2009. – Ч. 3. – С. 276–279.
3. Миттаг, Х. Статистические методы обеспечения качества / Х. Миттаг, Х. Ринне. – М. : Машиностроение, 1995. – 616 с.
4. Царева, С.А. Прогнозирование и оценка качества продукции на основе кумулятивных контрольных карт / С.А. Царева, В.М. Гулин, Е.А. Морозов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2023. – Т. 12. – № 2(62). – С. 35–40.
5. Уилер, Д. Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта / Д. Уилер, Д. Чамберс. – М. : Альпина Бизнес Букс. – 2009. – 409 с.
6. Brook, D. An approach to the probability distribution of CUSUM run length / D. Brook, D.A. Evans // Biometrika. – 1972. – Vol. 59. – № 3. – P. 539–549.
7. Hawkins, D.M. Cumulative Sum Charts and Charting for Quality Improvement / D.M. Hawkins, D.H. Olwell // – New York: Springer, 1998. – 247 p.
8. Page, E.S. Continuous inspection schemes / E.S. Page // Biometrika. – 1954. – Vol. 41. – No. 1–2. – P. 100–115.

References

1. GOST R ISO 7870-4-2023. Statisticheskiye metody. Kontrol'nyye karty. Chast' 4. Karty kumulyativnykh summ. – M. : Standartinform. – 2023. – 43 s.
2. Marin, V.P. O primeneniі kart kumulyativnykh summ pri kontrole srednikh znacheniy i razmakhov / V.P. Marin, V.M. Berezin, YA.S. Grodzenskiy // Materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «INTERMATIC-2009». – 2009. – CH. 3. – S. 276–279.
3. Mittag, KH. Statisticheskiye metody obespecheniya kachestva / KH. Mittag, KH. Rinne. – M. : Mashinostroyeniye, 1995. – 616 s.
4. Tsareva, S.A. Prognozirovaniye i otsenka kachestva produktsii na osnove kumulyativnykh kontrol'nykh kart / S.A. Tsareva, V.M. Gulın, Ye.A. Morozov // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus. – 2023. – T. 12. – № 2(62). – S. 35–40.
5. Uiler, D. Statisticheskoye upravleniye protsessami. Optimizatsiya biznesa s ispol'zovaniyem kontrol'nykh kart Shukharta / D. Uiler, D. Chambers. – M. : Al'pina Biznes Buks. – 2009. – 409 s.

© С.В. Юдин, В.П. Рязанский, 2025

УДК 338.46

В.И. БЫВШЕВ

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

ПРОГНОЗ И СЦЕНАРИЙ РЕАЛИЗАЦИИ МЕХАНИЗМА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ СФЕРЫ УСЛУГ

Ключевые слова: инновации; инновационная инфраструктура; организации сферы услуг; цифровая трансформация.

Аннотация. Цель исследования – составление прогноза и разработка сценария реализации механизма совершенствования инновационной инфраструктуры сферы услуг в условиях цифровой трансформации для регионов России на период до 2030 г. Гипотеза исследования: использование предложенного механизма, реализуемого через конкретные инструменты и адаптированного для разных групп регионов, позволит сократить дифференциацию в уровне развития инновационной инфраструктуры, нивелировать слабые стороны и вывести все регионы на общефедеральный уровень. Результат: разработан сценарий, позволяющий сократить разрывы в инновационном развитии сферы услуг регионов.

Инновационная инфраструктура в настоящее время является одним из инструментов инновационного развития сферы услуг, которая, в свою очередь, в условиях сервитизации и цифровизации экономики является одним из драйверов ее роста, внося значительный вклад во внутренний валовой продукт (ВВП) Российской Федерации [1; 2]. Сценарий инновационного развития сферы услуг в текущей экономической ситуации представляет собой реальную возможность для повышения добавленной стоимости предоставляемых услуг российскими организациями данной сферы, следствием чего будет являться цепная реакция по росту экономики, учитывая, что сегодня для этого складывается режим наибольшего благоприятствования, поддерживаемый направлениями стратегических и

программных документов, принятых в недавнее время в России, одним которых является указ Президента Российской Федерации № 309 от 07.05.2024 г. «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г. и на перспективу до 2036 г.», где одной из целей обозначено увеличение к 2030 г. доли отечественных высокотехнологичных товаров и услуг, созданных на основе собственных линий разработки, в общем объеме потребления таких товаров и услуг в Российской Федерации в полтора раза по сравнению с уровнем 2023 г. [3].

Однако инновационная инфраструктура сферы услуг в масштабах страны имеет разный уровень развития – от формирующейся в таких регионах, как Еврейская автономная область, республики Алтай, Калмыкия, Тыва, Карачаево-Черкесия, до высокоразвитой в таких регионах, как республики Татарстан, Башкортостан, а также Свердловская, Самарская, Челябинская, Московская, Новосибирская области, города Москва и Санкт-Петербург, Красноярский край [4; 5]. В связи с этим для выравнивания инновационного развития сферы услуг, а также повышения качества работы инновационной инфраструктуры сферы услуг необходима реализация механизма ее совершенствования, который может быть основан на системно-воспроизводственном, процессном или кибернетическом подходах [6–8].

В связи с этим целью исследования будет составление прогноза и сценария реализации механизма совершенствования формирования и развития инновационной инфраструктуры сферы услуг в условиях цифровой трансформации, который был представлен в ранее опубликованной работе «Механизм совершенствования формирования инновационной инфраструктуры развития организаций сферы услуг региона в

Таблица 1. Прогноз состояния инновационной инфраструктуры сферы услуг в условиях цифровой трансформации до 2030 г.

№	Регион	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2025–2030	Квантиль
1	Республика Татарстан	59	59	59	59	59	59	413	I
2	г. Москва	58	56	58	60	63	60	415	I
3	Ростовская область	64	67	62	58	54	52	417	I
4	Пермский край	62	61	60	59	58	56	419	I
5	Московская область	60	60	61	61	61	62	425	I
6	Томская область	66	64	61	59	57	55	430	I
7	Новосибирская область	64	63	61	61	60	59	434	I
8	Свердловская область	62	63	62	62	62	62	436	I
9	г. Санкт-Петербург	61	62	63	64	65	66	440	I
10	Челябинская область	63	64	65	67	63	66	452	I
11	Самарская область	66	66	65	63	63	64	453	I
12	Кемеровская область	70	68	65	63	61	58	457	I
13	Белгородская область	72	71	70	70	69	68	492	I
14	Нижегородская область	69	70	71	70	73	74	495	I
15	Тульская область	73	72	72	71	70	71	502	I
16	Р. Башкортостан	71	72	72	73	74	75	507	I
17	Иркутская область	75	74	73	72	71	70	511	I
18	Омская область	76	74	73	72	70	69	511	I
19	Ленинградская область	77	76	76	75	75	74	530	I
20	Волгоградская область	77	80	78	73	77	74	540	II
21	Воронежская область	76	76	76	79	81	80	543	II
22	Краснодарский край	77	78	78	78	78	79	545	II
23	Оренбургская область	79	81	76	78	74	75	546	II
24	Владимирская область	79	79	80	78	78	78	551	II
25	Приморский край	80	80	79	80	78	79	557	II
26	Тюменская область	78	79	80	81	82	82	559	II
27	Красноярский край	78	79	80	82	83	84	563	II
28	Ульяновская область	82	82	81	81	80	80	569	II
29	Ставропольский край	83	82	82	81	81	81	573	II
30	Саратовская область	82	82	82	84	82	82	576	II
31	Удмуртская Республика	83	83	83	82	82	81	578	II
32	Тверская область	85	85	83	82	82	84	588	II
33	Якутия	88	86	84	83	81	79	591	II
34	Ярославская область	84	85	86	86	87	88	599	II
35	Хабаровский край	85	87	87	88	88	89	608	II

НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Региональная и отраслевая экономика

36	Калужская область	87	88	89	89	90	91	620	II
37	Югра	88	88	89	90	90	90	622	II
38	Алтайский край	90	87	91	88	91	88	622	II
39	Калининградская область	91	91	90	89	88	87	630	II
40	Мурманская область	90	90	92	90	92	90	633	II
41	Вологодская область	90	90	90	91	94	93	638	II
42	Липецкая область	91	91	92	92	92	93	643	II
43	Республика Мордовия	93	92	91	91	93	91	644	II
44	Республика Бурятия	94	95	93	88	89	87	645	II
45	Рязанская область	92	93	93	93	93	94	650	III
46	Тамбовская область	94	93	93	93	92	92	651	III
47	Кировская область	93	94	94	94	95	95	658	III
48	Республика Крым	96	95	95	94	93	92	662	III
49	Астраханская область	96	95	95	95	94	94	665	III
50	Республика Коми	96	96	95	95	94	94	666	III
51	Сахалинская область	96	96	95	95	95	94	667	III
52	Курская область	96	93	98	95	92	97	667	III
53	Пензенская область	94	95	96	97	101	101	676	III
54	Чукотский АО	100	99	97	96	94	93	681	III
55	Ямало-Ненецкий АО	95	98	96	99	98	101	683	III
56	Архангельская область	98	99	99	100	100	101	695	III
57	Ивановская область	99	97	101	100	98	101	695	III
58	Чувашская Республика	96	98	99	102	102	104	696	III
59	Забайкальский край	102	100	102	99	101	99	704	III
60	Республика Карелия	101	101	101	101	101	102	708	III
61	Брянская область	102	101	101	101	101	101	709	III
62	Костромская область	104	103	101	100	98	97	709	III
63	Республика Марий Эл	104	105	102	101	98	100	720	III
64	Республика Дагестан	104	104	104	103	102	101	724	III
65	Республика Адыгея	108	106	104	102	100	97	727	III
66	Амурская область	105	105	105	104	104	103	731	III
67	Смоленская область	103	104	105	106	107	108	735	III
68	Алания	110	108	107	105	104	103	748	III
69	Курганская область	108	107	107	106	108	105	750	III
70	Республика Тыва	111	109	108	106	104	102	753	III
71	Новгородская область	106	107	108	109	111	112	757	III
72	Город Севастополь	108	108	107	108	111	106	757	III
73	Карачаево-Черкесия	110	110	109	105	106	104	758	III
74	Орловская область	107	108	109	109	110	110	759	III
75	Псковская область	109	109	109	109	109	109	763	IV
76	Республика Калмыкия	117	108	110	108	101	105	766	IV

77	Кабардино-Балкария	112	112	111	111	111	110	779	IV
78	Республика Хакасия	113	112	112	112	111	111	784	IV
79	Еврейская АО	114	111	115	111	108	112	785	IV
80	Ненецкий АО	113	113	113	112	112	112	789	IV
81	Камчатский край	111	113	113	115	114	116	793	IV
82	Чеченская Республика	116	115	117	115	117	115	810	IV
83	Магаданская область	116	116	117	117	118	119	818	IV
84	Республика Алтай	122	122	122	122	123	123	856	IV
85	Республика Ингушетия	122	125	124	126	125	130	876	IV

условиях цифровой трансформации», на основе данных ретроспективного расчета, опубликованных в работе «Оценка состояния инновационной инфраструктуры развития организаций сферы услуг в условиях цифровой трансформации» [4; 7].

Для описания сценария сформируем на период 2024–2030 гг. прогноз состояния инновационной инфраструктуры сферы услуг в условиях цифровой трансформации (табл. 1).

Прогноз отражает развитие инновационной инфраструктуры сферы услуг 85 регионов Российской Федерации по составленному рейтингу регионов на основе методики оценки состояния инновационной инфраструктуры сферы услуг в условиях цифровой трансформации, используя данные периода 2017–2023 гг. В качестве метода прогнозирования использованы статистические методы, в том числе экспоненциального сглаживания, при помощи которого возможно сгладить последовательный, восходящий или нисходящий тренд. Данный инструментарий позволил осуществить прогноз и описание сценария на основе фактов, что будет существенным плюсом для последующего принятия решений [9; 10]. В ходе формирования прогноза регионы разделены на квартили (регионы лидеры – I, развитые регионы – II, догоняющие регионы – III, отстающие регионы – VI) по ранее сформированной методике, а на основе прогноза составлен сценарий [4].

Описание оптимистичного сценария осуществлено в разрезе квартилей регионов и с учетом приоритетов и обозначенных для каждого квартиля регионов целей и задач совершенствования, формирования и развития инновационной инфраструктуры сферы услуг в условиях цифровой трансформации [11].

Для регионов-лидеров ожидается дости-

жение целей по приоритетам: переход к естественному приросту населения и привлечение зарубежных специалистов, внедрение гибких правовых режимов по примеру Иннополиса, запуск новых международных элементов инфраструктуры, развитие удаленных сервисов и выход на международный уровень в цифровой трансформации, что позволит увеличить их число с 12 до 19.

Развитые регионы, применяя инструменты вроде специализированной ипотеки и образовательных грантов, снизят отток населения, повторят успешные правовые практики лидеров и улучшат инфраструктуру, копируя их элементы, сохранив при этом свое количество.

Догоняющие регионы, устанавливая коллаборационные связи, снизят эмиграцию, улучшат инфраструктуру через межрегиональные ассоциации и будут копировать лучшие практики, адаптируя их под свою специфику, в результате их численность возрастет до 30.

Отстающие регионы, развиваясь аналогично догоняющим, сделают акцент на федеральной поддержке, программах стажировок и использовании инфраструктуры более развитых регионов через партнерские связи, что сократит их количество до 11.

Предложенный сценарий является ориентировочным и может быть скорректирован и уточнен в случае развития методик статистического учета, которые в случае дополнения позволят оценить прямые результаты деятельности инновационной инфраструктуры сферы услуг, что даст возможность оценить потери валового регионального продукта (ВРП) от неэффективного функционирования инновационной инфраструктуры сферы услуг. Кроме того, немаловажно отметить, что развитие регионов

внутри квартилей тоже может отличаться и, скорее всего, будет отличаться друг от друга. Однако использование разработанного механизма через инструменты, наполненные конкретными действиями, в целом позволит сократить дифференциацию регионов России в части формирования и развития инновационной инфра-

структуры сферы услуг в условиях цифровой трансформации, использовать их сильные стороны и нивелировать слабые, тем самым сократить разрывы и перейти к общефедеральному стандарту формирования и развития инновационной инфраструктуры сферы услуг в условиях цифровой трансформации.

Список литературы

1. Логинов, М.П. Формирование и развитие потенциала рынка цифровых услуг / М.П. Логинов, Н.В. Усова // e-FORUM. – 2020. – № 2(11). – С. 154–163.
2. Хмелева, Г.А. Современные методические подходы к оценке инновационного развития регионов / Г.А. Хмелева, Н.М. Тюкавкин // Вестник Самарского муниципального института управления. – 2016. – № 2. – С. 18–26.
3. Тюкавкин, Н.М. Формирование модели цифровой трансформации инновационных экосистем в промышленном секторе региона / Н.М. Тюкавкин // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2025. – Т. 16. – № 1. – С. 187–197.
4. Бывшев, В.И. Оценка состояния инновационной инфраструктуры развития организаций сферы услуг в условиях цифровой трансформации / В.И. Бывшев // Вестник ОмГУ. Серия: Экономика. – 2025. – Т. 23. – № 3. – С. 5–15.
5. Бакшт, Д.А. Региональный конкурс проектов фундаментальных научных исследований, выполняемых молодыми учеными: промежуточные итоги и перспективы (Красноярский край) / Д.А. Бакшт // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований – 2018. – № 3(99). – С. 60–65.
6. Логинов, М. Экономические механизмы: сущность, классификация, кибернетический подход / М. Логинов // Проблемы теории и практики управления. – 2015. – № 9. – С. 94–102.
7. Бывшев, В.И. Механизм совершенствования формирования инновационной инфраструктуры развития организаций сферы услуг региона в условиях цифровой трансформации / В.И. Бывшев // Modern Economy Success. – 2025. – № 4. – С. 225–233.
8. Тюкавкин, Н.М. Механизмы и инструментарий стимулирования инновационной активности субъектов хозяйствования в условиях импортозамещения / Н.М. Тюкавкин // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2024. – Т. 15. – № 3. – С. 192–209.
9. Катанаева, М.А. Роль статистических методов в принятии решений на основе фактов на примере деятельности российских вузов / М.А. Катанаева // Стандарты и качество. – 2012. – № 3. – С. 78–82.
10. Муринович, А.А. Форсайт-проект как база стратегического межрегионального планирования / А.А. Муринович, М.П. Логинов // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2017. – № 1(69). – С. 101–116.
11. Бывшев, В.И. Приоритеты, цели и задачи совершенствования формирования инновационной инфраструктуры развития организаций сферы услуг в условиях цифровой трансформации / В.И. Бывшев // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15. – № 8. – С. 5797–5820.

References

1. Loginov, M.P. Formirovaniye i razvitiye potentsiala rynka tsifrovyykh uslug / M.P. Loginov, N.V. Usova // e-FORUM. – 2020. – № 2(11). – S. 154–163.
2. Khmeleva, G.A. Sovremennyye metodicheskiye podkhody k otsenke innovatsionnogo razvitiya regionov / G.A. Khmeleva, N.M. Tyukavkin // Vestnik Samarskogo munitsipal'nogo instituta upravleniya. – 2016. – № 2. – S. 18–26.
3. Tyukavkin, N.M. Formirovaniye modeli tsifrovoy transformatsii innovatsionnykh ekosistem v promyshlennom sektore regiona / N.M. Tyukavkin // Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravleniye. – 2025. – T. 16. – № 1. – S. 187–197.

4. Byvshev, V.I. Otsenka sostoyaniya innovatsionnoy infrastruktury razvitiya organizatsiy sfery uslug v usloviyakh tsifrovoy transformatsii / V.I. Byvshev // Vestnik OmGU. Seriya: Ekonomika. – 2025. – T. 23. – № 3. – S. 5–15.
5. Baksht, D.A. Regional'nyy konkurs projektov fundamental'nykh nauchnykh issledovaniy, vpolnyayemykh molodymi uchenyimi: promezhutochnyye itogi i perspektivy (Krasnoyarskiy kray) / D.A. Baksht // Vestnik Rossiyskogo fonda fundamental'nykh issledovaniy –2018. –№ 3(99). – S. 60–65.
6. Loginov, M. Ekonomicheskiye mekhanizmy: sushchnost', klassifikatsiya, kiberneticheskiy podkhod / M. Loginov // Problemy teorii i praktiki upravleniya. – 2015. – № 9. – S. 94–102.
7. Byvshev, V.I. Mekhanizm sovershenstvovaniya formirovaniya innovatsionnoy infrastruktury razvitiya organizatsiy sfery uslug regiona v usloviyakh tsifrovoy transformatsii / V.I. Byvshev // Modern Economy Success. – 2025. – № 4. – S. 225–233.
8. Tyukavkin, N.M. Mekhanizmy i instrumentariy stimulirovaniya innovatsionnoy aktivnosti sub"yektov khozyaystvovaniya v usloviyakh importozameshcheniya / N.M. Tyukavkin // Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravleniye. – 2024. – T. 15. – № 3. – S. 192–209.
9. Katanayeva, M.A. Rol' statisticheskikh metodov v prinyatii resheniy na osnove faktov na primere deyatel'nosti rossiyskikh vuzov / M.A. Katanayeva // Standarty i kachestvo. – 2012. – № 3. – S. 78–82.
10. Murinovich, A.A. Forsayt-proyekt kak baza strategicheskogo mezhregional'nogo planirovaniya / A.A. Murinovich, M.P. Loginov // Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. – 2017. – № 1(69). – S. 101–116.
11. Byvshev, V.I. Prioritety, tseli i zadachi sovershenstvovaniya formirovaniya innovatsionnoy infrastruktury razvitiya organizatsiy sfery uslug v usloviyakh tsifrovoy transformatsii / V.I. Byvshev // Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo. – 2025. – T. 15. – № 8. – S. 5797–5820.

© В.И. БЫВШЕВ, 2025

УДК 338.48

*М.А. ВИНОКУРОВА, Н.В. АФАНАСЬЕВ**ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»;**ФГБОУ ВО «Арктический государственный институт культуры и искусств», г. Якутск*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ БАЗ ОТДЫХА В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

Ключевые слова: база отдыха; инфраструктура; культурный туризм; Республика Саха (Якутия); сельский туризм; сервис; туризм; экотуризм.

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы развития туристических баз отдыха в Республике Саха (Якутия) как важного сегмента туризма в регионе, анализируются текущие тенденции в области экотуризма, культурного туризма и активного отдыха, а также роль коренных народов в формировании уникального туристского продукта. В статье представлены примеры успешных практик и инициатив, направленных на развитие туризма в регионе, обсуждаются возможности государственного и частного партнерства, а также необходимость создания качественной инфраструктуры и подготовки кадров. Результаты исследования показывают, что для успешного развития туристических баз отдыха в Якутии необходимо не только повысить уровень сервиса и доступности услуг, но и уделять внимание экологической устойчивости и сохранению культурного наследия. В заключение выделены основные направления и рекомендации, способствующие развитию туристической отрасли в регионе, что позволит улучшить экономическую ситуацию и привлечь внимание международных туристов.

Республика Саха (Якутия) представляет собой уникальный регион России, обладающий богатыми природными ресурсами, разнообразием природных ландшафтов и богатым культурным наследием. Удаленность и суровые климатические условия сделали этот край менее доступным для массового туризма, однако именно эти особенности формируют уникаль-

ный потенциал для развития туристических баз отдыха. В последние годы наблюдается растущий интерес к экотуризму и активному отдыху, что открывает новые горизонты для местных предпринимателей и государственных структур.

Туризм в Якутии имеет значительный потенциал благодаря своему культурному многообразию, традициям коренных народов, а также редким природным объектам, таким как Ленские столбы, Оймякон – Полюс холода и другие памятники природы, включенные в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Важную роль в развитии туристической инфраструктуры играют основные объекты – базы отдыха, которые могут предложить туристам уникальный опыт, сочетающий в себе комфорт, безопасность и аутентичность.

Несмотря на богатые ресурсы, туристическая индустрия Якутии сталкивается с различными вызовами. Одним из основных является низкий уровень инфраструктурного развития. Транспортная доступность, включая дороги и авиасообщение, требует улучшения. Многие туристические базы располагаются за городом или же в отдаленных районах республики, что делает их труднодоступными для большинства туристов, особенно в межсезонье. Решение этой проблемы потребует целенаправленных инвестиций со стороны как государственного, так и частного секторов.

Другой проблемой является недостаточная осведомленность о туристических возможностях региона на международном и российском уровнях. Эффективное продвижение туристических продуктов, включая развитие онлайн-платформ, маркетинговых компаний, PR, блогерских интеграций, что станет ключевым элементом для привлечения иностранных туристов.

Таблица 1. SWOT-анализ про перспективы развития туристических баз отдыха в Республике Саха (Якутия)

Сильные стороны	Слабые стороны
<p>1. Республика Саха обладает разнообразными природными ландшафтами, включая горы, реки, озера и леса, что создает отличные условия для экотуризма и активного отдыха.</p> <p>2. Наличие богатой культуры коренных народов, традиций и ремесел, что может привлечь туристов, интересующихся культурным туризмом.</p> <p>3. Ориентация на экологически чистые технологии и устойчивое развитие, что соответствует современным трендам в туризме</p>	<p>1. Ограниченная транспортная инфраструктура и удаленность региона могут затруднять доступ туристов к базам отдыха.</p> <p>2. Недостаток квалифицированного персонала и низкий уровень обслуживания могут негативно сказаться на впечатлениях туристов.</p> <p>3. Зависимость от сезонных колебаний, особенно в зимний и летний периоды, что может привести к нестабильности доходов.</p> <p>4. Ограниченные усилия по продвижению туристических услуг на международном уровне могут снижать интерес к региону</p>
Возможности	Угрозы
<p>1. Увеличение интереса к экологически чистым и активным видам отдыха может способствовать росту числа туристов.</p> <p>2. Инвестиции в транспортную и туристическую инфраструктуру могут улучшить доступность региона и повысить привлекательность для туристов.</p> <p>3. Программы поддержки туризма со стороны государства могут способствовать развитию новых проектов и привлечению инвестиций.</p> <p>4. Вовлечение местных жителей в туристическую деятельность может помочь сохранить культурное наследие и создать уникальные туристические продукты</p>	<p>1. Изменения климата могут негативно повлиять на природные ресурсы и сезонность туризма.</p> <p>2. Увеличение конкуренции со стороны других туристических направлений как в России, так и за рубежом может снизить привлекательность Якутии.</p> <p>3. Увеличение туристического потока может привести к негативному воздействию на окружающую среду, если не будут соблюдены принципы устойчивого развития.</p> <p>4. Экономические кризисы и нестабильность могут снизить покупательскую способность потенциальных туристов</p>

Для успешного развития туристических баз отдыха в Якутии следует сосредоточиться на нескольких ключевых направлениях.

1. Развитие экологического туризма: предложение туристам уникальных природных маршрутов, программы наблюдения за дикой природой и экологические туры, которые позволяют посетителям взаимодействовать с природой и узнать больше о сохранении первозданной красоты природы.

2. Культурный туризм: создание программ, направленных на знакомство с культурой коренных народов, таких как экскурсии по традиционным деревням, мастер-классы по ремеслам и кулинарные мастер-классы.

3. Инфраструктурные инвестиции: увели-

чение инвестиций в дороги, средства передвижения и объекты размещения. Это может включать создание современных туристических комплексов, коттеджных городков и кемпингов.

4. Образование и подготовка кадров: важно развивать систему образования и подготовки кадров для сферы туризма. Обучение местных жителей основам бизнеса, гостеприимства и управления поможет обеспечить высокий уровень обслуживания.

Примеры успешных проектов в области туризма в Якутии показывают, что можно создать привлекательные туристские продукты. Например, *Naraada village* в Хангаласском районе Якутии. Комплекс расположен в живописном месте, на берегу реки Лены, окружен

великолепными природными пейзажами, идеальными для экотуризма, активного отдыха и культурных мероприятий. База предлагает различные варианты размещения, включая современно оборудованные коттеджи. Это создает комфортные условия для отдыхающих, позволяя им наслаждаться как уединением, так и возможностью взаимодействия с другими туристами.

Инициативы, направленные на организацию культурных фестивалей и праздников, также способствуют привлечению внимания к региону. Кроме того, необходимо активно использовать возможности партнерства между государственными и частными структурами для совместного продвижения региона как туристической дестинации. Выстраивание сетевого взаимодействия между туристскими базами, местными туристскими организациями поможет создать единую систему, что повысит общий интерес к региону.

SWOT-анализ – это метод стратегического планирования, который используется для оценки определенной ситуации, организации или проекта.

SWOT-анализ показывает, что Якутия имеет значительный потенциал для развития туристических баз отдыха. Уникальные природные

и культурные ресурсы, а также растущий интерес к экологическому туризму создают возможности для привлечения туристов. Однако для успешной реализации этого потенциала необходимо преодолеть существующие слабые стороны и угрозы, такие как недостаток инфраструктуры и высокий уровень конкуренции. Инвестиции в развитие, маркетинг и обучение кадров, а также соблюдение принципов устойчивого туризма могут стать ключевыми факторами для достижения успеха в этой области.

Таким образом, перспективы развития туристических баз отдыха в Республике Саха (Якутия) представляют собой многообещающую область для роста и инноваций, способствующих экономическому развитию региона и повышению его привлекательности как туристической дестинации. Уникальные природные ландшафты, культурное наследие коренных народов и богатая фауна предоставляют широкий спектр возможностей для создания разнообразных туристских продуктов, нацеленных на разную аудиторию – от любителей экотуризма до поклонников активного отдыха. Совместное сохранение природных ресурсов и культурного наследия в рамках устойчивого развития туризма также должно стать приоритетным направлением.

Список литературы

1. Субботин, И.Г. Туризм в России: современное состояние и перспективы развития / И.Г. Субботин. – М. : Издательство «Научный мир», 2020. – 267 с.
2. Григорьева, Н.Ю. Экологический туризм как фактор устойчивого развития регионов / Н.Ю. Григорьева. – Якутск, 2021. – 113 с.
3. Петров, Г.И. Перспективы и проблемы развития арктического туризма в Республике Саха (Якутия) / Г.И. Петров // Арктика XXI век. – 2024. – № 1(35).
4. Радар, А.В. Будущее туризма в условиях глобальных изменений климата / А.В. Радар // Экология в туризме. – 2021. – № 3. – С. 34–40.
5. Соколов, С.И. Коренные народы и туризм: взаимодействие культур и индустрии / С.И. Соколов, А.В. Петров. – М. : Наука, 2018. – 87 с.
6. Шатульская, Н.А. Туризм как фактор экономического роста / Н.А. Шатульская // Экономика и социум. – 2021. – № 2-2(81).

References

1. Subbotin, I.G. Turizm v Rossii: sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya / I.G. Subbotin. – M. : Izdatel'stvo «Nauchnyy mir», 2020. – 267 s.
2. Grigor'yeva, N.YU. Ekologicheskiy turizm kak faktor ustoychivogo razvitiya regionov / N.YU. Grigor'yeva. – Yakutsk, 2021. – 113 s.
3. Petrov, G.I. Perspektivy i problemy razvitiya arkticheskogo turizma v Respublike Sakha (Yakutiya) / G.I. Petrov // Arktika XXI vek. – 2024. – № 1(35).
4. Radar, A.V. Budushcheye turizma v usloviyakh global'nykh izmeneniy klimata / A.V. Radar //

Ekologiya v turizme. – 2021. – № 3. – S. 34–40.

5. Sokolov, S.I. Korennyye narody i turizm: vzaimodeystviye kul'tur i industrii / S.I. Sokolov, A.V. Petrov. – M. : Nauka, 2018. – 87 s.

6. Shatul'skaya, N.A. Turizm kak faktor ekonomicheskogo rosta / N.A. Shatul'skaya // Ekonomika i sotsium. – 2021. – № 2-2(81).

© М.А. Винокурова, Н.В. Афанасьев, 2025

УДК 338.1

Д.А. ПАРФЕНОВА

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»;

ФГБОУ ВО «Арктический государственный институт культуры и искусств», г. Якутск

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СДВИГОВ В ЭКОНОМИКЕ

Ключевые слова: отрасли экономики; показатели оценки структурного сдвига; структурный сдвиг; технологическое развитие.

Аннотация. Целью данной статьи являются анализ и количественная оценка влияния технологического развития на формирование структурных сдвигов в экономике. Для решения поставленной цели в статье были выполнены следующие задачи: проанализированы теоретические подходы к определению понятий «технологическое развитие» и «структурные сдвиги»; систематизированы существующие методики оценки структурных сдвигов; обоснован выбор комплексного подхода к оценке структурных сдвигов, сочетающего количественные и качественные показатели; проведен эмпирический анализ структурных изменений на данных экономики Китая 1980–2023 гг. В рамках статьи исследовалась следующая гипотеза: технологическое развитие является ключевым фактором, инициирующим и ускоряющим структурные сдвиги в экономике, при этом масштаб и направленность этих сдвигов напрямую зависят от объемов внедрения передовых технологий, инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) и степени цифровизации на микроуровне. В статье были использованы следующие методы исследования: теоретический анализ, сравнительный анализ, а также количественные методы, такие как расчет массы структурного сдвига и индекса структурного сдвига по методике О.Ю. Красильникова и анализ динамики структуры внутреннего валового продукта (ВВП) и занятости по отраслям. В статье были достигнуты следующие результаты.

1. Проведены систематизация и сравнительная оценка основных методик измерения структурных сдвигов; обосновано преиму-

щество комплексного подхода О.Ю. Красильникова.

2. На примере Китая количественно подтверждено наличие глубоких структурных сдвигов за 1980–2023 гг.

3. Подтверждена гипотеза: технологическое развитие выступает не просто как один из факторов, а как фундаментальный катализатор структурных сдвигов, определяющий вектор экономической трансформации.

Современная экономика находится в постоянном движении, подвергаясь глубоким трансформациям под влиянием множества факторов. Одним из наиболее мощных драйверов таких изменений является технологическое развитие. Оно не просто влияет на модернизацию производственных процессов, но и кардинально меняет структуру экономики – перераспределяет ресурсы, меняет структуру занятости и потребления, порождая структурные сдвиги.

Порождаемые в экономике изменения могут иметь разную направленность. С одной стороны, они позволяют формировать новые высокотехнологичные отрасли, которые влияют на развитие страны. С другой стороны, они в значительной степени влияют на кадровый ландшафт отраслей, делая часть профессий невостребованными. Именно поэтому анализ технологического развития с помощью оценки структурных сдвигов является необходимым этапом при планировании экономического развития в рамках внедрения новых технологий.

Технологическое развитие – это внедрение и применение новых технологий в отраслях, способных оказывать существенное влияние на трансформацию и развитие как экономики, так и в целом общества. Современное технологическое развитие неразрывно связано с развити-

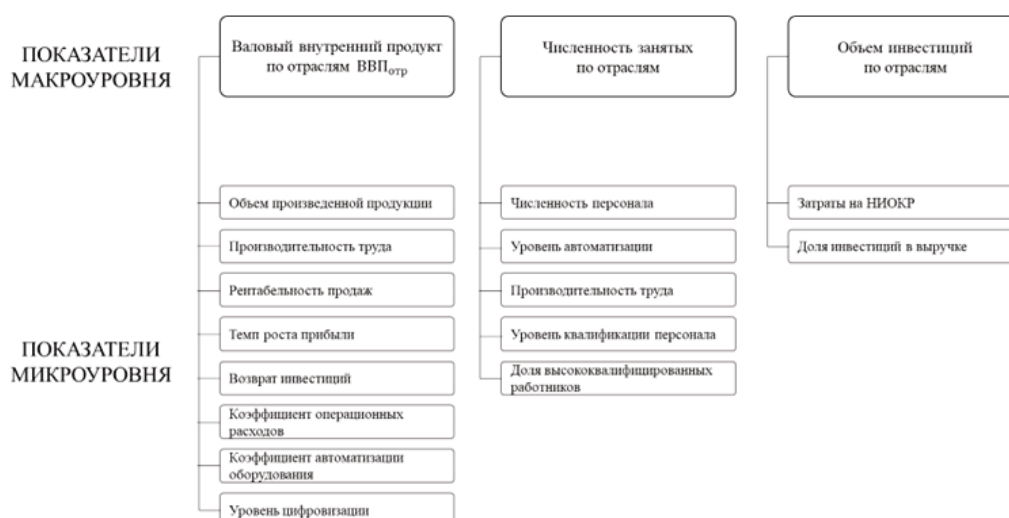


Рис. 1. Представление взаимосвязи технологического развития и структурного сдвига через экономические показатели

ем цифровизации и внедрением таких технологий, как искусственный интеллект, большие данные, интернет вещей, аддитивное производство и т.д. При этом чаще всего зарождение технологического развития происходит на микроуровне, когда на предприятии осуществляется реструктуризация, призванная обеспечить переход процессов на современные технологии, соответствующие времени.

Технологическое развитие на микроуровне в совокупности формирует преобразования на макроуровне. Существенные изменения в экономических показателях на предприятиях обуславливают трансформации в отраслях, тем самым формируя структурные сдвиги в экономике, потому что структурные сдвиги – это качественные изменения в экономике, обусловленные кардинальными изменениями в потребностях, числе занятых, производительности труда и в инвестициях. Зависимость экономических показателей на микро- и макроуровне представлена на рис. 1.

Выделенные показатели на макроуровне служат основой при оценке структурных сдвигов в экономике. При этом вопрос оценки поднимали многие ученые в своих работах, в том числе О.Ю. Красильников, М.А. Гасанов, О.С. Сухарев, Т.Н. Маршова, Л.С. Казинец, О.В. Спасская и другие. Несмотря на проработанность и изученность области, до сих пор нет четкого понимания, как количественно определить, произошел ли структурный сдвиг или нет. Существуют разные методики оценки

структурного сдвига, а также гипотезы о том, что является предельно допустимым значением при определении границ формирования структурных сдвигов.

Наиболее распространенные методики оценки структурного сдвига:

- методика Л.С. Казинца, предложившего разделить структурные сдвиги на абсолютные и относительные;
- методики расчета интегральной оценки динамики изменения структуры совокупности на основе индексов Гатева, Салаи, Рябцева;
- методика Экономической комиссии ООН для Европы (ЭКЕ) на основе оценки средневзвешенной доли быстрорастущих отраслей;
- методика О.Ю. Красильникова, который оценивает структурные сдвиги не только количественно, но и качественно.

Расчеты для методик оценки структурных сдвигов представлены в табл. 1 [1; 2; 7].

Следует принимать во внимание, что технологическое развитие выступает ключевым фактором формирования структурных сдвигов, оказывая влияние на:

- прибыль предприятий за счет повышения производительности, сокращения операционных расходов, числа занятого на производстве персонала;
- конкурентоспособность предприятий за счет повышения доли автоматизации и цифровизации процессов, доли затрат на НИОКР.

Обобщая вышеизложенный материал, необходимо отметить, что у каждой методики есть

Таблица 1. Показатели структурных сдвигов Л.С. Казинца

Наименование и формула	Обозначения
Методика Л.С. Казинца	
Абсолютные	
<p>Линейный коэффициент абсолютных структурных сдвигов:</p> $S_d = \frac{\sum d_1 - d_0 }{n}$	<p>d_1, d_0 – удельные веса (в %) отдельных элементов совокупности в рассматриваемом и предыдущем периоде; n – число выделяемых элементов совокупности</p>
<p>Квадратический коэффициент абсолютных структурных сдвигов:</p> $S_\sigma = \sqrt{\frac{\sum (d_1 - d_0)^2}{n}}$	<p>d_1, d_0 – удельные веса (в %) отдельных элементов совокупности в рассматриваемом и предыдущем периоде; n – число выделяемых элементов совокупности</p>
Относительные	
<p>Линейный коэффициент относительных структурных сдвигов:</p> $S_{\bar{d}} = \sum \left \frac{d_1}{d_0} - 1 \right d_0$	<p>d_1, d_0 – удельные веса (в %) отдельных элементов совокупности в рассматриваемом и предыдущем периоде</p>
<p>Квадратический коэффициент относительных структурных сдвигов:</p> $S_{\bar{\sigma}} = \sqrt{\frac{\sum (d_1 - d_0)^2}{d_0}}$	<p>d_1, d_0 – удельные веса (в %) отдельных элементов совокупности в рассматриваемом и предыдущем периоде; *удельный вес – доля отдельного элемента в общей совокупности</p>
Методики расчета интегральной оценки динамики изменения структуры совокупности	
<p>Интегральный коэффициент структурных сдвигов Гатева:</p> $I_\Gamma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i(t_1) - d_i(t_0))^2}{\sum_{i=1}^n d_i(t_1)^2 + \sum_{i=1}^n d_i(t_0)^2}}$	<p>d_i – удельные веса (доли) i-го элемента в совокупности; n – количество элементов совокупности; t_1, t_0 – временные периоды</p>
<p>Интегральный коэффициент структурных различий Салаи:</p> $I_C = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i(t_1) - d_i(t_0)}{d_i(t_1) + d_i(t_0)} \right)^2}{n}}$	<p>d_i – удельные веса (доли) i-го элемента в совокупности; n – количество элементов совокупности; t_1, t_0 – временные периоды</p>
<p>Индекс Рябцева:</p> $I_P = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i(t_1) - d_i(t_0))^2}{\sum_{i=1}^n (d_i(t_1) + d_i(t_0))^2}}$	<p>d_i – удельные веса (доли) i-го элемента в совокупности; n – количество элементов совокупности; t_1, t_0 – временные периоды</p>
При этом	

Доля или удельный вес i -го элемента совокупности в общем объеме совокупности:	
$d_i = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^n y_i} * 100 \%$	y_i – значение показателя для i -го элемента совокупности
Методика экономической комиссии ООН	
Индекс средневзвешенной доли быстрорастущих отраслей:	d_i – удельные веса (доли) i -го элемента в совокупности; n – количество элементов совокупности; t_1, t_0 – временные периоды; $t = 1, \dots, T$ – количество временных периодов; q – число отраслей, доля которых увеличилась за рассматриваемый временной интервал
$I = \sum_{i=1}^n \frac{[(d_i(t_1) - d_i(t_0))] }{qT}$	
Методика О.Ю. Красильникова	
Количественные показатели	
Масса структурного сдвига: $M = D_1 - D_0$, где $D = \frac{N}{\sum n}$ или $D = \frac{N}{\sum n} * 100 \%$ $D = \frac{S}{\sum s}$ или $D = \frac{S}{\sum s} * 100 \%$	M – масса структурного сдвига в экономике в относительном выражении; D_1 – доля структурного показателя в текущем периоде; D_0 – доля структурного показателя в базовом периоде; N – натуральное значение; S – стоимостное значение; $\sum n, \sum s$ – общая величина экономической совокупности в натуральных и стоимостных единицах
Индекс структурного сдвига: $I_1 = (P_1 - P_0)/P_0 = M/P_0$ или $I_2 = D_1/D_0$ I_1 – чистая относительная величина структурного сдвига; I_2 – показывает, насколько увеличилась или уменьшилась доля структурного показателя за определенный период $I_2 = I_1 + 1$	P_1 – значение экономического показателя в текущем периоде; P_0 – значение экономического показателя в базовом периоде; M – масса структурного сдвига в исследуемом периоде; D_1 – доля структурного показателя в текущем периоде; D_0 – доля структурного показателя в базовом периоде
Скорость структурного сдвига: $V = \frac{M}{T}$ или $V = \frac{I}{T}$	T – время протекания структурного сдвига
Качественные показатели	
Качество структурных сдвигов в экономике: $K = I * N$	$ I $ – индекс структурных сдвигов определенного направления по модулю; N – направление структурных сдвигов в экономике; $N = 1$ – полное совпадение с социально-экономическим развитием; $N = -1$ – полное несовпадение с социально-экономическим развитием; $N \in [-1, 1]$; $N = 0$ – нет влияния на социально-экономический прогресс
Совокупное качество структурных сдвигов в экономике: $K = \frac{\sum_{i=1}^n K_i * M_i}{\sum_{i=1}^n M_i}$	K_i – качество структурных сдвигов исследуемой совокупности; M_i – массы соответствующих структурных сдвигов
Эффективность структурных сдвигов в экономике: $\mathcal{E}_c = \frac{M_s}{I} * 100 \%$	M_s – масса структурного сдвига в стоимостном выражении; I – затраты на осуществление структурного сдвига

Показывает, насколько быстро структурные сдвиги достигают цели, т.е. приводят структуру размещения ресурсов в соответствие со структурой изменяющихся потребностей при минимуме затрат на их осуществление	
--	--

Таблица 2. Сравнение методик оценки структурных сдвигов

Автор	Достоинства	Недостатки
Л.С. Казинец	1. Структурный сдвиг рассматривается в абсолютном и относительном выражении, позволяя более точно изучать колебания структуры. 2. Зафиксирована четкая нижняя граница: если коэффициенты равны нулю, то структурный сдвиг отсутствует	Отсутствие верхней границы структурного сдвига. Как определять, какой показатель индекса соответствует началу структурного сдвига и т.д.? Невозможность определения стадии жизненного цикла структурного сдвига. Определение индекса только по одному из показателей
А. Салаи, К. Гатев, В. Рябцев	Есть четко заданные границы в диапазоне от 0 до 1. Возможность включения различных показателей	Отсутствие рекомендаций при исследовании определенной проблематики (рекомендаций по отбору и определению включаемых в исследование показателей)
Экономическая комиссия ООН	Возможность оценки отраслей, влияющих на структурный сдвиг в экономике	С увеличением числа быстрорастущих отраслей показатель индекса снижается. Отсутствие критериев определения быстрорастущих отраслей и полученных результатов
О.Ю. Красильников	Исследование структурного сдвига в двух плоскостях: качественно и количественно. Возможность определения скорости, направления, эффективности	Отсутствие рекомендаций при исследовании определенной проблематики (рекомендаций по отбору и определению включаемых в исследование показателей)

как преимущества, так и недостатки, подробно разобранные в табл. 2. Однако в основном в российской литературе применяются количественные и качественные показатели, представленные О.Ю. Красильниковым.

Для оценки влияния технологического развития на структурные сдвиги в экономике будет исследована экономика Китая с 1980 г. Реформы, начатые в конце 1970-х гг., включающие либерализацию, привлечение иностранных инвестиций и массовое внедрение передовых технологий из развитых стран с последующим созданием собственной научно-технологической базы, позволили кардинально трансформировать экономику [8; 9].

По данным из табл. 3 были произведены расчеты массы структурного сдвига и индекса структурного сдвига.

Расчет массы структурного сдвига (M):

- сельское хозяйство: 22,4;

- промышленность: 12,1;
- строительство: 2,5;
- услуги: 32,1.

$$M = 22,4 + 12,1 + 2,5 + 32,1 = 69,1 \text{ \%}.$$

Расчет индекса структурного сдвига (I):

- сельское хозяйство: 501,76;
- промышленность: 146,41;
- строительство: 6,25;
- услуги: 1 030,41.

$$I = \sqrt{501,76 + 146,41 + 6,25 + 1\,030,41} = \sqrt{1\,684,83} \approx 41,05.$$

Таким образом, масса структурного сдвига показывает, что суммарные изменения в долях отраслей составили 69,1 %. Основной вклад внесли переход от сельского хозяйства к услу-

Таблица 3. Структура ВВП Китая по производству, в %

	1980	1990	2000	2010	2020	2023
ВВП	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Материальное производство:	78,0	67,9	60,7	56,2	46,1	45,9
Сельское, лесное, рыболовство	29,9	26,8	14,9	9,6	8,0	7,5
Промышленность	43,8	36,5	40,1	40,1	30,9	31,7
Строительство	4,3	4,6	5,5	6,6	7,1	6,8
Услуги:	22,0	32,1	39,3	43,8	53,9	54,1
Транспорт, связь, складское хозяйство	4,7	6,1	6,1	4,6	4,0	4,6
Оптовая и розничная торговля	4,2	6,7	8,1	8,7	9,5	9,8
Гостиницы и общественное питание	1,0	1,6	2,1	1,9	1,5	1,7
Финансы	1,9	6,1	4,8	6,2	8,2	8,0
Недвижимость	2,1	3,5	4,1	5,7	7,2	5,8
Другие	8,1	8,1	14,1	16,7	23,5	24,2

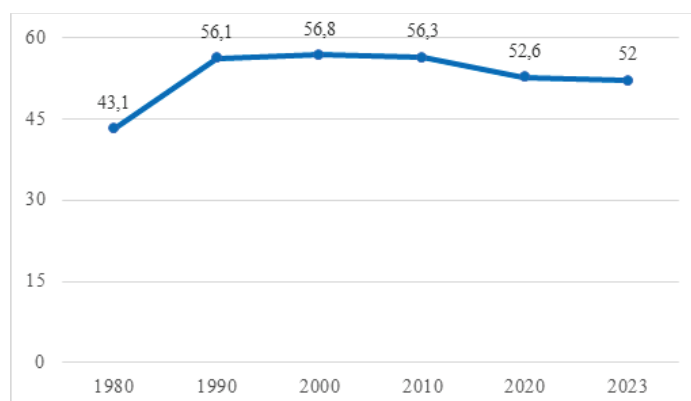


Рис. 2. Доля занятых, %

гам (+32,1 %) и снижение доли промышленности (–12,1 %). Индекс структурного сдвига (41,05) демонстрирует значительное расхождение структуры экономики в 1980 и 2023 гг.

На основании приведенных данных можно выделить следующие ключевые тенденции.

1. Сельское хозяйство потеряло 22,4 % доли. При этом автоматизация сельского хозяйства позволила высвободить рабочую силу.

2. Услуги выросли на 32,1 %, став доминирующим сектором ввиду развития цифровых технологий, логистики и финансов.

3. Промышленность сократилась на 12,1 %, но осталась важной частью экономики.

При этом полученные показатели массы структурного сдвига и индекса структурного сдвига подтверждают высокую степень изменений в экономической структуре Китая за указанный период.

Технологическое развитие является не просто одним из факторов, а фундаментальным катализатором структурных сдвигов в экономике. Оно трансформирует производственные функции, меняет структуру занятости, формирует новые рынки и потребности, перераспределяет капитал и ресурсы. Как показывает анализ, для объективной оценки масштаба и интенсивности этих сдвигов необходимо использовать

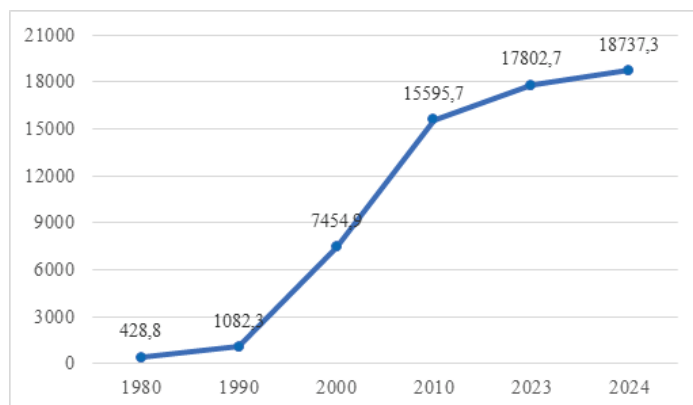


Рис. 3. ВВП Китая, млрд долларов

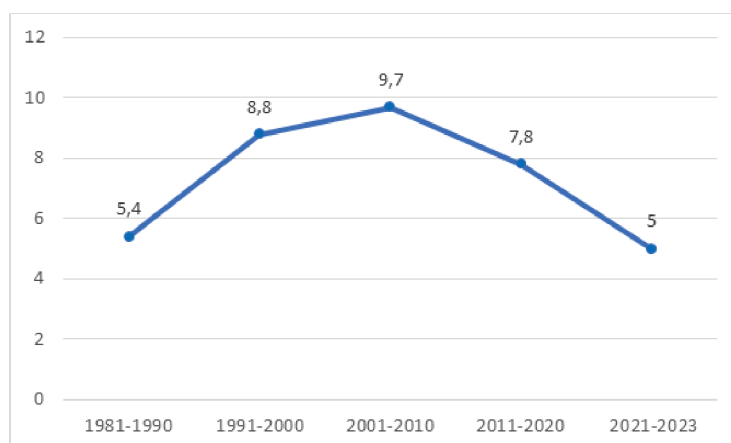


Рис. 4. Темп прироста производительности труда, %

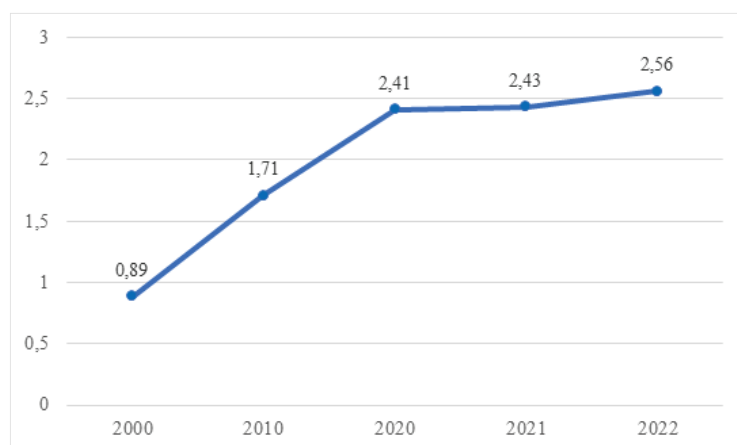


Рис. 5. Расходы на науку, % от ВВП

комплексные методы, сочетающие количественные (например, индексы Казинца, Гатева, мас-

са сдвига по Красильникову) и качественные показатели.

Эмпирический пример Китая демонстрирует, что целенаправленная технологическая политика, включающая внедрение импортных технологий, инвестиции в НИОКР и развитие человеческого капитала, способна за несколько десятилетий полностью перестроить экономическую структуру страны, обеспечив ее переход

на качественно новый уровень развития. Для России и других стран, стоящих перед задачей модернизации, этот опыт подчеркивает критическую важность технологического развития как инструмента управления структурными сдвигами и обеспечения устойчивого экономического роста.

Список литературы

1. Гирин, И.А. Анализ методов оценки уровня цифровой зрелости промышленных предприятий / И.А. Гирин, Е.Н. Лобачева, Д.А. Скворцова // Наука и бизнес: пути развития. – 2025. – № 1(163). – С. 82–86.
2. Казинец, Л.С. Темпы роста и структурные сдвиги в экономике / Л.С. Казинец. – М. : Экономика, 1981. – 184 с.
3. Капкаева, Р.Э. Сущность, классификация, причины возникновения и методы определения структурных сдвигов / Р.Э. Капкаева // Челябинский гуманитарий. – 2014. – № 10. – С. 40–43.
4. Кашин, В.А. Технологическое развитие как основа структурных сдвигов в экономике / В.А. Кашин, Е.Л. Куршнева // Естественно-гуманитарные исследования, 2022. – С. 95–100.
5. Меньшиков, С.М. Длинные волны в экономике / С.М. Меньшиков, Л.А. Клименко. – М. : Международные отношения, 1989. – С. 98.
6. Орехова, С.В. Малый бизнес и структурные сдвиги в промышленности / С.В. Орехова, Е.В. Кислицын // Проблемы отраслевой экономики. – 2019. – Т. 17. – № 4. – С. 129–147.
7. Сухарев, О.С. Структурная и технологическая динамика российской экономики / О.С. Сухарев. – М. : Институт экономики РАН, 2020. – С. 1–28.
8. Маршова, Т.Н. Структура национальной экономики и ее изменение: методические подходы к оценке и система показателей / Т.Н. Маршова // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Экономика, 2016. – С. 36–64.
9. Фань, Д. Инновационная политика Китая: этапы формирования / Д. Фань // Креативная экономика. – 2022. – Т. 16. – № 1. – С. 331–344.
10. Экономика Китая: анализ и прогноз [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.imemo.ru/files/File/ru/seminars/2025/05032025-Machavariani-Prezent.pdf>.

References

1. Girin, I.A. Analiz metodov otsenki urovnya tsifrovoy zrelosti promyshlennykh predpriyatiy / I.A. Girin, Ye.N. Lobacheva, D.A. Skvortsova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2025. – № 1(163). – S. 82–86.
2. Kazinets, L.S. Tempy rosta i strukturnyye sdvigi v ekonomike / L.S. Kazinets. – M. : Ekonomika, 1981. – 184 s.
3. Kapkayeva, R.E. Sushchnost', klassifikatsiya, prichiny vznikenoveniya i metody opredeleniya strukturnykh sdvigov / R.E. Kapkayeva // Chelyabinskiy gumanitariy. – 2014. – № 10. – S. 40–43.
4. Kashin, V.A. Tekhnologicheskoye razvitiye kak osnova strukturnykh sdvigov v ekonomike / V.A. Kashin, Ye.L. Kurshneva // Yestestvenno-gumanitarnyye issledovaniya, 2022. – S. 95–100.
5. Men'shikov, S.M. Dlinnyye volny v ekonomike / S.M. Men'shikov, L.A. Klimenko. – M. : Mezhdunarodnyye otnosheniya, 1989. – S. 98.
6. Orekhova, S.V. Malyy biznes i strukturnyye sdvigi v promyshlennosti / S.V. Orekhova, Ye.V. Kislitsyn // Problemy otraslevoy ekonomiki. – 2019. – T. 17. – № 4. – S. 129–147.
7. Sukharev, O.S. Strukturnaya i tekhnologicheskaya dinamika rossiyskoy ekonomiki / O.S. Sukharev. – M. : Institut ekonomiki RAN, 2020. – S. 1–28.
8. Marshova, T.N. Struktura natsional'noy ekonomiki i yeye izmeneniye: metodicheskiye podkhody k otsenke i sistema pokazateley / T.N. Marshova // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika, 2016. – S. 36–64.

9. Fan', D. Innovatsionnaya politika Kitaya: etapy formirovaniya / D. Fan' // Kreativnaya ekonomika. – 2022. – T. 16. – № 1. – S. 331–344.

10. Ekonomika Kitaya: analiz i prognoz [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.imemo.ru/files/File/ru/seminars/2025/05032025-Machavariani-Prezent.pdf>.

© Д.А. Парфенова, 2025

УДК 338.22:62

И.В. ПЕТРОВА

Донецкий институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», г. Донецк

МОНИТОРИНГ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОТРАСЛИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ключевые слова: мониторинг; отрасли промышленности; процедуры проактивного мониторинга; угрозы безопасности; экономическая безопасность.

Аннотация. Целью работы является обоснование необходимости мониторинга экономической безопасности отрасли промышленности с двух позиций: как инструмента управления и как стратегического направления, определяющего возможность противостоять кризисным явлениям, поддерживать конкурентоспособность и обеспечивать долгосрочное устойчивое развитие экономики государства. Задачи исследования состояли в рассмотрении современных научных взглядов на мониторинг экономической безопасности промышленности, определении его особенностей и назначения в процессе функционирования и обеспечения безопасности отрасли промышленности. Достигнутые результаты: обоснована целесообразность применения упреждающего подхода в рамках мониторинговой деятельности, позволяющего обеспечить превентивное реагирование на возникающие риски и максимально повысить адаптационный потенциал отрасли, определены цель и задачи процедуры проактивного мониторинга, реализация которых позволит трансформировать текущую парадигму управления отраслью от реактивного реагирования на кризисные ситуации к стратегическому управлению, ориентированному на формирование условий для устойчивого роста и минимизацию потенциальных рисков.

В современных условиях процессы развития экономики характеризуются высоким уровнем неопределенности, динамичности и необхо-

димости быстро адаптироваться к изменениям, что делает вопросы обеспечения экономической безопасности как отдельных предприятий, так и целых отраслей приоритетными. Отраслевой состав экономики является ключевым звеном, поскольку именно в отраслевой структуре формируется основной производственный, научно-технический и экспортный потенциал государства, а также создаются рабочие места и обеспечивается социальная стабильность.

Известно, что неблагоприятные процессы в экономике развиваются не линейно, а в соответствии с экспоненциальной зависимостью, что объясняет взаимосвязь и взаимозависимость разных сфер экономической безопасности. Проблемы обеспечения экономической безопасности проявляются в различных отраслях промышленности: горнодобывающей, металлургической, химической и т.п.

Приоритет государственного финансирования и поддержка одной отрасли означают сокращение финансирования других, не менее важных государственных проектов и программ (социально ориентированных, научно-технических, инвестиционных, экологических и т.п.), что наносит ущерб экономической безопасности государства, а следовательно, снижает его национальную безопасность.

В этих условиях возникает необходимость мониторинга факторов и угроз экономической безопасности отрасли промышленности одновременно и как инструмента управления, и как стратегического направления, определяющего возможность противостоять кризисным явлениям, поддерживать конкурентоспособность и обеспечивать долгосрочное устойчивое развитие экономики государства.

Проблемы мониторинга экономической безопасности отрасли промышленности наш-

ли свое отражение в научных исследованиях. Так, в работе [1] автором рассмотрена необходимость мониторинга для своевременной диагностики угроз с целью предоставления менеджменту информации для оперативного принятия решений. В свою очередь, классификация систем мониторинга экономической безопасности приведена в работе [2]. Авторами выделено девять классификационных признаков, таких как размер системы экономической безопасности, сфера экономической безопасности, уровень анализа, модель позиционирования, тип мониторинга, субъект мониторинга, используемые для анализа математические методы, использование информационных систем, принципы мониторинга. По каждому из классификационных признаков даны описание элементов, объект и цель мониторинга. Индикаторы мониторинга эффективности, обеспечивающие качественную оценку текущего состояния компании и анализ потенциальных угроз внешней и внутренней среды хозяйствующего субъекта, приведены в работе [3], что является базой для предложенных авторами концептуальных основ реализации мониторинга эффективности системы экономической безопасности на предприятии.

В то же время в научных исследованиях недостаточно изучены проблемы формирования системы проактивного мониторинга факторов и угроз экономической безопасности на отраслевом уровне.

Неблагоприятные процессы возникают стихийно даже в рентабельных отраслях. Значительно сократился объем инвестиций, поскольку никто в государстве – ни само предприятие, ни финансовые структуры – не могут гарантировать им защищенность их же интересов [4]. Это свидетельствует о том, что отслеживание негативных экономических процессов необходимо проводить комплексно и на постоянной основе. В этой связи представляется целесообразным создание системы раннего выявления возникновения угроз экономической безопасности посредством системы непрерывного проактивного мониторинга – постоянного наблюдения за состоянием различных отраслей промышленности.

Функционирование системы мониторинга сравнимо с нервной системой, обрабатывающей сигналы внешней и внутренней среды и представляющей собой систематизированную и обработанную информацию для дальнейшего

анализа и осуществления управляющих воздействий.

Принятие ответственных решений в такой важной сфере, как экономическая безопасность, в настоящее время невозможно без тщательного анализа внешнеэкономической и внутриэкономической ситуации в отрасли промышленности. Причем каждый из индикаторов экономической безопасности может стать определяющим. Вместе с тем экономическая безопасность как объект исследования и мониторинга чрезвычайно сложна, так как определяется большим количеством индикаторов.

Создание системы мониторинга состояния экономической безопасности отрасли промышленности будет способствовать принятию качественных и эффективных решений по повышению уровня экономической безопасности: своевременному анализу и прогнозированию ситуаций, провоцирующих угрозы экономической безопасности; информированию о таких прецедентах и координации действий государственных органов и негосударственных структур.

Основное назначение системы мониторинга – качественная и количественная оценка состояния экономической безопасности отрасли промышленности, систематизация и классификация принятых решений, а также анализ их последующего выполнения. Систематизация и классификация решений и соотношение их с реальными сдвигами в состоянии экономической безопасности отрасли промышленности поможет выявить наиболее эффективные меры для устранения и предупреждения угроз различного характера.

Качественный анализ показателей экономической безопасности отрасли промышленности должен включать в себя оценку степени угрозы экономической безопасности, причины возникновения угрозы, социальные и экономические последствия. Это предполагает проведение экономико-социологических исследований, которые показывают, как повлияла та или иная угроза, как те или иные предприятия отрасли, в зависимости от своего типа, размера, финансового положения и т.п., реагируют на ту или иную угрозу.

Качественный анализ следует дополнить количественным. Это значит, что необходимо разработать систему комплексной оценки, состоящую из общих и индивидуальных показателей, полностью охватывающих все сферы

экономической безопасности. Это позволит во время процедуры мониторинга отслеживать все угрозы, их последствия и значение реализуемых мер по обеспечению экономической безопасности отрасли промышленности с учетом экономической ситуации в народном хозяйстве. Возвращение выделенных для нейтрализации кризиса средств будет обеспечено за счет повышения эффективности и роста производительности этих отраслей [5].

Необходимо также обеспечить сопоставление индикаторов экономической безопасности как между отраслями, так и по отношению к другим государствам. Сравнение будет отражать масштабы отклонения индикаторов от их граничных величин, что облегчит оценку угрозы экономической безопасности отрасли промышленности и, в свою очередь, будет способствовать обеспечению эффективности процедуры мониторинга.

Мониторинг как метод сбора, систематизации и анализа информации представляет собой непрерывный процесс наблюдения за показателями ряда выбранных индикаторов, отражающих текущее состояние определенной области или системы. В промышленности целесообразно использовать процедуры проактивного мониторинга.

Основной целью процедуры проактивного мониторинга экономической безопасности отрасли промышленности является обеспечение долгосрочной устойчивости, конкурентоспособности и стабильного развития отрасли на основе своевременного выявления, оценки и нейтрализации потенциальных угроз, а также использования благоприятных факторов для достижения стратегических целей.

Способствовать достижению поставленной цели проведения процедуры проактивного мониторинга будет решение следующих задач:

- идентификация и систематизация факторов и угроз, а именно поиск и выявление всех значимых факторов, способных повлиять на экономическую безопасность отрасли;
- оценка и ранжирование угроз, следствием чего будет являться определение критических точек уязвимости отрасли промышленности, а также ее сильных сторон и конкурентных

преимуществ;

- анализ динамики факторов и тенденций развития угроз, а также построение сценарных моделей развития ситуации в отрасли промышленности, включая пессимистичные, оптимистичные и наиболее вероятные сценарии;
- прогнозирование потенциальных негативных последствий реализации угроз;
- формирование базы данных превентивных мероприятий, направленных на предотвращение или минимизацию последствий реализации угроз;
- разработка механизмов раннего предупреждения и оповещения о возникновении или усилении угроз, а также разработка антикризисных планов и стратегий, готовых к применению в случае реализации наиболее опасных угроз;
- выявление и оценка потенциальных возможностей для развития отрасли, связанных с изменениями во внешней среде или появлением новых факторов;
- формирование оперативных и аналитических отчетов для руководства отрасли, государственных органов и других заинтересованных сторон;
- предоставление обоснованной информации для разработки отраслевых стратегий, программ развития, инвестиционных проектов и мер государственной поддержки.

Решение этих задач позволяет перейти от реактивного реагирования на кризисы к стратегическому управлению, направленному на создание условий для устойчивого роста и минимизацию рисков в отрасли.

Эффективное управление на отраслевом уровне как со стороны государства, так и со стороны бизнес-сообщества, невозможно без достоверной, своевременной и всесторонней информации о текущих факторах, влияющих на отрасль, и потенциальных угрозах. Мониторинг экономической безопасности отрасли промышленности служит основой для разработки отраслевых стратегий, программ развития, антикризисных мер и инвестиционных решений, а определение цели и задач проактивного мониторинга является базовым первичным шагом при организации процедуры его проведения.

Список литературы

1. Вагина, Н.Д. Мониторинг угроз экономической безопасности предприятия / Н.Д. Вагина // Экономика и социум. – 2017. – № 3(34) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://>

cyberleninka.ru/article/n/monitoring-ugroz-ekonomicheskoy-bezopasnosti-predpriyatiya.

2. Митяков, С.Н. Типология мониторинга экономической безопасности / С.Н. Митяков, О.И. Митякова // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 7 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/tipologiya-monitoringa-ekonomicheskoy-bezopasnosti>.

3. Юрченко, А.И. Концепция мониторинга эффективности системы экономической безопасности на предприятии / А.И. Юрченко, О.В. Мамателашвили // Экономика и управление. – 2023. – № 5. – С. 124–129.

4. Петрова, И.В. Подходы к обеспечению экономической безопасности промышленного региона / И.В. Петрова // Инновационная наука. – 2021. – № 12-2. – С. 46–48.

5. Петрова, И.В. Эффективное управление предприятиями на основе обеспечения их социально-экономической безопасности / И.В. Петрова // Академическая публицистика. – 2021. – № 12-2. – С. 167–170.

References

1. Vagina, N.D. Monitoring ugroz ekonomicheskoy bezopasnosti predpriyatiya / N.D. Vagina // Ekonomika i sotsium. – 2017. – № 3(34) [Electronic resource]. – Access mode : <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-ugroz-ekonomicheskoy-bezopasnosti-predpriyatiya>.

2. Mityakov, S.N. Tipologiya monitoringa ekonomicheskoy bezopasnosti / S.N. Mityakov, O.I. Mityakova // Innovatsii i investitsii. – 2023. – № 7 [Electronic resource]. – Access mode : <https://cyberleninka.ru/article/n/tipologiya-monitoringa-ekonomicheskoy-bezopasnosti>.

3. Yurchenko, A.I. Kontseptsiya monitoringa effektivnosti sistemy ekonomicheskoy bezopasnosti na predpriyatii / A.I. Yurchenko, O.V. Mamatelashvili // Ekonomika i upravleniye. – 2023. – № 5. – S. 124–129.

4. Petrova, I.V. Podkhody k obespecheniyu ekonomicheskoy bezopasnosti promyshlennogo regiona / I.V. Petrova // Innovatsionnaya nauka. – 2021. – № 12-2. – S. 46–48.

5. Petrova, I.V. Effektivnoye upravleniye predpriyatiyami na osnove obespecheniya ikh sotsial'no-ekonomicheskoy bezopasnosti / I.V. Petrova // Akademicheskaya publitsistika. – 2021. – № 12-2. – S. 167–170.

© И.В. Петрова, 2025

УДК 37.013

Е.А. ЕГОРОВ, В.В. ЧЕРНЫШЕНКО, А.Р. СМОЛЬНОВ, А.А. РУСАНОВА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБУЧЕНИЮ МОЛОДЕЖИ ОСНОВАМ ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ

Ключевые слова: бюджетирование; инвестиции; молодежь; образовательный процесс; финансовая грамотность.

Аннотация. В данной статье проанализирована финансовая грамотность и интеграция ее в образовательное пространство.

Гипотеза исследования: интеграция финансовой грамотности в обучение молодежи путем использования педагогических подходов способна повлиять на будущий успех личности, его рациональное использование денежных средств и улучшение экономико-финансовых процессов государства.

Главными целями исследования являются выявление роли финансовой грамотности и предложение рекомендации интеграции в образовательное пространство. Задача исследования – изучить финансовую грамотность и педагогические методы к обучению ее основам молодежи. Наряду с общенаучными методами исследования применялись формально-логические методы структурно-функционального анализа, синтеза, а также критический метод.

Результаты исследования: выявление педагогических подходов к обучению молодежи основам финансовой грамотности.

В условиях современной действительности необходимость повышения финансовой грамотности среди различных групп населения наиболее актуальна. Это явление напрямую связано с ускоренной эволюцией глобальных финансовых рынков и структурной цифровизацией финансовых инструментов и услуг. В то же время системная финансовая нестабильность, усиливаемая демографическими изменениями, оказала давление на пенсионную, налоговую систему и законодательные механизмы, что потребовало пересмотра государственных стратегий эконо-

мико-финансового просвещения.

Многие государства уже институционализировали разработку и внедрение инициатив по повышению финансовой грамотности в качестве одного из направлений социально-экономической политики. В данном контексте финансовая грамотность понимается не только как владение теоретическими знаниями, но и как инструмент, охватывающий когнитивные навыки, поведенческие компетенции, эвристические рассуждения и нормативные системы ценностей. В совокупности они укрепляют способность человека принимать устойчивые финансовые решения, эффективно управлять ресурсами домохозяйства и способствовать стабильности экономических единиц из поколения в поколение.

Развитие экономико-финансовых компетенций начинается со взаимодействия в семье, где впервые кодируются когнитивные и эмоциональные установки по отношению к деньгам, формированию бюджета и отложенному вознаграждению.

В контексте образовательной политики недавние реформы национальных учебных программ выдвинули на первый план метадисциплинарные результаты, требующие от учащихся готовности к самостоятельному усвоению данных, согласованию противоречивых интерпретационных схем и разработке контекстно-зависимых решений абстрактных компетенций, которые непосредственно применимы к распоряжению денежными средствами. Ответственность за внедрение финансовой грамотности среди учащихся в первую очередь лежит на образовательных организациях, которым следует привести свою внутреннюю педагогическую инфраструктуру в соответствие с целями федерального государственного уровня, обеспечивая системное распространение финансовых знаний. Одним из механизмов практической

реализации этого подхода является включение в учебную программу специального модуля «Основы финансовой грамотности».

Интерактивный и игровой метод как первый педагогический подход к освоению молодежью финансовой грамотности заключается в замещении теоретических лекционных курсов ролевыми играми и симуляцией, в которых моделируются различные реальные финансовые ситуации. Обучение происходит через опыт, знания строятся на деятельностном практическом подходе.

Проектно-ориентированное обучение (ПОМО) – это метод, при котором учащиеся приобретают знания и навыки через выполнение конкретных проектов, что делает обучение более практическим и актуальным. Главными аспектами ПОМО является разработка бизнес-планов и бюджета. Молодое поколение учится составлять бизнес-планы и управлять личным или семейным бюджетом. Это помогает развить навыки планирования, финансового анализа и управленческого мышления; также в рамках проекта особое внимание уделяется долгосрочным инвестициям, что помогает сформировать правильное понимание инвестиционной стратегии, рисков и преимуществ инвестирования на долгий срок.

Другим педагогическим подходом выступают применение цифровых инструментов и интеграция современных технологий. Приложения и онлайн-площадки предоставляют возможности для персонализации обучения, делая его доступным и интерактивным.

Метод кейсов, фокусирующийся на связи теоретических представлений с реальной жизнью, анализе актуальных ситуаций, помогает

при освоении финансовых компетенций за счет обсуждения различных тем, таких как кризисы, криптовалюта, инвестиции, инфляция, кредитная карта, сбережения и другие.

Каждый из педагогических подходов обучения финансовой грамотности повышает мотивацию, улучшает освоение информации, развивает критическое мышление, навыки планирования, сотрудничества, самостоятельности, адаптации, самообучения, аналитического характера.

Внедрение перечисленных подходов в образовательные программы по повышению финансовой грамотности населения, в частности молодежи, стоит начать с адаптации социально-экономической информации под Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС), также на школьном уровне возможно создание внеурочных клубов на данную тематику. Успешность интеграции финансовой грамотности в педагогику можно отследить путем использования опросных методов сбора информации, тестов, портфолио с целью контролировать прогресс освоения финансовой информации. Ресурсообеспеченность экономическими источниками информации также является важным фактором развития финансовых компетенций молодого человека.

Таким образом, повышение финансовой грамотности является важным не только на субъективном личностном уровне, но и на федеральном. Финансовая грамотность должна формироваться систематически с ранних лет, интегрируя необходимую социально-значимую и экономическую информацию в учебный процесс с помощью педагогических подходов.

Список литературы

1. Кравченко, И.А. Роль образовательной организации в формировании экономической культуры гражданина: от теории к практике / И.А. Кравченко, В.В. Соглаев, С.В. Михайлова // Глобальный научный потенциал. – 2023. – № 3(144). – С. 73–75.
2. Кузина, О.Е. Финансовая грамотность молодежи / О.Е. Кузина // Мониторинг. – 2009. – № 4(92).
3. Харченко, С.Б. Эффективные стратегии укрепления знаний и навыков в области экономических концепций и педагогики среди учащихся / С.Б. Харченко // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2024. – № 2(160). – С. 131–136.

References

1. Kravchenko, I.A. Rol' obrazovatel'noy organizatsii v formirovanii ekonomicheskoy kul'tury grazhdanina: ot teorii k praktike / I.A. Kravchenko, V.V. Soglayev, S.V. Mikhaylova // Global'nyy

nauchnyy potentsial. – 2023. – № 3(144). – S. 73–75.

2. Kuzina, O.Ye. Finansovaya gramotnost' molodezhi / O.Ye. Kuzina // Monitoring. – 2009. – № 4(92).

3. Kharchenko, S.B. Effektivnyye strategii ukrepleniya znaniy i navykov v oblasti ekonomicheskikh kontseptsiy i pedagogiki sredi uchaschikhsya / S.B. Kharchenko // Regional'nyye problemy preobrazovaniya ekonomiki. – 2024. – № 2(160). – S. 131–136.

© Е.А. Егоров, В.В. Чернышенко, А.Р. Смольнов, А.А. Русанова, 2025

УДК 005.7

Г.А. ГОНЧАРОВ, А.Г. ВЫШЕГОРОДЦЕВ

НОУ ВО «Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов», г. Санкт-Петербург

ЛИДЕРСТВО КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ ОРГАНИЗАЦИИ

Ключевые слова: корпоративная культура; лидерство; личностные и профессиональные компетенции; организация; технологии формирования лидера; факторы, формирующие качества лидера.

Аннотация. Статья посвящена исследованию феномена лидерства и его влияния на формирование корпоративной культуры профсоюзной организации. Рассмотрены и обобщены методологические подходы к классификации факторов формирования лидерских качеств руководителей, их идентификации и оценки. Идентифицированы ключевые объективные и субъективные факторы, влияющие на формирование личностных и профессиональных лидерских компетенций.

Гипотезой данного исследования является предположение о том, что в условиях нестабильной конкурентной среды ключевым фактором повышения эффективности управления организациями играет лидерство, которое стимулирует процесс формирования корпоративной культуры.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что высокий уровень развития корпоративной культуры достигается в том случае, когда руководитель обладает высокими профессиональными и личностными лидерскими качествами, превосходя по силе воздействия на персонал административных управленцев. Представленные в статье рекомендации могут быть использованы для разработки технологий формирования лидерских компетенций у руководителей различных уровней управления в аспекте формирования и развития корпоративной культуры.

Введение

Сегодня, в условиях трансформации российского общества и экономической турбулентности, управление организациями часто сталкивается с управленческими дисфункциями, которые разрушительно влияют на корпоративную культуру. Такие нарушения проявляются во многих аспектах управления: игнорирование менеджерами социально-психологических проблем, административно-правовые коллизии, недостаточная гибкость стиля руководства, отсутствие инновационных компетенций у руководителей и т.д. В таких условиях объективно возрастает необходимость в компетентных, высококвалифицированных управленцах с выраженными лидерскими способностями, умеющих результативно вести организацию вперед. В связи с этим исследование факторов, способствующих развитию лидерских характеристик у менеджеров разных уровней и отраслей, а также их влияние на процесс формирования корпоративной культуры организации становится критически важной научной задачей, что и определило цель написания данной статьи.

Интерес к феномену лидерства постоянно находится в центре внимания мирового научного сообщества. Среди отечественных исследователей проблем лидерства следует выделить работы И.П. Волкова, Ю.Н. Емельянова, Е.С. Кузьмина [6], О.С. Ефимчука [5]. Практические рекомендации по развитию лидерских качеств руководителей содержатся в работах Г.А. Арипиной, А.М. Князева [2], Н.П. Беляцкого [3]. Значительный вклад в исследование проблемы лидерства внесли труды таких зарубежных ученых, как Д. Адаир [1], П. Друкер [4], Дж. Максвелл [7] и др.

Анализ и обобщение указанных выше научных публикаций позволяет сделать вывод о том, что в современных условиях исследования лидерства сохраняют свою актуальность. Более того, сейчас проблемы лидерства вызывают все более глубокий научный интерес у исследователей в области менеджмента и других управленческих и экономических научных направлений, а не только у специалистов в сфере социальной психологии и социологии.

Результаты многочисленных прикладных исследований свидетельствуют о том, что важнейшими факторами формирования и развития корпоративной культуры современной организации являются непрерывные изменения и инновации, обусловленные высокой динамикой внешней среды, что создает серьезные проблемы в управлении организацией. Главную роль в решении таких проблем играют лидеры, т.к. на них возлагается ответственность за управление изменениями, которые необходимо провести в организации в ответ на колебания внешней среды.

Однако в большинстве указанных исследований, на наш взгляд, не уделяется достаточного внимания идентификации и анализу факторов лидерства в аспекте формирования корпоративной культуры современных организаций. Исходя из этого, выявление факторов формирования лидерства и исследование интенсивности их воздействия на процесс такого формирования становятся актуальной научной задачей.

Результаты исследования

В рамках данной статьи мы представили общий обзор указанных факторов.

К факторам экономической глобализации, по нашему мнению, следует отнести:

- интеграцию национальных экономических систем, активное развитие информационно-коммуникационных технологий и культурные изменения, обусловленные расширением влияния западных бизнес-структур в странах глобального Востока и Юга, странах-республиках бывшего СССР;

- расширение влияния компаний из стран Юго-Восточной и Южной Азии, Латинской Америки и Африки на западных рынках, преимущественно США и Европейского Союза, что привело к модификации организационных структур для усиления конкурентных преимуществ таких компаний на внешних рынках;

- увеличение взаимного обогащения и усиление влияния различных управленческих стилей, методов и технологий, что способствует перераспределению ролей власти и лидерства внутри команд.

Воздействие исторических и политических факторов на формирование лидерства заключается в том, что характер и содержание исторического этапа, на котором находится общество, определяет природу политического режима, который, в свою очередь, играет ключевую роль в формировании типа лидерства (например, авторитарного или демократического). Политическое устройство конкретной страны определяет то, как осуществляется включение тех или иных лидеров в элитные круги или того, кто может возглавить оппозицию. По направленности политического развития общества можно судить о характере лидерства (революционные изменения обычно способствуют появлению авторитарных руководителей, тогда как постепенные реформы содействуют демократизации власти). Например, современные политические лидеры в странах Европейского Союза формируются под влиянием политических и социальных интересов правящих элит, которые не заинтересованы в их высокой профессиональной компетентности. Это ведет к ослаблению роли настоящих профессионалов в политических кругах и углубляет противоречия между интересами правящих элит и населением этих стран. Исторические и политические факторы, таким образом, определяют содержание и стиль управления политических лидеров.

К ключевыми экономическим факторам, формирующим лидерство, следует отнести:

- тип экономического развития страны, а также направления и темп такого развития;

- экономический потенциал, объемы и технологии использования экономических ресурсов;

- объемы инвестиций в экономическое развитие и повышение квалификации населения.

Исследование воздействия социокультурных факторов на формирование лидерства позволяет констатировать, что руководители, которые находят своих последователей и умеют поддерживать с ними прочные связи, а также обладают личными качествами, ценными для их команд, высокими профессиональными навыками (включая способность к инновационному мышлению и стратегическому планиро-

ванию), как правило, достигают поставленных целей.

В формировании лидерских качеств важную роль играют различные социально-демографические факторы, такие как:

- влияние дифференциации в доходах различных социальных групп на социальную стабильность, общую социальную структуру, уровень доступности социального лифта и социальную мобильность;

- демографические факторы, такие как изменения численности населения, средней продолжительности жизни, уровня естественного прироста (убыли), а также миграционные тенденции, которые могут ускорять или замедлять темпы и масштабы развития лидерских компетенций и способностей в обществе.

Субъективные факторы формирования лидерства, по нашему мнению, можно разделить на несколько групп.

Первая группа – факторы, формирующие личностные компетенции. Такие компетенции формируются на основе таких психических свойств, личностных качеств и навыков, как направленность, характер, темперамент, психические состояния и образование, способности и приобретенные коммуникационные навыки, основные внутренние мотивы поведения, восприятие лидером своей роли и статуса в социуме, склонность к определенному стилю управления, умение управлять стрессом и личным временем. На наш взгляд, указанные свойства, качества и навыки могут воздействовать на формирование личностных компетенций в более или менее интенсивной степени, выступая в статусе фактора (активное воздействие) или условия (пассивное воздействие).

Вторая группа – факторы, формирующие профессиональные компетенции. С нашей точки зрения, профессиональные лидерские компетенции складываются и развиваются в процессе овладения руководителем знаниями, умениями и навыками, а также приобретения опыта в области управления проектами и ко-

мандами, взаимодействия с отдельными сотрудниками, работы в режиме неопределенности и быстрой смены условий решения задач, технологий, процессов и управленческих ситуаций в разных смежных и несмежных сферах деятельности, системной инженерии, иностранных языков, экологии, бережливого производства, информационных технологий и искусственного интеллекта.

Третья группа – факторы, формирующие социально-политическую зрелость лидера. Мы полностью поддерживаем широко распространенное в экспертном сообществе мнение о том, что лидеры управляют персоналом более эффективно, если действуют по принципу «делай, как я», приспосабливают свой стиль управленческого поведения к потребностям группы, способны мобилизовать группу для внедрения изменений и вдохновить ее на выполнение целей организации.

По нашему мнению, к таким факторам следует отнести: воздействие личного примера, идеализированное влияние («харизму»), интеллектуальную стимуляцию, воодушевляющую мотивацию, применение индивидуального подхода в управлении.

Выводы

Таким образом, формирование личностного и профессионального лидерского потенциала современного руководителя является актуальной теоретико-прикладной задачей исследований в менеджменте. В настоящее время происходит трансформация понимания феномена лидерства, меняются его качественные характеристики, экономическое поведение. Изучение основополагающих аспектов лидерства, включая его типологии, определения, ключевые характеристики и функции, способствует более глубокому пониманию этого феномена в менеджменте и создает предпосылки для практического применения результатов таких исследований для решения задач формирования и развития корпоративной культуры.

Список литературы

1. Адаир, Д. Психология лидерства / Д. Адаир. – М. : Эксмо. – 2008. – 342 с.
2. Аринина, Г.А. Изучение личности в организации (технологический подход) / Г.А. Аринина, А.М. Князев. – М. : Изд-во РАГС, 2006. – 280 с.
3. Беляцкий, Н.П. Управление персоналом / Н.П. Беляцкий. – Минск : Вышэйшая школа. – 2023. – 463 с.

4. Друкер, П. Менеджмент. Вызовы XXI века / П. Друкер. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 256 с.
5. Ефимчук, О.С. Лидерский потенциал как особое качество современного специалиста / О.С. Ефимчук // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. – 2022. – № 1(45). – С. 349–357.
6. Кузнецов, Д.А. Факторы и методы развития лидерского потенциала перспективных руководителей / Д.А. Кузнецов // Human Progress. – 2019. – Т. 2. – № 9. – С. 121–129.
7. Максвелл, Дж. 21 неопровержимый закон лидерства / Дж. Максвелл. – М. : Попурри, 2024. – 320 с.

References

1. Adair, D. Psikhologiya liderstva / D. Adair. – М. : Eksmo. – 2008. – 342 s.
2. Arinina, G.A. Izucheniye lichnosti v organizatsii (tekhnologicheskiy podkhod) / G.A. Arinina, A.M. Knyazev. – М. : Izd-vo RAGS, 2006. – 280 s.
3. Belyatskiy, N.P. Upravleniye personalom / N.P. Belyatskiy. – Minsk : Vysheyshaya shkola. – 2023. – 463 s.
4. Druker, P. Menedzhment. Vyzovy XXI veka / P. Druker. – М. : Mann, Ivanov i Ferber, 2012. – 256 s.
5. Yefimchuk, O.S. Liderskiy potentsial kak osoboye kachestvo sovremennogo spetsialista / O.S. Yefimchuk // Uchenyye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnyye i sotsial'nyye nauki. – 2022. – № 1(45). – S. 349–357.
6. Kuznetsov, D.A. Faktory i metody razvitiya liderskogo potentsiala perspektivnykh rukovoditeley / D.A. Kuznetsov // Human Progress. – 2019. – Т. 2. – № 9. – S. 121–129.
7. Maksvell, Dzh. 21 neoproverzhimyy zakon liderstva / Dzh. Maksvell. – М. : Popurri, 2024. – 320 s.

© Г.А. Гончаров, А.Г. Вышегородцев, 2025

УДК 330.131

М.М. ГРИШКЕВИЧ, А.В. ГОРБАНЬ, А.Н. ЗЕДГЕНИЗОВА, Г.Р. РОМАНОВ
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический
университет», г. Иркутск

ESG-УПРАВЛЕНИЕ И РАСКРЫТИЕ SCOPE-3 В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ И СНГ: ТРАНСФОРМАЦИЯ КОРПОРАТИВНОЙ ОТЧЕТНОСТИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ

Ключевые слова: ГХГ-протокол; парниковые выбросы; устойчивое развитие; ESG-управление.

Аннотация. Статья посвящена исследованию ESG-управления и раскрытию нефинансовой информации о парниковых выбросах, в частности *Scope 3*, в нефтегазовом секторе России и СНГ. Цель – проанализировать степень соответствия корпоративной отчетности международным стандартам и выявить направления ее трансформации. Применена смешанная методология, включающая контент-анализ годовых отчетов об устойчивом развитии десяти крупнейших компаний за 2020–2025 гг., с использованием количественного и качественного подходов. Установлены существенные различия в полноте и качестве раскрытия *Scope 3*, ограниченный охват категорий выбросов и отсутствие единых методов расчета. Представлены сравнительные данные и таблицы раскрытия. Показано, что усиление требований международных стандартов (*IFRS S1/S2*, *GHG Protocol*, *IPIECA*) стимулирует изменения в корпоративном управлении и отчетности. Даны рекомендации по интеграции учета *Scope 3* в цепочку создания стоимости, по усилению взаимодействия с поставщиками и обновлению стратегий декарбонизации. Отмечены ограничения и перспективы дальнейших исследований.

В условиях глобального перехода к низкоуглеродной экономике усиливаются требования к прозрачности корпоративной отчетности. Одним из ключевых направлений этой

трансформации становится раскрытие парниковых газов (ПГ) по трем категориям – *Scope 1*, *Scope 2* и *Scope 3* – в соответствии со стандартами *GHG Protocol* и *IFRS S2 Climate-related Disclosures* [7].

Для нефтегазового сектора доля выбросов *Scope 3*, связанных с использованием проданной продукции конечными потребителями, зачастую превышает совокупные выбросы *Scope 1* и *Scope 2*. Это обусловлено самой природой бизнеса: основная часть углеродного следа формируется не на производственных площадках, а на этапе конечного сжигания топлива потребителями – в транспорте, энергетике и промышленности. По оценкам *IEA* и *IPIECA*, на *Scope 3* приходится до 85–90 % совокупных выбросов типичной нефтегазовой компании. Именно поэтому международные инвесторы, рейтинговые агентства и регуляторы уделяют приоритетное внимание прозрачности отчетности по данной категории, рассматривая ее как индикатор зрелости корпоративного ESG-управления и готовности компании к переходу к низкоуглеродной экономике. Раскрытие *Scope 3* становится не просто элементом нефинансовой отчетности, но и инструментом стратегического позиционирования: компании, демонстрирующие понимание всей цепочки создания стоимости и влияния на климат, получают более высокий доступ к международным рынкам капитала и снижают репутационные риски.

В России и СНГ формирование систем ESG-управления происходит в условиях институциональной неопределенности, отсутствия единых отраслевых требований и ограниченной нормативной поддержки со стороны госу-

дарства. Большинство национальных регуляторов пока не установили обязательные стандарты раскрытия *Scope 3*, что создает ситуацию методической фрагментарности: компании вынуждены самостоятельно адаптировать международные подходы, такие как *GHG Protocol*, *IFRS S2* и руководства *IPIECA*. На практике лишь отдельные крупные компании, прежде всего ЛУКОЙЛ, Газпром, Роснефть, внедряют элементы этих стандартов, публикуя данные по отдельным категориям *Scope 3* (в первую очередь «использование проданных продуктов»). ЛУКОЙЛ применяет коэффициенты *GHG Protocol* для расчета *downstream*-выбросов, Газпром ориентируется на отраслевые нормы *IPIECA*, Роснефть находится на этапе внедрения комплексной системы учета выбросов во всей цепочке поставок. Однако отсутствие унифицированных требований, единых коэффициентов и обязательной внешней верификации приводит к снижению сопоставимости отчетных данных, повышает риски недостоверности и так называемого «зеленого камуфляжа» (*greenwashing*), когда компания формально демонстрирует приверженность ESG-принципам, не сопровождая это реальными мерами по декарбонизации.

Кроме того, наблюдается институциональный разрыв между корпоративными инициативами и государственной климатической политикой. Несмотря на декларируемую поддержку низкоуглеродного перехода, национальные регуляторы пока не внедрили механизмы обязательной отчетности по *Scope 3* и не определили порядок независимой проверки данных. Это сдерживает развитие инфраструктуры устойчивого финансирования, затрудняет включение российских и СНГ-компаний в глобальные ESG-рейтинги и ограничивает их участие в международных цепочках поставок, где климатическая прозрачность становится обязательным условием партнерства. Для преодоления этих барьеров требуется не только методическая унификация отчетности, но и создание механизмов стимулирования – налоговых льгот, субсидий и приоритетного доступа к финансированию для компаний, раскрывающих полные данные о *Scope 3*.

Таким образом, исследование особенностей раскрытия *Scope 3* в нефтегазовых компаниях России и СНГ приобретает особую значимость как для научного сообщества, так и для

практиков корпоративного управления. С одной стороны, оно позволяет оценить степень адаптации международных ESG-стандартов к региональной специфике и определить существующие пробелы в нормативном регулировании. С другой стороны, дает основу для разработки рекомендаций по совершенствованию корпоративных систем учета и раскрытия данных, повышению доверия инвесторов и устойчивости бизнес-моделей. Расширение практик раскрытия *Scope 3* может стать ключевым фактором интеграции нефтегазового сектора России и СНГ в глобальную повестку декарбонизации и дальнейшего развития ESG-управления в регионе.

Целью данного исследования является анализ практик ESG-управления и раскрытия выбросов *Scope 3* в нефтегазовой отрасли России и СНГ за период 2020–2025 гг., а также выявление трансформации корпоративной отчетности и ее влияния на управленческие и организационные процессы.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи.

1. Определить масштаб и структуру раскрытия данных по *Scope 3* в нефтегазовых компаниях региона [9].
2. Сравнить методические подходы и стандарты, используемые при отчетности.
3. Исследовать влияние практик раскрытия *Scope 3* на внутренние управленческие механизмы (*KPI*, контракты с поставщиками) [1].
4. Сформулировать предложения по совершенствованию ESG-управления и системы отчетности в российских компаниях [6].

В исследование включены десять нефтегазовых компаний России и СНГ, обладающие публичными данными за 2020–2025 гг.: Роснефть, Газпром, ЛУКОЙЛ, Газпром нефть, Новатэк, Сургутнефтегаз, Татнефть, КазМунайГаз, SOCAR, Белоруснефть.

Отбор базировался на доступности устойчивых и годовых отчетов, размещенных на официальных сайтах и в открытых базах данных [2–5; 8].

Основными источниками выступили корпоративные отчеты об устойчивом развитии, раскрытия *CDP*, рейтинги *Expert RA* и материалы международных организаций (*IFRS Foundation*, *IPIECA*, *TCFD*).

Дополнительно использованы академи-

ческие и аналитические публикации, посвященные ESG-трансформации [9].

Применен смешанный метод, сочетающий контент-анализ публичных документов и сравнительный эмпирический анализ.

Для каждой компании анализировались:

1) наличие количественных данных по Scope 3;

2) число раскрытых категорий;

3) применяемая методика расчета (на основе *GHG Protocol* или национальных коэффициентов);

4) наличие внешней верификации (*assurance*);

5) упоминание поставщиков, контрактных механизмов и KPI [1].

Применялся дескриптивный анализ трендов и сопоставление показателей по компаниям.

Исследование опирается исключительно на открытые источники. Не проводились интервью и не использовались внутренние корпоративные данные, что ограничивает возможность количественного подтверждения взаимосвязей.

Рассмотрим уровень раскрытия Scope 3.

Результаты анализа показали, что только три компании (ЛУКОЙЛ, Газпром, КазМунайГаз) регулярно раскрывают количественные данные Scope 3 [2–5].

При этом наиболее полно освещена категория 11 – «использование проданных продуктов», тогда как *upstream*-категории (например, «закупка товаров и услуг») часто игнорируются [7].

ЛУКОЙЛ с 2021 г. публикует подробные данные по *downstream*-выбросам, используя коэффициенты *GHG Protocol* [4]. Газпром ссылается на отраслевые коэффициенты *IPIECA* [2]. Роснефть в отчетах 2023–2024 гг. заявляет о намерении начать расчет всех категорий Scope 3, но пока публикует только качественные описания [5]. Для SOCAR и Сургутнефтегаза раскрытие ограничено Scope 1 и 2 [8]. КазМунайГаз в 2023 г. впервые включил данные о выбросах при транспортировке нефти и газа [3].

Эти результаты согласуются с более ранними выводами исследователей о неравномерности внедрения ESG-практик в нефтегазовом секторе России [9].

Методологические подходы остаются фрагментарными. Большинство компаний декла-

рирует использование *GHG Protocol Scope 3 Standard*, однако не раскрывает формулы расчетов [7].

Верификация отчетных данных внешними аудиторами проводится редко: чаще всего ограничивается подтверждением Scope 1 и 2.

Отсутствие единых отраслевых норм приводит к проблеме сопоставимости и снижает доверие инвесторов к нефинансовым показателям.

Выявлена тенденция: компании, публикующие более детализированные данные по Scope 3, внедряют KPI по сокращению выбросов и экологические условия в договорах с поставщиками [1].

Так, ЛУКОЙЛ в отчетах 2023–2024 гг. фиксирует переход к модели контрактов, учитывающих показатели энергоэффективности [4]. Газпром связывает цели по декарбонизации с системой мотивации руководителей [2].

Вместе с тем у компаний, не проводящих внешнюю верификацию и публикующих ограниченные сведения, наблюдается риск формализации ESG-дискурса (когда отчетность используется как имиджевый инструмент без фактического влияния на процессы).

Российские компании демонстрируют постепенное расширение охвата категорий Scope 3, тогда как в СНГ-регионе практики остаются на начальной стадии [3; 8].

Наиболее заметное продвижение отмечается у КазМунайГаз, где в 2024 г. введена методика учета выбросов при транспортировке и переработке, согласованная с национальной «Дорожной картой декарбонизации» [3].

В Азербайджане, напротив, процесс пока ограничивается декларациями о приверженности ESG-целям [8].

Исследование позволило выявить ключевые особенности ESG-управления и раскрытия Scope 3 в нефтегазовой отрасли России и СНГ за 2020–2025 гг.

Раскрытие Scope 3 остается ограниченным. Количественные данные публикуют лишь отдельные компании; чаще всего по категории 11 (использование продукции) [4; 7].

Методики расчета и верификации неполные. Только единичные компании раскрывают формулы и коэффициенты, а независимая про-

верка встречается редко.

Раскрытие связано с управленческими изменениями. Там, где *Scope 3* активно раскрывается, формируются *KPI* и внедряются условия для поставщиков [8].

Существуют региональные различия. Российские компании демонстрируют более развитую систему *ESG*-отчетности, тогда как компании СНГ находятся на этапе внедрения [3; 8].

Практические рекомендации следующие.

1. Разработать единые отраслевые стандарты раскрытия *Scope 3*, согласованные с *IFRS S2* и *GHG Protocol*.

2. Включить *Scope 3* в систему *KPI* и мотивации менеджеров [8].

3. Усилить внешнюю верификацию отчетности.

4. Расширить охват категорий за счет *upstream*-сектора и транспортировки.

Работа базируется на открытых данных и не включает интервью, что ограничивает полноту выводов. В будущем целесообразно провести количественный анализ взаимосвязи раскрытия *Scope 3* с финансовыми и нефинансовыми результатами, а также исследовать влияние новых регуляций *IFRS S1–S2* на российскую практику.

Список литературы

1. Блам, И.Ю. Вариативность стратегий декарбонизации нефтегазовой индустрии / И.Ю. Блам, С.Ю. Ковалев // ЭКО. – 2022. – № 12(582). – С. 8–21.
2. Газпром ПАО. Отчет об устойчивом развитии за 2023 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.gazprom.ru/sustainability/sustainability-management/reports>.
3. КазМунайГаз АО. Отчет об устойчивом развитии за 2023 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.kmg.kz/ru/investors/reporting>.
4. ЛУКОЙЛ ПАО. Отчет об устойчивом развитии за 2023 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://lukoil.ru/Sustainability/SustainabilityReport>.
5. Роснефть ПАО. Отчет об устойчивом развитии за 2024 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.rosneft.ru/Development/reports>.
6. Чувывчкина, И.А. ESG-инвестирование: мировой и российский опыт / И.А. Чувывчкина // Экономические и социальные проблемы России. – 2022. – № 1(49). – С. 95–110.
7. Greenhouse Gas Protocol. Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ghgprotocol.org/scope-3-technical-calculation-guidance>.
8. SOCAR. Sustainability Report 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://socar.az/mediafiles/reports/davamli-inkisaf-hesabatlari/en/sustainable-development-report-2023.pdf>.
9. TCFD. Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.fsb-tcfd.org/publications/final-recommendations-report>.

References

1. Blam, I.YU. Variativnost' strategiy dekarbonizatsii neftegazovoy industrii / I.YU. Blam, S.YU. Kovalev // EKO. – 2022. – № 12(582). – S. 8–21.
2. Gazprom PAO. Otchet ob ustoychivom razvitii za 2023 god [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.gazprom.ru/sustainability/sustainability-management/reports>.
3. KazMunayGaz AO. Otchet ob ustoychivom razvitii za 2023 god [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.kmg.kz/ru/investors/reporting>.
4. LUKOYL PAO. Otchet ob ustoychivom razvitii za 2023 god [Electronic resource]. – Access mode : <https://lukoil.ru/Sustainability/SustainabilityReport>.
5. Rosneft' PAO. Otchet ob ustoychivom razvitii za 2024 god [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.rosneft.ru/Development/reports>.
6. Chuvychkina, I.A. ESG-investirovaniye: mirovoy i rossiyskiy opyt / I.A. Chuvychkina // Ekonomicheskiye i sotsial'nyye problemy Rossii. – 2022. – № 1(49). – S. 95–110.
7. Greenhouse Gas Protocol. Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions [Electronic

resource]. – Access mode : <https://ghgprotocol.org/scope-3-technical-calculation-guidance>.

8. SOCAR. Sustainability Report 2023 [Electronic resource]. – Access mode : <https://socar.az/mediafiles/reports/davamli-inkisaf-hesabatlari/en/sustainable-development-report-2023.pdf>.

9. TCFD. Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.fsb-tcfd.org/publications/final-recommendations-report>.

© М.М. Гришкевич, А.В. Горбань, А.Н. Зедгенизова, Г.Р. Романов, 2025

УДК 352.07

И.С. ИЗOTOB, Е.Б. ХОМЕНКО

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», г. Москва

ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ПУБЛИЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Ключевые слова: местное самоуправление; моделирование; муниципальное управление; муниципальный депутат; публичное управление.

Аннотация. Целью работы является расширение практики применения проектного подхода к местному самоуправлению как подсистемы публичного управления. Задачи исследования: анализ структуры местного самоуправления и необходимости ее развития на основе проектного подхода; изучение векторов развития публичного управления, форм реализации гражданами права участия в публичном управлении, структуры местного самоуправления, управления муниципальным образованием и необходимости их корректировки. Гипотеза исследования: совершенствование структуры местного самоуправления будет способствовать повышению эффективности реализации проектного подхода в системе публичного управления. Методы исследования: системный анализ, группировка, обобщение. Достигнутые результаты: исследована структура местного самоуправления на основе анализа теории и практики ее реализации, выявлены аспекты, требующие корректировки; предложено включение Совета депутатов Московской области (МО) в систему местного самоуправления как фактора интенсификации реализации проектного подхода к публичному управлению.

Проектный подход в публичном управлении является одним из базовых методов повышения эффективности работы государственных и муниципальных органов. Чтобы лучше разобратся, как работает управление проектами на муниципальном уровне, прежде всего, стоит понять, из чего состоит публичное управление, какая у нас есть система и какое ме-

сто занимает местное самоуправление в этой системе.

М.Э. Восканов в своей работе [2] разделяет органы власти на три важные группы: федеральные органы государственной власти, органы государственной власти субъектов и муниципальные органы власти. Каждая из этих групп имеет свое особое значение и выстраивается в логичной иерархии. Федеральные органы государственной власти отвечают за управление всей страной, включая в себя три ветви системы публичного управления: исполнительную, законодательную и судебную. Ниже по иерархии они передают свои указания органам государственной власти субъектов, а те, в свою очередь, управляют муниципальными органами власти. В нашей работе мы рассматриваем муниципальное образование и местное самоуправление как объект исследования. Местное самоуправление является частью муниципальной власти.

Подтверждение такой иерархии органов власти мы можем наблюдать и в работе А.Н. Доронина [3]. Он распределяет субъекты системы публичного управления на органы государственной власти субъектов федерации, федеральные органы государственной власти и органы местного самоуправления. Кроме того, в отличие от М.Э. Восканова, он включает в субъекты публичного управления также общество, граждан, некоммерческие и коммерческие организации. Работа А.Н. Доронина интересна нам тем, как он определяет публичное управление, а точнее пять его векторов. Первый – публичное управление на государственном уровне на основе нормативно-правовых актов. Второй – на региональном уровне на основе нормативно-правовых актов. Третий – публичное управление на муниципальном уровне на основе нормативно-правовых актов, регулирующих деятельность субъектов и объектов пу-

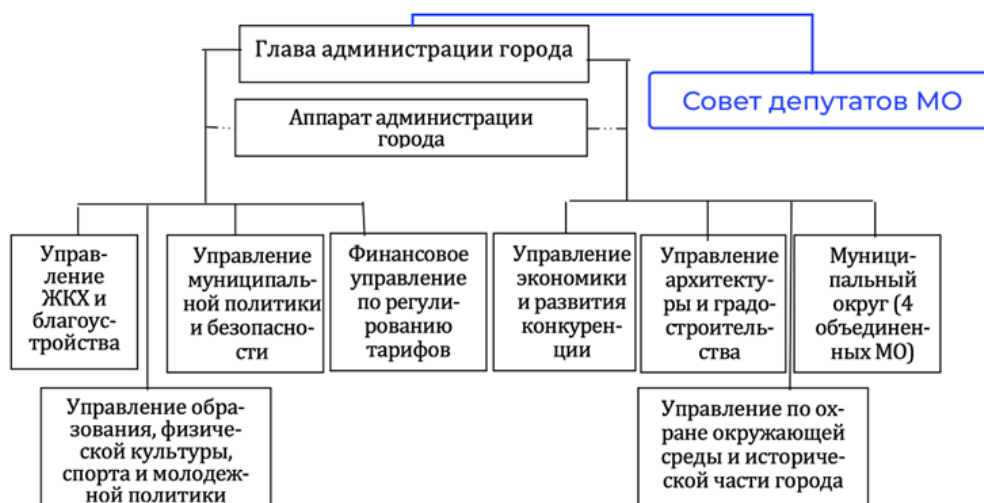


Рис. 1. Измененная структура местного самоуправления (разработано авторами на основе [4])

бличного управления. Четвертый – публичное управление на корпоративном уровне, которое включает в себя корпорации, общественные движения, организации, фонды и так далее. И пятый – это форма реализации гражданами права участия в публичном управлении, включающая публичные слушания и возможность избирателей влиять на власть [3].

Для нас особенно важно, что А.Н. Доронин выделяет формы реализации гражданами права участия в публичном управлении, подчеркивая, что граждане реализуют свое право участия в управлении прежде всего через выборы [3]. В нашей стране выборы проходят на каждом из трех уровней власти. На государственном уровне мы выбираем президента и депутатов Государственной Думы. На региональном уровне – депутатов законодательных собраний субъектов. На муниципальном уровне – местных, районных и городских депутатов. Поэтому участие человека в публичном управлении как избирателя является определяющим фактором в формах публичного управления. На основе этого в данную схему предлагается добавить участие в выборах как форму реализации для граждан права участия в публичном управлении.

Далее детализируем, как муниципальные органы и власти осуществляют проектное управление, кто создает проекты, кто их реализует и кто несет ответственность за их выполнение. Этот вопрос достаточно детально представлен в работе Е.А. Колесниченко, Я.Ю. Радюковой, М.А. Копылова [4]. Авторы

детализируют систему местного самоуправления на следующие составляющие: глава администрации города, которому подчиняется аппарат администрации города, а дальше уже идет распределение на различные управления, которые подчиняются главе администрации города и данному аппарату. Это и управление жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), и финансовое управление, и управление архитектурой, управление по охране окружающей среды и др. В работе не уточнено муниципальное образование – объект моделирования. Мы примем эту схему как основу для моделирования. В данной схеме не хватает очень важного пункта, характерного для всех муниципальных образований и местного самоуправления в ней, а именно Совета депутатов либо собрания депутатов в различных муниципальных образованиях, они могут называться по-разному (рис. 1).

Именно муниципальные депутаты являются самым главным и самым близким рычагом власти для народа [1] – для тех людей, которые выбирали этих депутатов и возлагают на них надежды, в том числе и по созданию и управлению проектами [5]. Для повышения эффективности управления в муниципальном образовании в систему предлагается добавить собрание депутатов. Это необходимый элемент осуществления муниципального управления и успешной реализации проектов на уровне местного самоуправления (рис. 2).

Так как над депутатами стоят избиратели, то их включение в схему отражает факт,

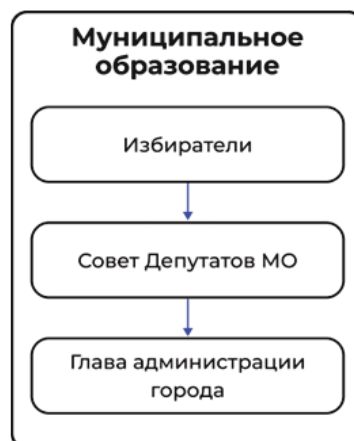


Рис. 2. Структура управления муниципальным образованием. Источник: разработан авторами

что управление осуществляется не только «сверху вниз», но и «снизу вверх», что повышает эффективность и прозрачность реализации проектов.

Список литературы

1. Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.consultant.ru>.
2. Восканов, М.Э. Государственная политика в области публичного управления развитием социально-экономических макросистем в условиях глобализации и становления информационного общества / М.Э. Восканов // Kant. – 2019. – № 3(32) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennaya-politika-v-oblasti-publichnogo-upravleniya-razvitiem-sotsialno-ekonomicheskikh-makrosistem-v-usloviyah-globalizatsii>.
3. Доронин, А.Н. Направления и перспективы развития публичного управления / А.Н. Доронин // Управленческое консультирование. – 2023. – № 10(178). – С. 113–119 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-i-perspektivy-razvitiya-publichnogo-upravleniya>.
4. Колесниченко, Е.А. Организационные структуры органов местного самоуправления в условиях проектного управления / Е.А. Колесниченко, Я.Ю. Радюкова, М.А. Копылов // Вестник Самарского муниципального института управления. – 2020. – № 1. – С. 34–40.
5. Филатов, С.Г. Сравнительный анализ инновационных подходов в системе публичного управления / С.Г. Филатов, К.О. Ермолина, Е.Б. Хоменко // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 9(159). – С. 74–77.

References

1. Federal'nyy zakon ot 06.10.2003 № 131-FZ. Ob obshchikh printsipakh organizatsii mestnogo samoupravleniya v Rossiyskoy Federatsii [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.consultant.ru>.
2. Voskanov, M.E. Gosudarstvennaya politika v oblasti publichnogo upravleniya razvitiem sotsial'no-ekonomicheskikh makrosistem v usloviyakh globalizatsii i stanovleniya informatsionnogo obshchestva / M.E. Voskanov // Kant. – 2019. – № 3(32) [Electronic resource]. – Access mode : <https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennaya-politika-v-oblasti-publichnogo-upravleniya-razvitiem-sotsialno-ekonomicheskikh-makrosistem-v-usloviyah-globalizatsii>.
3. Doronin, A.N. Napravleniya i perspektivy razvitiya publichnogo upravleniya /

A.N. Doronin // Upravlencheskoye konsul'tirovaniye. – 2023. – № 10(178). – S. 113–119 [Electronic resource]. – Access mode : <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-i-perspektivy-razvitiya-publichnogo-upravleniya>.

4. Kolesnichenko, Ye.A. Organizatsionnyye struktury organov mestnogo samoupravleniya v usloviyakh proyektnogo upravleniya / Ye.A. Kolesnichenko, YA.YU. Radyukova, M.A. Kopylov // Vestnik Samarskogo munitsipal'nogo instituta upravleniya. – 2020. – № 1. – S. 34–40.

5. Filatov, S.G. Sravnitel'nyy analiz innovatsionnykh podkhodov v sisteme publichnogo upravleniya / S.G. Filatov, K.O. Yermolina, Ye.B. Khomenko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2024. – № 9(159). – S. 74–77.

© И.С. Изотов, Е.Б. Хоменко, 2025

УДК 37.013

А.Р. СМОЛЬНОВ, Е.А. ЕГОРОВ, В.В. ЧЕРНЫШЕНКО, А.А. РУСАНОВА

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел

РАЗВИТИЕ МЕНЕДЖМЕНТА В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ: ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Ключевые слова: инновационные управленческие стратегии; развитие и перспективы менеджмента; российская экономика; управление в условиях цифровой экономики; цифровые технологии.

Аннотация. В статье рассматриваются особенности развития управленческих практик в современной России в контексте активной цифровизации экономики и общества. Проанализированы ключевые тенденции цифровой трансформации, влияющие на структуру и функции менеджмента, а также выявлены основные вызовы и возможности для российских организаций. На базе системного подхода исследуется влияние цифровых технологий на процессы принятия решений, организационную культуру и управленческие стратегии. Представленные результаты способствуют лучшему пониманию динамики развития менеджмента и формированию эффективных моделей управления в условиях цифровой экономики России.

Гипотеза исследования: цифровизация экономики оказывает существенное влияние на развитие менеджмента в современной России, трансформируя традиционные управленческие подходы и способствуя формированию новых моделей эффективного управления, адаптированных к цифровой среде. Цель исследования – определить особенности и перспективы развития менеджмента в современной России в условиях цифровизации, а также выявить основные факторы, влияющие на трансформацию управленческих процессов. Задачи исследования: анализ современных теоретических подходов к цифровизации и ее влияния на менеджмент, определение вызовов и возможностей, связанных с развитием менеджмента в цифровую эпоху в России.

Результаты исследования: выявить, что цифровизация способствует существенной трансформации управленческих процессов в российских компаниях, так как внедряются новые подходы к принятию решений, коммуникациям и организации труда. Разработаны практические рекомендации по интеграции цифровых технологий в управленческие практики, что позволяет повысить адаптивность и конкурентоспособность российских организаций в условиях цифровой экономики.

Цифровая трансформация является одним из ключевых факторов, кардинально меняющих современный менеджмент во всем мире, включая Россию. Основные тенденции цифровой трансформации, влияющие на структуру и функции менеджмента, затрагивают несколько взаимосвязанных аспектов.

Во-первых, цифровизация приводит к децентрализации управленческих процессов и более гибкой организационной структуре. Традиционные иерархические модели управления постепенно уступают место более адаптивным, сетевым и проектным формам взаимодействия, что требует от менеджеров новых компетенций в области координации, коммуникаций и принятия решений в условиях повышенной динамики и неопределенности.

Во-вторых, цифровые технологии способствуют автоматизации рутинных задач и аналитике больших данных (*Big Data*), что изменяет функции менеджеров, смещая акцент с контролирующих и администрирующих задач на стратегическое планирование и инновационное развитие. Это позволяет управленцам принимать более обоснованные решения, опираясь на своевременную и достоверную

информацию.

В-третьих, цифровизация требует трансформации корпоративной культуры и развития нового типа лидерства, ориентированного на открытость, обучение и опытное внедрение технологических новшеств. Менеджеры должны выступать агентами изменений, стимулировать инновационное мышление и формировать среду, способствующую цифровой адаптации сотрудников.

Однако вместе с возможностями цифровая трансформация ставит перед российскими организациями существенные вызовы. Среди них – недостаток квалифицированных кадров с цифровыми компетенциями, консерватизм и сопротивление изменениям в традиционных управленческих структурах, а также инфраструктурные ограничения и разнообразие уровня цифровой зрелости организаций. Кроме того, вопросы информационной безопасности и защита персональных данных становятся критическими для поддержания доверия и устойчивости бизнеса.

Вместе с тем цифровизация открывает значительные возможности для повышения эффективности управления, ускорения процессов принятия решений, улучшения клиентского опыта и выхода на новые рынки. Российские компании, успешно интегрирующие цифровые технологии в управленческие практики, получают конкурентное преимущество как на внутреннем, так и на международном уровне.

Традиционные иерархические структуры организации часто предполагают жесткое рас-

пределение обязанностей и длительные циклы согласования решений. В условиях цифровой экономики, когда изменения происходят быстро и непредсказуемо, такие модели становятся менее эффективными. На смену им приходят гибкие и проектные организационные модели, позволяющие оперативно адаптироваться к внешним и внутренним изменениям. Гибкость означает способность структуры и процессов быстро перестраиваться, изменять приоритеты и методы работы в ответ на новые вызовы и возможности. Это выражается в минимальной бюрократии, высокой степени автономии подразделений и сотрудников, а также в использовании итеративных процессов планирования и контроля.

Проектная организация – это сосредоточение ресурсов и управленческих усилий вокруг конкретных задач или целей с четко заданными сроками и результатами. Проекты объединяют специалистов из разных отделов, создавая межфункциональные команды, которые работают автономно и имеют полномочия для быстрого принятия решений.

Большинство преимуществ использования гибких и проектных моделей для менеджмента позволяют совершенствовать сложившуюся систему: быстрая реакция на изменения (команды могут оперативно менять направление работы, адаптироваться под новые требования рынка или технологии), эффективное управление ресурсами (ресурсы распределяются по проектам в соответствии с приоритетами, что снижает избыточные затраты).

Список литературы

1. Грошев, И.В. Менеджмент организационной культуры в условиях цифровизации предприятий / И.В. Грошев, А.В. Жерегеля, Д.В. Школьный // Управление. – 2019. – Т. 7. – № 2. – С. 33–38.
2. Кузнецов, В.Г. Социализация и электронная культура / В.Г. Кузнецов // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. ИНИОН РАН. – 2015. – Т. 2. – № 10. – С. 420–423.
3. Худяков, В.В. Роль и место «открытого новатора» в модели развития инноваций / В.В. Худяков, И.Ю. Мерзлов // Дискуссия. – 2024. – № 5(126). – С. 67–77.

References

1. Groshev, I.V. Menedzhment organizatsionnoy kul'tury v usloviyakh tsifrovizatsii predpriyatiy / I.V. Groshev, A.V. Zheregelya, D.V. Shkol'nyy // Upravleniye. – 2019. – T. 7. – № 2. – S. 33–38.
2. Kuznetsov, V.G. Sotsializatsiya i elektronnoy kul'tura / V.G. Kuznetsov // Rossiya: tendentsii i

perspektivy razvitiya. Yezhegodnik. INION RAN. – 2015. – T. 2. – № 10. – S. 420–423.

3. Khudyakov, V.V. Rol' i mesto «otkrytogo novatora» v modeli razvitiya innovatsiy / V.V. Khudyakov, I.YU. Merzlov // Diskussiya. – 2024. – № 5(126). – S. 67–77.

© А.Р. Смольнов, Е.А. Егоров, В.В. Чернышенко, А.А. Русанова, 2025

Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Роль науки в развитии общества (перспективные технологии, науки о жизни)»

п. Листвянка (озеро Байкал), Россия, 23–25 сентября 2025 г.

Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference “The Role of Science in the Development of Society (Advanced Technologies, Life Sciences)”

Kaliningrad, Russia, May 5–7, 2025

Организационный комитет:

Воронкова О.В. (Россия)
Voronkova O.V. (Russia)
Тютюнник В.М. (Россия)
Tyutyunnik V.M. (Russia)
Бикезина Т.В. (Россия)
Bikezina T.V. (Russia)
Ризокулов Т.Р. (Таджикистан)
Rizokulov T.R. (Tajikistan)
Ялунер Е.В. (Россия)
Yaluner E.V. (Russia)
Серых А.Б. (Россия)
Serykh A.B. (Russia)
Санджай Ядав (Индия)
Sanjay Yadav (India)
Малинина Т.Б. (Россия)
Malinina T.B. (Russia)
Беднаржевский С.С. (Россия)
Bednarzhevsky S.S. (Russia)
Надточий И.О. (Россия)
Nadtochy I.O. (Russia)
Харуби Науфел (Тунис)
Kharroubi Naoufel (Tunisia)
Чамсутдинов Н.У. (Россия)
Chamsutdinov N.U. (Russia)
У Сунцзе (Китай)
Wu Songjie (China)
Аманбаев М.Н. (Казахстан)
Amanbayev M.N. (Kazakhstan)
Ду Кунь (Китай)
Du Kun (China)

Разделы конференции:

МАШИНОСТРОЕНИЕ:

MECHANICAL ENGINEERING:

– Машиностроение и приборостроение

– Mechanical Engineering and Instrument Making

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ:

TECHNICAL SCIENCES:

– Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

– Product quality management. Standardization. Production organization

Учредитель
МОО «Фонд развития
науки и культуры»

УДК 661.9.015

В.Е. ОВСЯННИКОВ¹, С.С. ЧУЙКОВ¹, М.О. ЧЕРНЫШОВ¹, А.С. ГУБЕНКО¹,
Д.В. ФАДЮШИН²

¹ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень;

²ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», г. Курган

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ПЕЧАТИ НА ТОЧНОСТЬ ФОРМЫ ДЕТАЛЕЙ

Ключевые слова: аддитивные технологии; печать; производство; режимы; точность формы.

Аннотация. Статья посвящена вопросам исследования степени влияния режимов печати по технологии использования полимерной нити на параметры точности формы получаемых деталей. Цель исследования – выявление взаимосвязи между режимами печати и параметрами точности формы получаемых деталей в поперечном сечении. Задачи исследования состоят в проведении экспериментальных исследований, где в качестве входных параметров используются режимы печати (высота слоя и ширина линии), а в качестве выходного параметра – погрешность формы деталей в поперечном сечении (отклонение от круглости). Методы исследования: планирование и организация эксперимента, методы технологии машиностроения и регрессионный анализ. В результате проведенных исследований было установлено, что между рассматриваемыми параметрами имеется корреляционная связь.

Введение

Изготовление изделий на основе использования послойного наращивания используется в современной промышленности достаточно широко. Одной из наиболее простых и дешевых технологий данного класса является печать полимерной нитью, которую подвергают нагреву до полужидкого состояния и в дальнейшем пропускают через сопло. При таком подходе получается изделие, которое состоит из послойно нанесенных участков, конфигурация поверхности приведена на рис. 1.

Важным аспектом, который необходимо

учитывать при использовании любой технологии, является взаимосвязь между технологическими режимами и параметрами точности и качества поверхности получаемых изделий. Точность формы деталей в поперечном сечении является нормированным показателем и оказывает влияние на такие эксплуатационные свойства, как износостойкость, качество посадок и т.д. [1–4].

Вопросы технологического обеспечения заданных требований точности формы деталей в поперечном сечении при традиционной схеме производства (при использовании механической обработки с удалением слоя материала) изучены на сегодня достаточно подробно [5–8]. Установлена взаимосвязь между режимами обработки и получаемыми значениями точности формы, также при использовании механической обработки в технологическом процессе необходимо учитывать фактор наследственности [9–11]. Однако применительно к рассматриваемому в данной работе классу технологических процессов вопросы обеспечения требуемых параметров точности формы рассмотрены недостаточно.

Так, в работах [12; 13] рассматривается либо точность размеров деталей, либо обеспечение требуемых параметров шероховатости поверхностей при трехмерной печати. Соответственно, имеет место важная задача, которая заключается в выработке подхода к обеспечению требуемых параметров точности формы деталей, которые изготавливаются посредством печати расплавленной полимерной нитью.

Цель исследования – выявление взаимосвязи между режимами печати и параметрами точности формы получаемых деталей в поперечном сечении.

Материалы и методы исследования: образцы для исследований изготавливались на принтере модели *Vector 300*. В качестве мате-

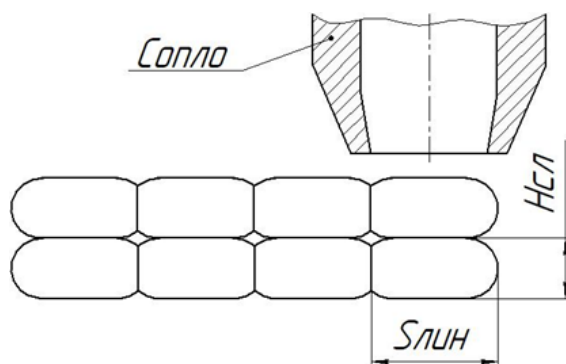


Рис. 1. Схема образования поверхности

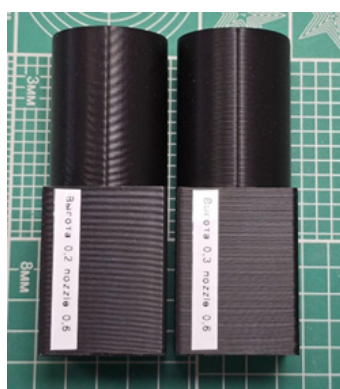


Рис. 2. Образцы для исследования

Таблица 1. Режимы резания образцов (на стадии постобработки)

Параметр режима резания	Обозначение	Интервал изменения
Подача	S , мм/об	0,2–0,5
Глубина резания	t , мм	0,45–0,75
Скорость резания	V , м/мин	80–200

риала был использован *ABS* пластик. Конфигурация образцов для исследования представлена на рис. 2.

Механическая обработка напечатанных образцов выполнялась на токарном станке с числовым программным управлением марки *DMC 300 ecoline*. Обработка велась с использованием резцов, которые снабжены пластинами с механическим креплением. Для получения лучшего результата были использованы пластины с увеличенным радиусом при вершине (предназначенные для чистовой обработки).

Диапазон режимов обработки приведен в табл. 1.

Измерение отклонений формы осуществлялось индикатором часового типа без снятия детали со станка. Для анализа результатов измерений были использованы специальное программное обеспечение и методика, которая основана на анализе Фурье с целью отсеивания погрешностей [14]. Интерфейс программного обеспечения представлен на рис. 3.

В результате анализа определялись значения среднего арифметического отклонения

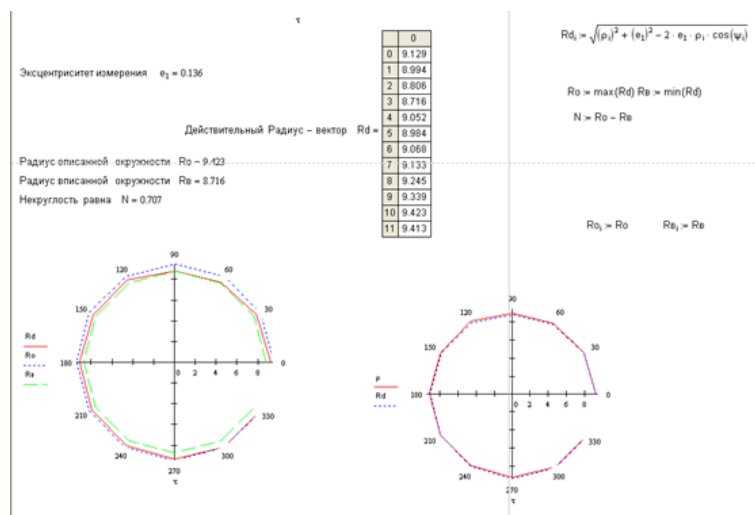


Рис. 3. Интерфейс программного обеспечения

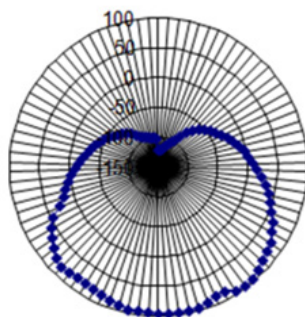


Рис. 4. Пример круглограммы

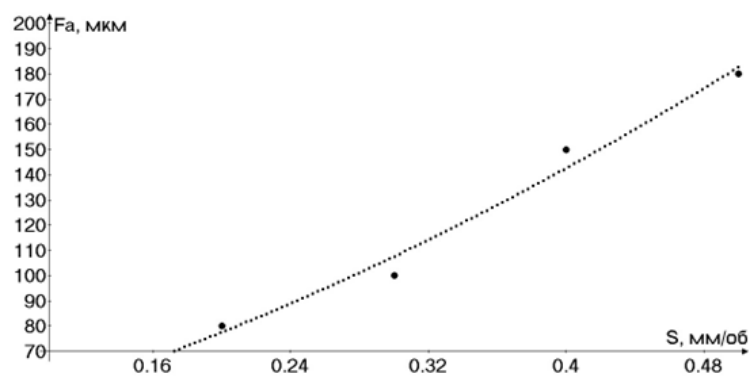


Рис. 5. Зависимость точности формы от подачи при глубине резания, равной 0,45 мм

профиля детали (Fa). Зависимости между параметрами режимов резания и средним арифметическим отклонением профиля определялись на основе использования регрессионного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 4 приведен пример круглограммы, полученной в результате измерений.

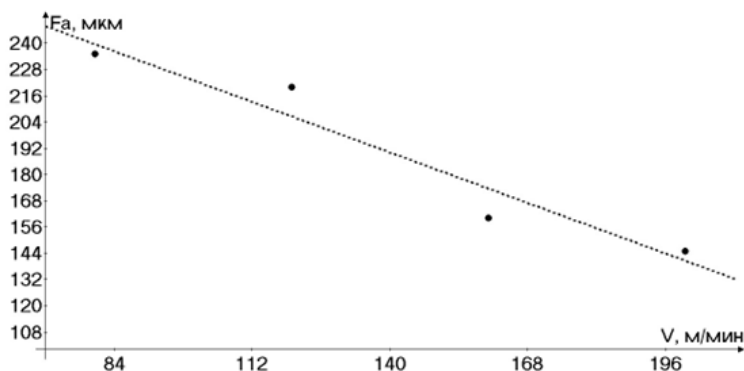


Рис. 6. Зависимость точности формы от подачи скорости резания

Как итог обработки данных измерений были получены зависимости значений среднего арифметического отклонения профиля $F(a)$ от продольной подачи (S) и скорости резания (V). Пример графического представления зависимостей приведен на рис. 5 и 6.

В результате регрессионного анализа были получены зависимости между параметрами режимов резания и погрешностью формы при обработке деталей, напечатанных на 3D-принтере, также оценивался коэффициент детерминации R .

При $t = 0,45$ мм:

$$F(a) = 250 \cdot S^2 + 175 \cdot S + 32,5, R = 0,98;$$

$$F(a) = -(5,1282763 \cdot 10^{-19}) \cdot V^2 - 0,825 \cdot V + 305,5, R = 0,94.$$

При $t = 0,75$ мм:

$$F(a) = 250 \cdot S^2 + 255 \cdot S + 49,5, R = 0,99;$$

$$F(a) = 0,003125 \cdot V^2 - 1,65 \cdot V + 348,5,$$

$$R = 0,99.$$

Выводы

Полученные результаты исследований показывают, что механическая обработка деталей, которые были изготовлены на принтере посредством аддитивных технологий, позволяет повысить их точность формы. Характер зависимостей между среднеарифметическим отклонением формы и параметрами режимов резания подобен случаю обработки материалов со стандартными свойствами [14]. Это обстоятельство можно считать подтверждением правильности полученных результатов.

В качестве перспективы дальнейших исследований имеет смысл изучить влияние износа режущего инструмента на картину обработки деталей рассматриваемого класса.

Список литературы

1. Безъязычный, В.Ф. Метод подобия в технологии машиностроения / В.Ф. Безъязычный. – М. : Инфра-инженерия, 2021. – 356 с.
2. Василега, Д.С. Управление качеством / Д.С. Василега, Н.А. Василега, М.С. Остапенко, А.М. Тверяков. – Тюмень : ТИУ, 2022. – 142 с.
3. Суслов, А.Г. Качество машин / А.Г. Суслов, Э.Д. Браун, Н.А. Виткевич [и др.] // Справочник: в 2 т. – М. : Машиностроение. – 1995. – Т. 1. – 256 с.
4. Схиртладзе, А.Г. Надежность и диагностика технологических систем / А.Г. Схиртладзе, М.С. Уколов, А.В. Скворцов. – М. : Новое знание, 2008. – 326 с.
5. Суслов, А.Г. Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя деталей / А.Г. Суслов. – М. : Машиностроение, 1987. – 208 с.
6. Altintas, Y. Identification of dynamic cutting force coefficients and chatter stability with process damping / Y. Altintas, M. Eynian, H. Onozuka // CIRP Annals – Manufacturing Technology. – 2008. – No. 57. – P. 371–374.

7. Kushner, V. Modelling the material resistance to cutting / V. Kushner, M. Storchak // International Journal of Mechanical Sciences. – 2017. – Vol. 126. – P. 44–54.
8. Рогов, Е.Ю. Технологическое обеспечение точности формы в поперечном сечении деталей при токарной обработке на станках с ЧПУ / Е.Ю. Рогов, В.Е. Овсянников, Е.М. Кузнецова, Р.Ю. Некрасов // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 1(151). – С. 112–117.
9. Некрасов, Р.Ю. Повышение качества проектирования операций механической обработки деталей из материалов с обратным распределением твердости / Р.Ю. Некрасов, В.В. Долгушин, А.С. Губенко // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 11(161). – С. 87–92.
10. Губанов, В.Ф. Управление качеством поверхности при финишной обработке деталей выглаживанием / В.Ф. Губанов, В.В. Марфицын, В.Н. Орлов, А.Г. Схиртладзе // Учебное пособие. – Курган: Курганский государственный университет, 2007. – 84 с.
11. Губанов, В.Ф. Выглаживание: качество, технологии и инструменты / В.Ф. Губанов. – М. : Академия Естествознания, 2013. – 69 с.
12. Yuan, L. Additive manufacturing technology for porous metal implant applications and triple minimal surface structures: A review / L. Yuan, S. Ding, C. Wen // Bioactive Materials. – 2019. – Vol. 4. – P. 56–70.
13. Peng, T. Dual-objective Analysis for Desktop FDM Printers: Energy Consumption and Surface Roughness / T. Peng, F. Yan // Procedia CIRP. – 2018. – Vol. 69. – P. 106–111.
14. Рогов, Е.Ю. Автоматическое обеспечение точности формы при обработке на станках с ЧПУ / Е.Ю. Рогов, А.К. Остапчук, В.Е. Овсянников // – Курган: КГУ, УрГУПС. – 2023. – 174 с.

References

1. Bez"yazychnyy, V.F. Metod podobiya v tekhnologii mashinostroyeniya / V.F. Bez"yazychnyy. – М. : Infra-inzheneriya, 2021. – 356 с.
2. Vasilega, D.S. Upravleniye kachestvom / D.S. Vasilega, N.A. Vasilega, M.S. Ostapenko, A.M. Tveryakov. – Tyumen' : TIU, 2022. – 142 с.
3. Suslov, A.G. Kachestvo mashin / A.G. Suslov, E.D. Braun, N.A. Vitkevich [i dr.] // Spravochnik: v 2 t. – М. : Mashinostroyeniye. – 1995. – Т. 1. – 256 с.
4. Skhirtladze, A.G. Nadezhnost' i diagnostika tekhnologicheskikh sistem / A.G. Skhirtladze, M.S. Ukolov, A.V. Skvortsov. – М. : Novoye znaniye, 2008. – 326 с.
5. Suslov, A.G. Tekhnologicheskoye obespecheniye parametrov sostoyaniya poverkhnostnogo sloya detaley / A.G. Suslov. – М. : Mashinostroyeniye, 1987. – 208 с.
8. Rogov, Ye.YU. Tekhnologicheskoye obespecheniye tochnosti formy v poperechnom sechenii detaley pri tokarnoy obrabotke na stankakh s CHPU / Ye.YU. Rogov, V.Ye. Ovsyannikov, Ye.M. Kuznetsova, R.YU. Nekrasov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2024. – № 1(151). – С. 112–117.
9. Nekrasov, R.YU. Povysheniye kachestva proyektirovaniya operatsiy mekhanicheskoy obrabotki detaley iz materialov s obratnym raspredeleniyem tverdsti / R.YU. Nekrasov, V.V. Dolgushin, A.S. Gubenko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2024. – № 11(161). – С. 87–92.
10. Gubanov, V.F. Upravleniye kachestvom poverkhnosti pri finishnoy obrabotke detaley vyglazhivaniyem / V.F. Gubanov, V.V. Marfitsyn, V.N. Orlov, A.G. Skhirtladze // Uchebnoye posobiye. – Kurgan: Kurganskiy gosudarstvennyy universitet, 2007. – 84 с.
11. Gubanov, V.F. Vyglazhivaniye: kachestvo, tekhnologii i instrumenty / V.F. Gubanov. – М. : Akademiya Yestestvoznaniya, 2013. – 69 с.
14. Rogov, Ye.YU. Avtomaticheskoye obespecheniye tochnosti formy pri obrabotke na stankakh s CHPU / Ye.YU. Rogov, A.K. Ostapchuk, V.Ye. Ovsyannikov // – Kurgan: KGU, UrGUPS. – 2023. – 174 с.

УДК 658.512

*О.С. ХАРИНА, Э.Р. ЖДАНОВ, Л.М. ЧЕРВЯКОВ, А.В. ОЛЕЙНИК**ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва*

«УМНЫЕ» ИНСТРУМЕНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Ключевые слова: моделирование; производственный комплекс; производственный процесс; управление качеством; управление производством.

Аннотация. Производственные комплексы представляют собой сложные системы, включающие различные технологические процессы, оборудование и всевозможные ресурсы. Для эффективного управления такими комплексами необходимы современные умные (интеллектуальные) инструменты, способные анализировать данные, выявлять закономерности и оптимизировать производственные процессы. Статья посвящена обзору современных методов и инструментов анализа и моделирования производственных комплексов, существующих программных продуктов по организации управления производственно-технологическими системами, а также рассмотрению перспектив создания отечественного программного продукта для организации эффективного управления процессом производства.

Введение

Современный промышленный сектор сталкивается с растущими вызовами, такими как повышение конкурентоспособности, сокращение затрат и улучшение качества продукции. Эффективное управление производственными процессами становится ключевым фактором успеха предприятий.

Производственный комплекс – это сложная система организации промышленного производства, объединяющая ряд связанных между собой элементов и обеспечивающая, как правило, выполнение полного цик-

ла выпуска конечной продукции. Такой комплекс объединяет совокупность подразделений, участков, цехов, а порой и отдельных заводов, а также других структурных единиц, каждая из которых специализируется на определенной стадии производственного процесса. Основная цель управления производственным комплексом заключается в обеспечении эффективной координации всех этапов изготовления продукта – начиная от проектирования и закупки материалов до контроля качества готовой продукции и ее доставки конечному потребителю.

Современные производственные комплексы характеризуются высокой степенью сложности и разнообразием технологических процессов. Эффективность их функционирования зависит от множества факторов, включая качество сырья, состояние оборудования, квалификацию персонала и внешние условия на каждом этапе жизненного цикла изделия.

Важным вопросом является вся цепочка по управлению производственным процессом: освоение технологии – подготовка производства – создание прототипа – внедрение/коммерциализация продукта. Следует отметить, что подготовка к освоению технологии и подготовка производства занимают львиную долю всей цепочки изготовления прототипа (*MVP*) и в дальнейшем конечного продукта [1]. На первых этапах проектирования, особенно высокотехнологической продукции, для повышения производительности и снижения затрат, как показывает практика, необходимо применять интеллектуальные методы анализа и моделирования, позволяющие выявить скрытые закономерности и оптимизировать дальнейшее производство. Далее рассмотрим основные направления развития интеллектуальных инструментов.

Методы анализа и моделирования производственных комплексов

Для успешного анализа и моделирования производственных комплексов применяют разнообразные научные методы и инструменты, направленные на выявление закономерностей, оценку рисков и оптимизацию бизнес-процессов. Рассмотрим методы, которые наиболее целесообразно использовать на этапе проектирования высокотехнологической продукции, а также программные продукты, позволяющие это сделать.

Аналитика больших данных и статистический анализ

Анализ больших данных включает обработку огромных объемов разнородной информации, поступающей из различных источников. Современные технологии аналитики позволяют выявлять скрытые закономерности, такие как взаимосвязь между качеством сырья и выходом готовой продукции. Использование аналитических платформ и облачных сервисов делает возможным проведение масштабных исследований даже для небольших предприятий.

Статистические методы позволяют обрабатывать большие объемы данных, выявляя корреляции между различными параметрами производства. Например, регрессионный анализ используется для определения зависимости качества продукции от условий производства.

В настоящее время указанные методы реализованы в таких программных продуктах для промышленных комплексов, как *Predictive Analytics (SAP PA)*, *SPSS Modeler (IBM)*, *Predix (General Electric)*, *Tableau (Salesforce)*. У представленных решений есть свои преимущества и недостатки. В качестве преимуществ программных комплексов стоит отметить возможность их интеграции с различными источниками данных, большой выбор сценариев автоматизации процессов анализа больших объемов данных. Недостатком указанных решений являются их высокая стоимость, сложность настройки и интеграции с отечественными системами, высокие требования к инфраструктуре и безопасности данных, что затрудняет их внедрение в малых технологических компаниях (МТК) и на средних

предприятиях.

Машинное обучение

Машинное обучение позволяет строить модели, способные предсказывать поведение сложных систем на основе исторических данных. Нейронные сети, деревья решений и другие алгоритмы машинного обучения применяются для прогнозирования отказов оборудования, оптимизации режимов работы и выявления аномалий в производственном процессе, а также позволяют автоматизировать принятие решений. Эти методы обладают большей гибкостью и точностью, но требуют значительных вычислительных ресурсов и квалифицированных специалистов.

Данные инструменты реализованы в таких программных продуктах для промышленных комплексов, как *Predix (General Electric)*, *MindSphere (Siemens)*, *FactoryTalk InnovationSuite (Rockwell Automation)*, *Manufacturing Analytics for the IoT (SAS)* и др. [2]. В качестве преимуществ указанных систем стоит отметить гибкость и адаптивность к различным сценариям промышленной аналитики, возможность быстрого прототипирования новых продуктов и услуг. Недостатком этих решений являются их высокая стоимость внедрения и сопровождения, возможные проблемы совместимости с устаревшими версиями оборудования клиентов и в целом использования стороннего оборудования (непроизводимого перечисленными компаниями-производителями), что затрудняет их внедрение на отечественных предприятиях.

Имитационное моделирование

Имитационные модели воспроизводят работу производственного комплекса в виртуальной среде, позволяя исследовать влияние различных факторов на производительность и затраты. Такие модели используются для оценки эффективности новых технологий, планирования ремонтных работ и оптимизации логистических цепей. Имитационное моделирование особенно полезно в условиях неопределенности, когда невозможно провести эксперименты на реальных объектах.

Данные модели реализованы в таких программных продуктах для промышленных комплексов, как *AnyLogic (XJ Technologies)* [3],

Таблица 1. Сравнительная характеристика программного обеспечения для моделирования этапа проектирования продукта

Наименование характеристики	<i>AnyLogic</i>	<i>Simio</i>	<i>Arena</i>
Интерфейс	Сложный	Простой	Простой
Интеграция с популярными инструментами аналитики, статистики, внешними источниками данных	Есть	Есть	Есть
Надежность и стабильность	Высокая	Средняя	Высокая
Стоимость	Очень высокая (чем крупнее проект – тем дороже)	Высокая	Средняя
Кастомизация моделей	Высокая	Ограничена	Низкая
Требования к квалификации	Очень высокие	Стандартные	Высокие
Область применимости	Широкая	Ограничена	Широкая
3D-визуализация	Развитые возможности	Развитые возможности	Недостаточно развитый модуль
Требования к ресурсам компьютера	Высокие (при больших проектах чрезвычайно высокие)	Стандартные	Стандартные
Поддержка моделей	Поддержка разных типов моделей	Менее гибкий при построении нестандартных моделей	Слабая поддержка агентного моделирования и методологии системной динамики
Локализация документации	Высокая	Низкая	Средняя

Arena (Rockwell Automation), *FlexSim* (FlexSim Software Products Inc.), *Plant Simulation* (Siemens) [4], *PlantFlow* (Promodel Corporation) и др. В качестве преимуществ указанных решений стоит выделить многофункциональность и поддержку разных типов моделей, а также возможность интеграции с внешними источниками данных. Недостатком решений являются сложность интерфейса, высокие требования к ресурсам компьютера для симуляции сложных моделей, высокая стоимость лицензии, особенно для малых и средних предприятий.

Интеллектуальные инструменты анализа и моделирования производственных комплексов

Интеллектуальные инструменты анализа и моделирования производственных комплексов – это специализированные программы, методы и технологии, предназначенные для комплексного

анализа, прогнозирования и оптимизации производственных процессов. Эти инструменты используют продвинутые алгоритмы машинного обучения, статистику, имитацию (симуляцию) и математическое моделирование для обработки больших объемов данных, выявления скрытых закономерностей и выработки рекомендаций по повышению эффективности производства. Рассмотрим более подробно конкретные инструменты.

Анализ данных и машинное обучение

Для анализа больших объемов данных и построения моделей машинного обучения широко используется язык программирования *Python* (с библиотеками *Pandas*, *NumPy*, *Scikit-Learn*). С его помощью можно выявить закономерности в производственном процессе и спрогнозировать конечный результат. На этапе проектирования его можно использовать для

Таблица 2. Сравнительная характеристика программного обеспечения для оптимизации производственных процессов и управления производством и ресурсами

Наименование характеристики	<i>CPLEX / Gurobi</i>	<i>LINDO / LINGO</i>	<i>SAP ERP</i>	<i>Oracle EBS</i>	<i>MS Dynamics AX</i>
Тип программного обеспечения (ПО)	Оптимизаторы	Оптимизаторы	ERP	ERP	ERP
Основное назначение	Решение оптимизационных задач линейного и нелинейного программирования	Решение оптимизационных задач линейного и нелинейного программирования	Управление ресурсами предприятия: финансы, логистика, HR и др.	Управление ресурсами предприятия: финансы, логистика, HR и др.	Управление ресурсами предприятия: финансы, логистика, HR и др.
Поддерживаемые языки программирования	<i>Python, Java, C++, MATLAB</i> и др.	<i>Visual Basic, Excel Add-in, API</i> -интерфейсы	<i>ABAP, JavaScript, HTML5, XML</i>	<i>PL/SQL, Java, .NET</i>	<i>.NET Framework (.C#, VB.NET)</i>
Совместимость платформ	<i>Windows, Linux, macOS</i>	<i>Windows, Linux</i>	<i>Windows, Unix-based</i>	<i>Unix-like, Windows</i>	<i>Windows</i>
Производительность	Высокий уровень производительности, эффективные алгоритмы решателей	Хорошая скорость вычислений, интуитивный интерфейс для пользователей	Широкий спектр возможностей для крупных компаний, высокая интеграция	Мощная база данных, надежная инфраструктура, высокая совместимость	Удобство настройки и адаптации, поддержка малого и среднего бизнеса
Стоимость	Высокая	Низкая	Очень высокая	Высокая	Средняя
Сложность внедрения	Средняя	Низкая	Высокая	Высокая	Средняя
Настройка	Легко настраиваются через <i>SDK</i>	Простая конфигурация через <i>GUI</i>	Сложная настройка модулей	Глобально сложная настройка и интеграция	Гибкая настройка, простая структура
Понятность интерфейса	Среднего уровня, ориентирована на профессионалов	Высокая, дружелюбный интерфейс	Сложный, многоуровневый интерфейс	Сложный, объемный интерфейс	Доступный и удобный интерфейс

выявления аномалий в работе будущего конечного продукта.

Еще одним инструментом для анализа данных является язык *R* – статистический язык программирования, применяемый для обработки больших объемов данных, визуализации и статистического анализа. На этапе проектирования его можно использовать для поиска оптимальных параметров продукта, оптимизируя все характеристики: материалы, конструкцию, дизайн, стоимость.

Для того чтобы оценить полную картину производственного комплекса, можно использовать *Tableau* или *Power BI* – инструменты бизнес-аналитики, позволяющие визуализировать данные и строить интерактивные дашборды для

мониторинга.

Моделирование производственных процессов

Важной составляющей этапа проектирования продукта является возможность его моделирования. Существует ряд продуктов, которые следует использовать на данном этапе.

AnyLogic – универсальная платформа для моделирования сложных систем, включая производственные процессы. Поддерживает три метода моделирования: дискретно-событийное, агентное и системную динамику. Данная платформа позволяет осуществить симуляцию поведения системы или продукта в условиях не-

Таблица 3. Сравнительная характеристика программных решений *Minitab* и *JMP*

Наименование характеристики	<i>Minitab</i>	<i>JMP</i>
Интерфейс	Интуитивно понятный интерфейс	Интуитивно понятный интерфейс
Удобство использования	Графический интерфейс помогает упростить процессы анализа и интерпретации данных	Графический интерфейс помогает упростить процессы анализа и интерпретации данных
Стоимость	Высокая	Высокая
Поддержка шести сигм	Да	Да
Использование передовых методик обработки данных	Нет	Да
Скриптовые языки	отсутствуют	собственный язык скриптов (<i>JMP Scripting Language, JSL</i>)

определенности.

Simio – инструмент для имитационного моделирования, который позволяет создавать динамические модели производственных процессов, учитывать различные случайные факторы и проводить их оптимизацию. Данный инструмент можно использовать для оценки процесса изготовления продукции, а именно проведения анализа эффективности использования оборудования для производства конечной продукции, планирования рабочего графика, снижения потерь времени.

Arena – платформа для дискретно-событийного моделирования производственной цепочки, популярная среди инженеров и аналитиков. Используется для оптимизации работы цепочки поставок, складских операций и производства.

В табл. 1 представленная сравнительная характеристика программных решений.

Каждое из представленных решений имеет как преимущества, так и недостатки. Очевидно, что выбор программного продукта в первую очередь зависит от целей проектирования и моделирования. Если нужны широкие возможности моделирования и комплексные решения, то оптимальным будет *AnyLogic*. Для простых и быстрых разработок с хорошей визуализацией подойдет *Simio*. Если важна надежность и простота реализации стандартных моделей, оптимальным выбором станет *Arena*.

Оптимизация производственных процессов и управление производством и ресурсами

Для управления производственным ком-

плексом чаще всего используются рассмотренные далее инструменты.

CPLEX и *Gurobi* [5] – коммерческие пакеты для линейной и целочисленной оптимизации. Используются для нахождения оптимальных решений в задачах планирования производства, распределения ресурсов и управления запасами.

LINDO и *LINGO* [6] – пакеты для решения задач математической оптимизации, включая нелинейные и стохастические модели.

SAP ERP [7] – комплексная система управления предприятием, включающая модули для планирования производства, учета запасов, управления качеством и финансового контроля. Помогает при планировании ресурсов, управлении запасами, учете затрат, автоматизации отчетности.

Oracle E-Business Suite [8] – интегрированная система управления бизнесом, охватывающая все аспекты производственного процесса от закупок до сбыта продукции.

Microsoft Dynamics AX [9] – система управления ресурсами предприятия, ориентированная на малые и средние компании, обеспечивающая управление финансовыми потоками, логистикой и производством.

В табл. 2 представленная сравнительная характеристика указанных программных решений.

Выбор оптимального инструмента зависит от уровня сложности решаемых задач и размера предприятия. Продукты *LINDO/LINGO* больше предназначены для академических целей и помогают отработать общие принципы постро-

ения контроля производственных задач. Для промышленного применения следует использовать *CPLEX/Gurobi*. Среди *ERP*-решений *SAP* остается лидером, тогда как *Oracle* и *Microsoft* занимают свою нишу среди малых и средних организаций.

Автоматизированный контроль качества

Одной из важных составляющих процесса производства является проверка качества конечного продукта заявленным критериям и действующим стандартам. Ряд инструментов позволяет автоматизировать данный процесс и выявить «узкие» места.

Minitab [10] – программное обеспечение для статистического анализа и контроля качества – широко применяется в производственной сфере для проведения анализа причин отклонений и разработки корректирующих мероприятий.

JMP [10] – программа для статистического анализа данных, ориентированная на пользователей, работающих в области науки и промышленности. Позволяет выявлять ключевые параметры процесса производства и улучшать качество продукции.

В табл. 3 представлена сравнительная характеристика программных решений *Minitab* и *JMP*.

Описанные характеристики делают *Minitab* хорошим решением для начального этапа анализа данных и обучения основам статистики, но менее эффективным для профессиональных аналитиков, работающих с большими объемами данных и нуждающихся в глубокой настройке. В то же время *JMP* представляет собой мощный инструмент для анализа данных, предлагающий качественные визуальные представления и удобные инструменты для статистического анализа. Однако высокая стоимость и зависимость от определенных платформ (*Windows/MacOS*) ограничивают его широкое распространение.

Заключение

На основе проведенного обзора можно сделать выводы о необходимости создания унифицированного многофункционального программного продукта, который будет для организации эффективного управления производственными комплексами сочетать все требуемые компоненты, интеллектуальные инструменты

анализа и моделирования. Следует отметить, что с учетом значительного влияния на производственные комплексы современных экономических и политических факторов, такого рода программный продукт позволит нивелировать их и способствовать достижению технологического суверенитета.

Новый программный продукт для организации управления производственными комплексами должен включать:

- интерактивные панели мониторинга состояния процессов производства;
- возможность моделирования сложных производственных систем методом дискретно-событийного, агентного и системно-динамического подхода;
- модульность и интеграция с системами класса *ERP*, позволяющая планировать ресурсы, управлять запасами и себестоимостью, вести финансовый учет и формировать отчетность;
- имитация различных сценариев функционирования производственных линий с учетом факторов неопределенности и рисков;
- обеспечение сквозного цикла – от закупки сырья до выпуска готовой продукции и реализации товара;
- инструменты для анализа и оптимизации рабочих графиков, планов загрузки оборудования и маршрутов движения материалов;
- использование методов линейной, целочисленной, нелинейной и стохастической оптимизации для выбора наилучших решений;
- создание динамических моделей производственных процессов с возможностью оценки эффективности использования оборудования и рабочей силы;
- проведение экспериментов и стресс-тестов для выявления узких мест и повышения производительности;
- автоматическое выявление критичных показателей качества и отклонений от заданных стандартов;
- статистическую обработку данных для идентификации корневых причин дефектов и выработки рекомендаций по улучшению качества;
- графики, диаграммы и отчеты для наглядного представления результатов моделирования и анализа;
- масштабируемость, возможность адаптации функционала под нужды малых, средних и крупных компаний.

Интеллектуальные инструменты анализа и моделирования играют ключевую роль в повышении эффективности производственных комплексов. Их внедрение способствует снижению издержек, повышению качества продукции и эффективной организации управления производством в целом.

Развитие этих инструментов и разработка методологии и системы их комплексного применения позволит предприятиям адаптировать-

ся к новым условиям рынка и повысить свою конкурентоспособность.

Разработка отечественного программного продукта для управления производственными комплексами поможет компаниям решать широкий спектр задач, связанных с управлением сложными производственными системами, снижением издержек, повышением качества выпускаемой продукции и эффективностью использования ресурсов.

Работа выполнена за счет средств Государственного задания № FSSFZ-2024-0048.

Список литературы

1. Жданов, Э.Р. Гибкие методы управления технологическими процессами изготовления наукоемкой высокотехнологической продукции / Э.Р. Жданов, О.С. Харина, Д.В. Ермаков // Высокоэффективные инновационные технологии и инженерия поверхности: материалы Международной научно-технической конференции, 2024. – С. 129–132.
2. Денисов, С.Г. Программное обеспечение для физической части цифрового двойника и связи его элементов / С.Г. Денисов // Бюллетень инновационных технологий. – 2024. – Т. 8. – № 3(31). – С. 10–14.
3. Хроль, Е.В. Разработка имитационных моделей с помощью AnyLogic / Е.В. Хроль, А.Г. Уварова, А.В. Кужильный // Современные инновации, системы и технологии. – 2023. – Т. 3. – № 4. – С. 119–130.
4. Кормин, Т.Г. Применение имитационного моделирования при вводе в эксплуатацию производственной линии / Т.Г. Кормин, Н.И. Царицон, И.Н. Тихонов, С.А. Хирнов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2025. – № 53. – С. 88–110.
5. Чернавин, П.Ф. Управление качеством моделей регрессии на основе задач математического программирования / П.Ф. Чернавин, Н.П. Чернавин, Ф.П. Чернавин // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2023. – № 2(20). – С. 50–57.
6. Dar, A.M. Optimizing multi-objective multi-index transportation problems: a smart algorithmic solution with LINDO software / A.M. Dar, K. Selvakumar, S. Ramki, K.M. Karuppasamy, Ja.A. Ansari, A.A. Rather // Reliability: Theory & Applications. – 2023. – Т. 18. – № 4(76). – С. 154–167.
7. Цянь, Ф. Анализ потенциала применения российских и зарубежных SRM-систем в контексте управления системой закупок в промышленном предприятии / Ф. Цянь // Финансовые рынки и банки. – 2025. – № 3. – С. 116–119.
8. Коновалова, Ю.С. Сквозные технологии и инструменты управления бизнес-процессами в условиях санкционных ограничений / Ю.С. Коновалова, Д.С. Бурцев // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2023. – № 4. – С. 34–45.
9. Любинский, М.С. Применение алгоритмов машинного обучения для сегментации клиентов в CRM-системах на основе анализа больших данных / М.С. Любинский // Вестник науки. – 2025. – Т. 3. – № 4(85). – С. 804–807.
10. Ермашин, А.С. Качество процесса производства препаратов антиретровирусной терапии как важнейшая компонента качества жизни пациентов с ВИЧ в контексте отечественного фармацевтического рынка / А.С. Ермашин, И.М. Вьюгина, А.М. Фомина // Теоретическая экономика. – 2024. – № 7(115). – С. 102–120.

References

1. Zhdanov, E.R. Gibkiye metody upravleniya tekhnologicheskimi protsessami izgotovleniya naukoyemkoy vysokotekhnologicheskoy produktsii / E.R. Zhdanov, O.S. Kharina, D.V. Yermakov //

Vysokoeffektivnyye innovatsionnyye tekhnologii i inzheneriya poverkhnosti: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, 2024. – S. 129–132.

2. Denisov, S.G. Programmnoye obespecheniye dlya fizicheskoy chasti tsifrovogo dvoynika i svyazi yego elementov / S.G. Denisov // Byulleten' innovatsionnykh tekhnologiy. – 2024. – T. 8. – № 3(31). – S. 10–14.

3. Khrol', Ye.V. Razrabotka imitatsionnykh modeley s pomoshch'yu AnyLogic / Ye.V. Khrol', A.G. Uvarova, A.V. Kuzhil'nyy // Sovremennyye innovatsii, sistemy i tekhnologii. – 2023. – T. 3. – № 4. – S. 119–130.

4. Kormin, T.G. Primeneniye imitatsionnogo modelirovaniya pri vvode v ekspluatatsiyu proizvodstvennoy linii / T.G. Kormin, N.I. Tsaritson, I.N. Tikhonov, S.A. Khirnov // Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Elektrotekhnika, informatsionnyye tekhnologii, sistemy upravleniya. – 2025. – № 53. – S. 88–110.

5. Chernavin, P.F. Upravleniye kachestvom modeley regressii na osnove zadach matematicheskogo programmirovaniya / P.F. Chernavin, N.P. Chernavin, F.P. Chernavin // Avtomatizatsiya i modelirovaniye v proyektirovanii i upravlenii. – 2023. – № 2(20). – S. 50–57.

6. Dar, A.M. Optimizing multi-objective multi-index transportation problems: a smart algorithmic solution with LINDO software / A.M. Dar, K. Selvakumar, S. Ramki, K.M. Karuppasamy, Ja.A. Ansari, A.A. Rather // Reliability: Theory & Applications. – 2023. – T. 18. – № 4(76). – S. 154–167.

7. Tsyas', F. Analiz potentsiala primeneniya rossiyskikh i zarubezhnykh SRM-sistem v kontekste upravleniya sistemoy zakupok v promyshlennom predpriyatii / F. Tsyas' // Finansovyye rynki i banki. – 2025. – № 3. – S. 116–119.

8. Konovalova, YU.S. Skvoznnyye tekhnologii i instrumenty upravleniya biznes-protssami v usloviyakh sanktsionnykh ogranicheniy / YU.S. Konovalova, D.S. Burtsev // Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskyy menedzhment. – 2023. – № 4. – S. 34–45.

9. Lyubinskiy, M.S. Primeneniye algoritmov mashinnogo obucheniya dlya segmentatsii kliyentov v CRM-sistemakh na osnove analiza bol'shikh dannyykh / M.S. Lyubinskiy // Vestnik nauki. – 2025. – T. 3. – № 4(85). – S. 804–807.

10. Yermishin, A.S. Kachestvo protsessa proizvodstva preparatov antiretrovirusnoy terapii kak vazhneyshaya komponenta kachestva zhizni patsiyentov s VICH v kontekste otechestvennogo farmatsevticheskogo rynka / A.S. Yermishin, I.M. V'yugina, A.M. Fomina // Teoreticheskaya ekonomika. – 2024. – № 7(115). – S. 102–120.

© О.С. Харина, Э.Р. Жданов, Л.М. Червяков, А.В. Олейник, 2025

УДК 005.6

*И.В. ШАЦКАЯ, А.В. ШПАК, Э.Р. ЖДАНОВ, Р.А. ЯФИЗОВА**ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва*

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ И НЕЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ

Ключевые слова: динамические системы связи; моделирование математической модели нелинейной динамической системы; нелинейные цепи; управление качеством телекоммуникационных услуг.

Аннотация. В статье рассмотрены особенности моделирования и оптимизации нелинейных динамических систем связи и нелинейных цепей в целях повышения качества телекоммуникационных услуг на основе требований, которые предъявляются к подобным техническим устройствам. Дана характеристика методов анализа нелинейных динамических систем при усилении групповых сигналов. Сделан вывод о том, что моделирование связи между входным и выходным процессами приводит к значительному упрощению модели. Связь между входом объекта и выходом, получаемая с помощью такой модели, дает сведения, достаточные для проектирования систем управления, и целесообразна для применения в интересах повышения качества передачи телекоммуникационного трафика.

ния, усложняют процесс управления качеством предоставляемых услуг. В связи с этим основное внимание уделяется внедрению систем контроля качества для повышения наглядности и мониторинга опыта пользователей. Это также помогает определить ключевые объекты управления и, помимо этого, создавать новые сервисы для удовлетворения постоянно растущих требований клиентов [7]. Следует отметить, что надежные системы связи для управления качеством помогают телекоммуникационным компаниям демонстрировать приверженность качеству услуг связи и повышению потребительской ценности за счет сокращения времени цикла и норм возврата, обеспечения своевременных поставок, надежности и устранения дефектов.

Качество обслуживания относится к той категории задач, решение которых призвано обеспечить надежное движение трафика даже при ограниченной пропускной способности сети. Одним из способов управления качеством обслуживания в сфере телекоммуникаций являются моделирование и оптимизация нелинейных динамических систем связи и нелинейных цепей.

Введение

В сфере телекоммуникационных услуг для достижения стратегического успеха важна действенная система менеджмента качества, которая призвана повысить согласованность и стандартизировать процессы и результаты, а также обеспечить сокращение количества ошибок и рост операционной эффективности. В сфере телекоммуникаций задействован ряд элементов, таких как сетевые технологии, ИТ-системы, технические устройства, которые, без сомне-

Методы анализа нелинейных динамических систем связи

Нелинейные динамические системы связи могут включать системы автоматического фазирования и фазовой автоподстройки [1]. Они используются для решения задач синхронизации, стабилизации и управления фазой и частотой колебаний, фильтрации, демодуляции и других. Благодаря высокой точности, надежности, помехоустойчивости, способности работать на высоких и сверхвысоких частотах, а также технологичности эти системы являются неотъ-

емлемой частью практически любых систем связи.

В свою очередь, нелинейная цепь содержит хотя бы один элемент, параметры которого являются нелинейной функцией одной или нескольких переменных. Такие цепи содержат один или несколько приборов [8; 9], замена которых линейными моделями приводит к недопустимому нарушению количественной и качественной картины колебаний в цепи, что, естественно, неизбежно отражается на качестве телекоммуникационных услуг.

Сложность усилительных приемно-передающих трактов систем спутниковой и подвижной связи, качественно новые требования, предъявляемые к их параметрам и характеристикам, переход к цифровой технике и высокий уровень миниатюризации и интеграции требуют совершенствования существующих и создания новых методов моделирования нелинейных динамических систем и цепей на их основе. Моделирование нелинейных динамических систем связи позволяет управлять телекоммуникационными процессами передачи данных, обеспечивая их высокие качественные характеристики [2]. Для этого используют методы математической теории управления и нелинейной динамики.

Усилители мощности систем связи работают в сложных условиях, когда на их входы действует множество независимых сигналов, у которых амплитуды и частоты изменяются в широких пределах. Для выполнения своих функций твердотельное устройство должно обеспечивать минимальные нелинейные искажения. Поэтому предполагается расчет нелинейных характеристик, к которым относятся:

- изменение коэффициента передачи каскада под воздействием внеполосного сигнала;
- интермодуляция;
- нелинейные искажения передаваемого сигнала и огибающей модулированного сигнала;
- сжатие амплитуды и динамического диапазона сигнала, амплитудно-фазовые характеристики (АФХ) и др.

Оптимизация нелинейных динамических систем связи может включать, например, определение оптимальных параметров систем в широком диапазоне ускоряющих напряжений, токов электронного луча, диаметров пролетных

каналов [3].

Поэтому при проектировании таких устройств в интересах повышения качества телекоммуникационных услуг необходимо удовлетворить многим требованиям, подчас взаимно противоречивым. В результате возникает задача оптимизации схемы усилителя мощности, которая включает в себя выбор критериев и функционалов оптимизации, ориентированных на применение компьютеров, так как сложность задачи не позволяет решить ее аналитически.

Анализ нелинейных динамических систем, к которым относятся и нелинейные приемно-передающие тракты телекоммуникационных систем, точными методами весьма затруднен ввиду большой сложности, а зачастую и принципиальной невозможности достижения конечного результата [9]. Поэтому большое распространение получили приближенные методы исследования, в первую очередь те, которые позволяют распространить на нелинейные системы методы анализа линейных систем.

В настоящее время известны разнообразные методы исследования транзисторных СВЧ-устройств с комплексной нелинейностью [10]. Наиболее эффективным методом, позволяющим описать любое нелинейное устройство и оценить закономерности прохождения сигналов через него, является метод, основанный на решении нелинейных интегрально-дифференциальных уравнений. Однако оценить комплексное влияние множества нелинейных эффектов, свойственных радиоэлектронным цепям, путем составления и решения системы нелинейных дифференциальных уравнений в широком интервале переменных во многих случаях весьма затруднительно. Решения выполняются для частных случаев, и этот метод не универсален, то есть результаты решения не распространяются на другие подобные устройства.

Полезным является спектральный метод количественной оценки нелинейных свойств динамических усилительных систем. Этот метод не позволяет оценить воздействие сложных сигналов. Передаточные характеристики можно найти теоретически или экспериментально.

Метод исследования усилителей мощности должен обязательно соответствовать следующим требованиям:

- простота в использовании для широкого круга пользователей без специальной подготовки;
- точность расчетов должна быть соиз-

меряема с погрешностью измерительных приборов;

- программная реализация метода исследования усилителей мощности должна быть осуществлена с использованием стандартных языков программирования и достаточно простых разработанных диалоговых программ.

На практике используют ряд методов анализа нелинейных динамических систем при усилении групповых (квазислучайных) сигналов:

- численные и аналитические, как правило, приближенные способы решения системы нелинейных уравнений, описывающих работу устройств;

- гармонического баланса при фильтрации высших гармоник сигнала на выходе устройства;

- многомерных функциональных рядов Вольтерра;

- квазистационарный (квазистатистический, квазистационарной амплитуды), оценивающий нелинейные свойства цепи по комбинационному спектру сигнала и *IMD*;

- спектральные методы анализа на основе специально разработанных укороченных систем компьютерной математики;

- с помощью фазовой плоскости (в основном для нелинейных систем в виде автогенераторов) и ряда других менее заметных методов.

Особенности моделирования нелинейных динамических систем связи

При исследовании сложных радиотехнических систем на этапе их проектирования и разработки широко используется такой инструмент познания, как моделирование. Переход от изучения объекта непосредственно к изучению его свойств и характеристик через моделирование обусловлен рядом причин [4]:

- во-первых, не всегда построение реального объекта для изучения его свойств экономически оправдано;

- во-вторых, иногда представляет интерес не вся совокупность свойств объекта, а лишь их отдельная часть;

- в-третьих, модель обладает большой доступностью в смысле возможностей вариации параметрами и воздействующими факторами, вплоть до экстремальных случаев.

Процесс моделирования обычно включает следующие основные этапы [4].

1. Изучение исследуемой системы и выделение ее существенных характеристик.

2. Выбор подходящей модели, достаточно полно отражающей объект исследования.

3. Использование модели по ее назначению.

Ключевым и, пожалуй, самым сложным этапом этого процесса является этап выбора подходящей модели, которая, с одной стороны, должна быть достаточно простой, с другой, – довольно полно отражать исследуемый объект. При этом исследователю приходится решать задачу идентификации, то есть отождествления модели с объектом-оригиналом на основе эксперимента, иначе говоря, построения на основании анализа входа и выхода оптимальной, в определенном смысле, математической модели системы.

Если описывать нелинейные динамические системы с групповыми сигналами и цифровой огибающей исходя из свойств составляющих устройств, то получаются очень сложные модели. Если же не вникать во внутреннюю структуру исследуемой нелинейной системы, а моделировать связь между его входным и выходным процессами, то это приводит к значительному упрощению модели. Связь между входом объекта и выходом, получаемая с помощью такой модели, дает сведения, достаточные для проектирования систем управления, что, в свою очередь, может обеспечить заданный уровень качества основных параметров связи.

Формирование математической модели нелинейной динамической системы на основе результатов обработки регулируемых входных и выходных сигналов является ее идентификацией [5; 6]. Одна из существенных трудностей при идентификации нелинейных объектов состоит в многообразии типов нелинейных уравнений, их описывающих. Поэтому поиск универсальных форм моделей, адекватно описывающих, возможно, более широкий класс нелинейных объектов, представляет собой важную задачу проблемы идентификации.

Одним из наиболее широко разрабатываемых в этом направлении подходов является описание нелинейных динамических систем с помощью блочно-ориентированных моделей.

Математическое описание блочно-ориентированных моделей (идентификация) является упрощенным случаем представления функционального ряда общего вида. К таким системам относятся системы типа Винера, Гаммерштей-

на, нелинейные системы Заде, *Sm*-системы. Существуют методы активной и пассивной идентификации. При активной идентификации используются специально выбранные тестовые сигналы, а при пассивной – сигналы, возникающие в процессе нормальной эксплуатации систем. Каждый из этих методов имеет как достоинства, так и недостатки. При активной идентификации используются различные сигналы: скачки, гармонические и периодические сигналы, импульсы, случайные и псевдослучайные тестовые сигналы. При высокой точности определения импульсных характеристик более целесообразно использовать широкополосные тестовые сигналы. Они обладают высокой эффективностью по временным затратам на проведение экспериментов в нелинейной динамической системе с памятью.

При восстановлении модели нелинейной системы обычно предполагается, что искажающие процессы изменяют только параметры, которые оцениваются методами параметрической идентификации. Однако часто искажающие процессы в нелинейной системе приводят к изменению не только параметров модели, но и ее структуры, что обуславливает в диагностических исследованиях для построения модели применения методов непараметрической идентификации. В системах контроля, реализующих методологию модельной диагностики, часто используются линейные динамические модели или модели, которые учитывают информацию только о свойствах статических характеристик нелинейной системы. Реальные объекты, как правило, одновременно обладают и нелинейными, и динамическими свойствами. Поэтому в качестве информативного описания систем неизвестной структуры (типа «черный ящик») целесообразно использовать нелинейные непараметрические динамические модели на основе специальных функций (функций Бесселя), которые характеризуют состояние нелинейной системы в виде последовательности инвариантных к виду входного сигнала систем функций.

Заключение

Одна из главных проблем при создании программ моделирования нелинейных схем связана с созданием моделей нелинейных компонентов схемы. Методы идентификации и виды аппроксимации нелинейных функций моделей могут оказывать небольшое влияние на ее точность, но не существенно повлиять на сходимость выбранного алгоритма. Часто сложная нелинейная модель полосовых усилителей мощности позволяет достаточно точно моделировать его многосигнальный режим работы, однако неточна для анализа режима малого сигнала с малыми нелинейными искажениями. Корректные результаты, полученные для заданного режима работы модели, могут быть случайными. Для более достоверной проверки и подтверждения математических моделей необходимо тестирование в диапазоне изменения входных мощностей и несущих частот. Поэтому актуальной является и проблема автоматизации разработки новых моделей компонентов нелинейной системы.

К результатам моделирования может быть отнесено построение динамических моделей трафика в форме нелинейных дискретных моделей на основе симметричных свойств реконструированных аттракторов.

Взросшая конкуренция в телекоммуникационной сфере [7] побудила компании внедрять новые подходы для достижения высокого качества связи. Качество – это прежде всего степень удовлетворенности клиентов. Моделирование и оптимизация нелинейных динамических систем связи и нелинейных цепей для управления качеством помогает оптимизировать передачу данных. Оно еще больше повышает производительность технологических процессов, обеспечивает снижение нагрузок на исполнительные устройства, повышает качество и операционную эффективность для достижения стратегического успеха телекоммуникационных компаний.

Работа выполнена за счет средств Государственного задания № FSFZ-2025-0030.

Список литературы

1. Мишагин, К.Г. Нелинейная динамика систем фазирования в антенных решетках / К.Г. Мишагин, В.Д. Шалфеев, В.П. Пономаренко // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. – 2008. – Т. 16. – № 2. – С. 152–155.
2. Никульчев, Е.В. Моделирование нелинейных динамических систем для управления теле-

коммуникационными процессами передачи данных / Е.В. Никульчев, С.В. Паяин // International Conference “Mathematical and Informational Technologies, MIT-2011” (IX Conference “Computational and Informational Technologies for Science, Engineering and Education”) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.researchgate.net/publication/262187525_Modelirovanie_nelineynyh_dinamicheskikh_sistem_dlya_upravleniya_telekommunikatsionnymi_processami_peredachi_dannykh.

3. Аксенчик, А.В. Нелинейная теория и оптимизация мощных приборов СВЧ с дискретным взаимодействием / А.В. Аксенчик // Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. – Минск: Белорусский государственный университет, 2003.

4. Нефедов, В.И. Оптимизация параметров усилителей мощности / В.И. Нефедов, Б.С. Лобанов, А.В. Шпак, А.И. Пикуль, А.И. Шевченко // – М.: Энергоатомиздат. – 2013. – 186 с.

5. Slavyanskii, A.O. Designing radiation-resistant application-specific integrated circuits in a digital information transmission system / A.O. Slavyanskii, V.A. Bezkaravainyi, A.E. Latyshev, P.N. Mironov, A.V. Shpak, E.R. Zhdanov, I.V. Shatskaya // Russian Engineering Research. – 2024. – Vol. 44. – No. 11. – P. 1675–1679.

6. Славянский, А.О. Проектирование радиационно-стойких интегральных схем специального назначения в системе передачи цифровой информации / А.О. Славянский, В.А. Безкаравайный, А.Е. Латышев, П.Н. Миронов, А.В. Шпак, Э.Р. Жданов, И.В. Шацкая // СТИН. – 2024. – № 10. – С. 78–82.

7. Шацкая, И.В. Стратегические направления развития электронной отрасли промышленности России / И.В. Шацкая // Управленческое консультирование. – 2024. – № 3(183). – С. 131–140.

8. Шпак, А.В. Разворачиваемые офсетные зеркальные антенны для систем VSAT / А.В. Шпак, Д.Н. Трефилов // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2013. – Т. 13. – № 5. – С. 180–183.

9. Лобанов, Б.С. Моделирование измерения коэффициента усиления малогабаритных антенн / Б.С. Лобанов, Н.А. Трефилов, А.И. Пикуль, А.В. Шпак, В.А. Шубин, М.М. Крутов // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2013. – № 1. – С. 452–454.

10. Бондарев, Ю.С. Методы электромагнитного и магнитного воздействия на электронные носители информации и их реализация / Ю.С. Бондарев, М.В. Фесенко, Б.В. Хлопов, А.В. Шпак // Журнал радиоэлектроники. – 2014. – № 12. – С. 28.

References

1. Mishagin, K.G. Nelineynaya dinamika sistem fazirovaniya v antennykh reshetkakh / K.G. Mishagin, V.D. Shalfeyev, V.P. Ponomarenko // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Prikladnaya nelineynaya dinamika. – 2008. – Т. 16. – № 2. – С. 152–155.

2. Nikul'chev, Ye.V. Modelirovaniye nelineynykh dinamicheskikh sistem dlya upravleniya telekommunikatsionnymi protsessami peredachi dannykh / Ye.V. Nikul'chev, S.V. Payain // International Conference “Mathematical and Informational Technologies, MIT-2011” (IX Conference “Computational and Informational Technologies for Science, Engineering and Education”) [Electronic resource]. – Access mode : https://www.researchgate.net/publication/262187525_Modelirovanie_nelineynyh_dinamicheskikh_sistem_dlya_upravleniya_telekommunikatsionnymi_processami_peredachi_dannykh.

3. Aksenchik, A.V. Nelineynaya teoriya i optimizatsiya moshchnykh priborov SVCH s diskretnym vzaimodeystviyem / A.V. Aksenchik // Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni doktora fiziko-matematicheskikh nauk. – Minsk: Belorusskiy gosudarstvennyy universitet, 2003.

4. Nefedov, V.I. Optimizatsiya parametrov usiliteley moshchnosti / V.I. Nefedov, B.S. Lobanov, A.V. Shpak, A.I. Pikul', A.I. Shevchenko // – М.: Энергоатомиздат. – 2013. – 186 с.

5. Slavyanskii, A.O. Designing radiation-resistant application-specific integrated circuits in a digital information transmission system / A.O. Slavyanskii, V.A. Bezkaravainyi, A.E. Latyshev, P.N. Mironov, A.V. Shpak, E.R. Zhdanov, I.V. Shatskaya // Russian Engineering Research. – 2024. – Vol. 44. – No. 11. – P. 1675–1679.

6. Slavyanskiy, A.O. Proyektirovaniye radiatsionno-stoykikh integral'nykh skhem spetsial'nogo naznacheniya v sisteme peredachi tsifrovoy informatsii / A.O. Slavyanskiy, V.A. Bezkaravaynyy, A.Ye. Latyshev, P.N. Mironov, A.V. Shpak, E.R. Zhdanov, I.V. Shatskaya // STIN. – 2024. – № 10. –

S. 78–82.

7. Shatskaya, I.V. Strategicheskiye napravleniya razvitiya elektronnoy otrasli promyshlennosti Rossii / I.V. Shatskaya // Upravlencheskoye konsul'tirovaniye. – 2024. – № 3(183). – S. 131–140.

8. Shpak, A.V. Razvorachivayemyye ofsetnyye zerkal'nyye anteny dlya sistem VSAT / A.V. Shpak, D.N. Trefilov // Fundamental'nyye problemy radioelektronnogo priborostroyeniya. – 2013. – T. 13. – № 5. – S. 180–183.

9. Lobanov, B.S. Modelirovaniye izmereniya koeffitsiyenta usileniya malogabaritnykh antenn / B.S. Lobanov, N.A. Trefilov, A.I. Pikul', A.V. Shpak, V.A. Shubin, M.M. Krutov // Innovatsii na osnove informatsionnykh i kommunikatsionnykh tekhnologiy. – 2013. – № 1. – S. 452–454.

10. Bondarev, YU.S. Metody elektromagnitnogo i magnitnogo vozdeystviya na elektronnyye nositeli informatsii i ikh realizatsiya / YU.S. Bondarev, M.V. Fesenko, B.V. Khlopov, A.V. Shpak // Zhurnal radioelektroniki. – 2014. – № 12. – S. 28.

© И.В. Шацкая, А.В. Шпак, Э.Р. Жданов, Р.А. Яфизова, 2025

Abstracts and Keywords

A.V. Zhuzhalov, S.G. Grigoryev, A.M. Polyakov

Algorithm for Determining an Effective Classifier for the NLU Task of Dialogue Systems

Keywords: artificial intelligence; machine learning; classification; multiclass classification; supervised learning; dialogue systems; natural language processing.

Abstract. In dialogue systems, platforms used for creating chatbots and voice assistants, various algorithms are present for classifying intents and microtopics used for conversing with users. However, the choice of algorithm is made manually at the discretion of the developer (dialogue platforms: JAICP (Just AI Conversational Platform) by Just AI, Salute bot by Sber Devices). However, this method has a drawback: there is no automatic consideration of the characteristics of the training sample for the classifier, particularly its size regarding the total number of intents and utterances; the degree of balance among their classes. Thus, the choice of classifier remains in manual format for the developer, without suggestions for a potentially optimal algorithm for a specific dataset.

Hypothesis. There exists an algorithm for determining the most effective classifier based on quantitative metrics of completeness and balance of intents. The objective is to develop an algorithm for determining an effective classifier based on descriptive statistics of datasets. The research tasks are to collect labeled data from commercial projects with intents (project: label of the effective classifier); to conduct feature engineering, determine the most effective set of metrics to be used for describing the project parameters; to conduct an experiment to search for the optimal classification algorithm and evaluate it according to suitable quantitative metrics for polynomial classification tasks in machine learning; to create a prototype for client interaction with the model in the form of a graphical interface. The research methods included data collection, feature engineering, training and evaluation of machine learning algorithms.

The results are as follows. An algorithm (random forest) was created to determine an effective classifier for solving the task of classifying user requests in the context of creating dialogue systems, with the f1-macro measure of the algorithm being 0.54. This algorithm can be implemented in commercial dialogue systems as an alternative to the manual selection of classifiers for Natural Language Understanding (NLU) tasks.

Teng Haikun, Li Lunbin, Yang Wenjun

Research Application of Deep Learning in Speech Recognition

Keywords: deep learning; speech recognition; applied research.

Abstract. With the widespread use of artificial intelligence technologies, speech recognition systems are rapidly integrating into various fields. Compared with text interaction, speech interaction is faster and more efficient, but it is more complex in terms of functional stability and technical implementation, so the study of speech recognition technologies is of key importance today. Traditional speech recognition methods have limited noise resistance and insufficient recognition accuracy, which makes it difficult to use them in modern conditions. This study focuses on speech recognition technologies based on deep learning. When forming the dataset, special attention was paid to the quality and diversity of speech material, covering various acoustic conditions, pronunciation styles and noise exposure levels. When constructing a speech recognition model, deep learning methods are used to automatically adapt to different durations of speech signals without the need for manual parameter adjustment, which increases the flexibility and accuracy of recognition. In addition, deep learning has a high ability to extract features, which makes it possible to extract more useful information from the speech signal. This study

introduces speech enhancement algorithms in detail, describes the principles, characteristics, evaluation indices and representative studies of various neural network-based speech enhancement methods, comprehensively evaluates the strengths and weaknesses of these methods, analyzes the main problems encountered in speech enhancement, and discusses and predicts the future development directions.

A.A. Kolesnikov, M.B. Khoroshko

Remote Attacks on Distributed Computer Networks and the Internet

Keywords: remote attack; distributed network; access; port.

Abstract. The article discusses the features and measures to counter remote attacks in distributed computer networks and the Internet. The purpose of the article is to study the features and measures to counter remote attacks in distributed computer networks and the Internet. Techniques that allow attackers to hack remote systems, such as DoS attacks or denial of service, network traffic analysis, DNS poisoning, port scanning, are studied. It is noted that traditional intrusion detection methods give a large number of false positives and false negatives. Attention is focused on the fact that promising approaches to hacking detection are those that use machine learning. It has been found that in order to avoid costly exploit hacks, the first line of defense should be to reduce the number and protect vulnerable access points. The article discusses several techniques that allow attackers to hack remote systems. It is noted that a promising method for detecting hacks is the use of machine learning approaches.

Yu.A. Zharinov, T.M. Levina, R.R. Latypov

Emulation of Unmanned Aerial Vehicle Pre-Flight Preparation Stages in Virtual Reality

Keywords: unmanned aerial vehicle; virtual reality; emulation; skills.

Abstract. The purpose of this study is to develop and test a virtual simulator for practicing the stages of pre-flight preparation of unmanned aerial vehicles. The main objectives include analyzing existing approaches to UAV operator training, identifying key pre-flight procedures, designing the architecture and interface of the VR application, and evaluating the effectiveness of the simulator in the educational process. The research hypothesis assumes that the use of virtual reality technologies for simulating pre-flight procedures improves the quality of operator training, reduces the risk of equipment damage, and decreases training costs. The research methods involve modeling pre-flight scenarios, developing interactive VR modules, conducting user testing, and analyzing training results using statistical tools. As a result, a prototype VR simulator was created, implementing a step-by-step emulation of the main pre-flight procedures. Testing showed that the system helps users develop a stable sequence of actions, improves the assimilation of procedures, and ensures the collection of training data for further analysis.

S.V. Kurovsky, D.A. Mishin, N.D. Ivanov, V.A. Gafarova

Optimization of the Vector of the Interrepair Cycle of Equipment Using the Example of Ammonia Production Units

Keywords: optimization of the overhaul cycle; ammonia production units; optimization methodology; turbocompressors; synthesis column.

Abstract. The purpose of the article is to present the results of substantiation of the methodology for optimizing the overhaul cycle of units designed for the production of ammonia. Objectives of the study: to reflect the features of ammonia production as an object of operation at Russian chemical industry enterprises; to outline the methodology and results of optimizing the vector of the equipment overhaul cycle using the example of ammonia production units. The hypothesis of the study is that the failure

rate of centrifugal synthesis gas compressors nonlinearly increases after a certain operating time of the equipment (21 thousand hours), which determines the point of optimization of the equipment overhaul cycle; the rate of corrosion wear of the synthesis column casing statistically significantly depends on the concentration of carbon dioxide impurities in the circulating gas. The results that were achieved in the course of the study: the features of ammonia production as an object of operation at Russian chemical industry enterprises are considered, the strategy of the equipment overhaul cycle is substantiated using the example of ammonia production units.

N.N. Saveleva, S.N. Shed

Application of New Technologies in the Selection of Isolated Core

Keywords: well drilling; core sampling technologies; limited core sampling.

Abstract. Core sampling is performed to obtain geological, geochemical, and petrophysical information about the composition of rocks. The aim of the study is to study a significant problem – new technologies in the selection of an isolated core. The authors hypothesize that modern technologies and technological equipment for core sampling must be used for effective core selection. The research methods were the study, analysis and logical generalization of innovative technologies for isolated core sampling. The latest developments and discoveries in the field of core sampling were reviewed. The considered technologies have a number of advantages that increase the efficiency of core sampling.

A.A. Berezina, N.A. Zhilnikova

Inventory Analysis of the Life Cycle of the Water Disposal System of a Pulp and Paper Mill

Keywords: pulp and paper industry; wastewater systems; wastewater; life cycle; assessment; treatment facilities.

Abstract. The objective of the study is to conduct a comprehensive assessment of the operational characteristics, energy efficiency, and environmental performance of existing wastewater treatment facilities at a pulp and paper mill, identifying process limitations and developing scientifically based recommendations for their optimization. The study objectives include: conducting a comparative analysis of the process parameters of IC and UASB reactors; assessing the energy efficiency of the technologies in terms of a functional unit; and proposing recommendations for optimizing energy performance and increasing the environmental sustainability of wastewater treatment facilities. The study hypothesis assumes that the development and application of an integrated approach combining the analysis of process, energy, and environmental aspects, taking into account the requirements of the best available technologies, will allow us to identify statistically significant correlations between operational characteristics and environmental impact indicators, as well as to establish the quantitative dependencies necessary for optimizing process modes. The study is based on the data from an inventory analysis of the life cycle of the pulp and paper mill wastewater treatment facilities. Recommendations are proposed for optimizing the wastewater disposal system, including the implementation of biogas utilization technology and an automated reagent dosing system. The results of the study can be used to develop strategies to improve the environmental sustainability of pulp and paper industry enterprises.

S.Yu. Gavrilenko, P.A. Shikov

Qualimetric Method for Assessing Product Quality in the Food Industry

Keywords: digitalization; product quality; qualimetric assessment method; consumer quality

indicators; food industry.

Abstract. Digitalization of consumer-producer relationships is an important area for the development of market relations in Russia. The purpose of the presented study is to improve the efficiency and accuracy of food product quality assessment using a qualimetric method. The article considers the main areas of obtaining consumer feedback, the results of a qualitative assessment of product indicators, and methods for increasing consumer satisfaction using the food industry as an example. The problem of defining evaluation criteria that enable the successful use of a qualimetric approach based on the use of differential and integral methods for assessing product competitiveness is solved. A qualimetric method for assessing consumer quality indicators using the example of food industry products and decision-making regarding production processes is presented, which confirms the scientific hypothesis about the necessity and importance of a quantitative assessment of consumer quality indicators. The study applies statistical analysis and qualimetry methods, which allowed us to draw conclusions on the assessment of food product quality and develop specific proposals for improving customer satisfaction at the enterprise OOO Trading House Petrodiet. The introduction of digital technologies into consumer-producer relationships plays a significant role in the Russian food industry, improving product quality and contributing to the industry's economic growth.

N.A. Zhilnikova

Implementation of Predictive Analytics in Corporate Planning System to Enhance Efficiency and Forecasting Accuracy

Keywords: corporate planning; predictive analytics; machine learning; automation; demand forecasting; churn prediction; integrated system architecture.

Abstract. This article addresses the inefficiency of traditional corporate planning methods in a dynamic market environment and analyzes the shortcomings of existing approaches, which are associated with high labor intensity, decision-making delays, and dependence on historical data. As a solution, the paper proposes architecture for an integrated planning automation system, the core of which is a predictive analytics module based on machine learning methods. Algorithms are described for solving key planning tasks: sales volume forecasting and customer churn prediction. Specific models and classification methods are presented. The implementation of the proposed system facilitates a transition from reactive to proactive management, significantly improves planning accuracy, and strengthens the company's competitive advantages.

M.G. Mustafaev, D.G. Mustafaeva, G.A. Mustafaev

Improving the Efficiency of Production and Quality of Manufactured Products

Keywords: quality; monitoring; indicator; production; process; property; system; management.

Abstract. The most important element of the quality system is the product management mechanism, including groups of interconnected objects and management subjects, using methods, principles and control functions at various stages of the product life cycle. The aim of the study is to ensure the reproduction and stability of the parameters of the production process and the production of high-quality products. Research tasks include the analysis of the state and means of objective control of the parameters of the production process. In the course of the study, methods and means of metrological support, statistical control, quality management and organization of production processes are used. The quality management system, in addition to the methods and functions of control, includes management personnel. Increasing the efficiency of production and quality of products is ensured by a high level of metrological activity of the enterprise, the accuracy of monitoring results, stability of product quality and the activities of the enterprise as a whole.

K.A. Khusainova, V.A. Samsonova, D.A. Zabolotny

Assessment and Minimization of Occupational Risks in Furniture Production

Keywords: occupational risks; furniture manufacturing; labor protection; assessment of working conditions; risk management; industrial safety; preventive measures.

Abstract. The relevance of the study is due to the high level of occupational risks in furniture manufacturing, associated with physical, chemical, and psychophysiological factors. Particular hazards include dust exposure, noise, vibrations, and the use of chemical substances such as formaldehyde. Modern assessment methods including special evaluation of working conditions, FMEA analysis, and mathematical modeling using ANSYS Fluent and SolidWorks Simulation have been applied. The integration of digital technologies and VR training allows accurate forecasting of potential hazards and enhances workplace safety.

S.V. Yudin, V.P. Ryazansky

Scientific and Practical Statistical Tools for Quality Management in the Manufacture of Mechanical Engineering Products

Keywords: series length; cumulative sum maps; finite Markov chain with absorption; recursive formulas of moments; average series length; statistical process control.

Abstract. The aim of the study is to develop a numerically stable and scalable method for directly calculating the initial moments of the series length for a one-sided cumulative sum map, suitable for rapid calibration of the threshold for a given level of false alarms and for rapid estimation of the detection time spread without simulation. The hypothesis is that the discretization of the continuous statistics of the cumulative sum map and its representation as an absorbing Markov chain make it possible to obtain constructive recursions for initial moments that remain stable and provide low computational complexity. The objectives of the work include theoretical substantiation of the Markov model of the cumulative sum map with absorption; derivation of recursions for initial moments in two independent ways (through the decomposition of the "first step" and through the operator-generator approach); analysis of computational complexity and numerical stability; demonstration of practical applicability in industrial monitoring tasks. Methods employed are mathematical modeling of absorbing Markov chains, matrix analysis with an emphasis on the properties of M-matrices, operator series and geometric expansions, as well as algorithmic complexity analysis (solving linear systems, matrix multiplication by vector). The results achieved included constructive recursions for the initial moments of an arbitrary order are obtained; numerical stability and scalability of the procedure are shown; the threshold can be quickly calibrated to the target level of false alarms and an operational estimate of the variance, coefficient of variation and confidence intervals of detection time is provided.

V.I. Byvshev

Forecast and Scenario for Implementing a Mechanism for Improving the Formation and Development of the Service Sector Innovative Infrastructure

Keywords: innovative infrastructure; digital transformation; service sector organizations; innovation; innovative development; innovation policy tools.

Abstract. The study aims to forecast and develop a scenario for implementing a mechanism for improving innovative infrastructure in the service sector in the context of digital transformation for Russian regions through 2030. The research hypothesis suggests that using the proposed mechanism,

implemented through specific tools and adapted for different groups of regions, will reduce disparities in the level of innovation infrastructure development, mitigate weaknesses, and bring all regions up to the federal level. The study resulted in the development of a scenario that will help narrow the gaps in innovative development in the regional service sector.

M.A. Vinokurova, N.V. Afanasyev

Prospects for the Development of Tourist Recreation Centers in the Republic of Sakha (Yakutia)

Keywords: recreation center; infrastructure; cultural tourism; Republic of Sakha (Yakutia); rural tourism; service; tourism; ecotourism.

Abstract. The article discusses the prospects for the development of tourist recreation centers in the Republic of Sakha (Yakutia). As an important segment of tourism in the region, the current trends in ecotourism, cultural tourism and outdoor activities are analyzed, as well as the role of indigenous peoples in the formation of a unique tourist product. The article presents examples of successful practices and initiatives aimed at developing tourism in the region, discusses the possibilities of public and private partnerships, as well as the need to create high-quality infrastructure and training. The results of the study show that for the successful development of tourist recreation centers in Yakutia, it is necessary not only to increase the level of service and accessibility of services, but also to pay attention to environmental sustainability and the preservation of cultural heritage. In conclusion, the main directions and recommendations that contribute to the development of the tourism industry in the region are highlighted, which will improve the economic situation and attract the attention of international tourists.

D.A. Parfenova

The Influence of Technological Development on the Formation of Structural Shifts in the Economy

Keywords: sectors of the economy; indicators of assessment of structural change; technological development; structural change.

Abstract. The article examines the influence of technological development on the formation of structural shifts in the national economy. The author argues that technological progress is a key driver of transformation of industry structure, employment and consumption, triggering qualitative changes that require objective quantitative evaluation. The main methodological approaches to measuring structural shifts proposed by Russian and foreign scientists are considered. The case of a country's economy demonstrates how the introduction of advanced technologies, increased investment in R&D and digitalization have led to a fundamental change that has contributed to structural shifts.

I.V. Petrova

Monitoring of Economic Security of Industrial Sectors

Keywords: industrial sectors; economic security; monitoring; security threats; proactive monitoring procedures.

Abstract. The aim of this study is to substantiate the need for monitoring the economic security of an industrial sector from two perspectives: as a management tool and as a strategic direction that determines the ability to withstand crises, maintain competitiveness, and ensure long-term sustainable economic development. The objectives of the study were to examine current scientific views on monitoring industrial economic security and identify its characteristics and purpose in the functioning

and security of the industrial sector. The results achieved: the feasibility of applying a proactive approach to monitoring activities is substantiated, allowing for a preventive response to emerging risks and maximizing the adaptive capacity of the industry. The goals and objectives of the proactive monitoring procedure are defined. Their implementation will enable a transformation of the current industry management paradigm from a reactive response to crises to strategic management focused on creating conditions for sustainable growth and minimizing potential risks.

E.A. Egorov, V.V. Chernyshenko, A.R. Smolnov, A.A. Rusanova

Pedagogical Approaches to Teaching Young People the Basics of Financial Literacy

Keywords: financial literacy; youth; educational process; investments; budgeting.

Abstract. This article analyzes financial literacy and its integration into the educational space. The hypothesis of the study is that the integration of financial literacy into youth education through the use of pedagogical approaches can affect the future success of an individual, his rational use of funds and the improvement of economic and financial processes of the state. The main objectives of the study are to identify the role of financial literacy and to propose recommendations for integration into the educational space. The objectives of the study are to study financial literacy and pedagogical methods for teaching its basics to young people. Along with general scientific research methods, formal logical methods of structural and functional analysis, synthesis, and the critical method were used. Research results are as follows: identification of pedagogical approaches to teaching young people the basics of financial literacy.

G.A. Goncharov, A.G. Vyshegorodtsev

Leadership As a Factor in the Formation of the Organization's Corporate Culture

Keywords: leadership; factors that shape the qualities of a leader; personal and professional competencies; technologies for forming a leader; organization; corporate culture.

Abstract. The article is devoted to the study of the phenomenon of leadership and its influence on the formation of the corporate culture of a trade union organization. The article considers and summarizes methodological approaches to the classification of factors that shape the leadership qualities of managers, their identification, and evaluation. The article identifies key objective and subjective factors that influence the formation of personal and professional leadership competencies. The hypothesis of this study is that in an unstable competitive environment, leadership plays a key role in improving the efficiency of organizational management, which stimulates the development of corporate culture. The results of the study show that a high level of corporate culture development is achieved when the leader has high professional and personal leadership qualities, which surpass the influence of administrative managers on the staff. The recommendations presented in the article can be used to develop technologies for forming leadership competencies among managers at various levels of management in terms of shaping and developing corporate culture.

M.M. Grishkevich, A.V. Gorban, A.N. Zedgenizova, G.R. Romanov

ESG Management and Scope-3 Disclosure in the Oil And Gas Industry of Russia and the CIS: Transformation of Corporate Reporting and Implications for Organizational Behavior

Keywords: ESG management; greenhouse gas emissions; sustainable development; GHG Protocol.

Abstract. The article is devoted to the study of ESG management and the disclosure of non-financial information on greenhouse emissions, in particular Scope 3, in the oil and gas sector of Russia and the CIS. The aim is to analyze the degree of compliance of corporate reporting with international standards and identify the directions of its transformation. A mixed methodology is applied, including content analysis of annual and sustainability reports of the 10 largest companies for 2020–2025, using quantitative and qualitative approaches. Significant differences in the completeness and quality of Scope 3 disclosure, limited coverage of emission categories, and the absence of unified calculation methods have been identified. Comparative data and disclosure tables have been presented. It has been shown that the strengthening of international standards requirements (IFRS S1/S2, GHG Protocol, IPIECA) is driving changes in corporate governance and reporting. Recommendations have been provided for integrating Scope 3 accounting into the value chain, strengthening collaboration with suppliers, and updating decarbonization strategies.

I.S. Izotov, E.B. Khomenko

A Project-Based Approach to the Development of Local Self-Government in the Public Administration System

Keywords: local self-government; municipal governance; municipal deputy; modeling; public administration.

Abstract. The aim of this study is to expand the application of a project-based approach to local self-government as a subsystem of public administration. Research objectives are to analyze the structure of local self-government and the need for its development based on a project-based approach; study the vectors of public administration development, the forms of citizens' exercise of the right to participate in public governance, the structure of local self-government and municipal governance, and the need for their adjustment. The research hypothesis assumes that improving the structure of local self-government will contribute to the increased effectiveness of the project-based approach in the public administration system. Research methods include systems analysis, grouping, and generalization. Results are as follows: the structure of local self-government was examined based on an analysis of the theory and practice of its implementation, and aspects requiring adjustment were identified. It was proposed to include the Council of Deputies of the Municipal Formation into the local government system as a factor in intensifying the implementation of a project-based approach to public administration.

A.R. Smolnov, E.A. Egorov, V.V. Chernyshenko, A.A. Rusanova

Management Development in Modern Russia: Characteristics and Prospects in the Context of Digitalization

Keywords: management in the digital economy; Russian economy; innovative management strategies; digital technologies; management development and prospects.

Abstract. This article examines the development of management practices in modern Russia in the context of the active digitalization of the economy and society. Key trends in digital transformation influencing the structure and functions of management are analyzed, and the main challenges and opportunities for Russian organizations are identified. Using a systems approach, the impact of digital technologies on decision-making processes, organizational culture, and management strategies is examined. The presented results contribute to a better understanding of the dynamics of management development and the formation of effective management models in Russia's digital economy. Research hypothesis suggests that digitalization of the economy has a significant impact on the development of management in modern Russia, transforming traditional management approaches and facilitating the formation of new effective management models adapted to the digital environment. The research goal is to determine the characteristics and prospects for management development in modern Russia

in the context of digitalization, as well as to identify the main factors influencing the transformation of management processes. The research objectives are to analyze modern theoretical approaches to digitalization and its impact on management. To identify the challenges and opportunities associated with the development of management in the digital age in Russia. The research has revealed that digitalization is contributing to a significant transformation of management processes in Russian companies, as new approaches to decision-making, communications, and work organization are being introduced. Practical recommendations for integrating digital technologies into management practices have been developed, thereby increasing the adaptability and competitiveness of Russian organizations in the digital economy.

V.E. Ovsyannikov, S.S. Chuikov, M.O. Chernyshov, A.S. Gubenko, D.V. Fadyushin

To The Question of the Effect of Printing Modes on the Accuracy of the Shape of Parts

Keywords: additive technologies; printing; modes; manufacturing; shape accuracy.

Abstract. The article is devoted to the study of the degree of influence of printing modes on the technology of using polymer thread on the parameters of accuracy of the shape of the resulting parts. The purpose of the study: to identify the relationship between printing modes and the parameters of the accuracy of the shape of the resulting parts in cross section. The objectives of the study are to conduct experimental studies where printing modes (layer height and line width) are used as input parameters, and the error in the shape of parts in cross section (deviation from circularity) as an output parameter. Research methods included planning and organization of the experiment, methods of engineering technology and regression analysis. As a result of the studies, it was found that there is a correlation between the parameters under consideration.

O.S. Kharina, E.R. Zhdanov, L.M. Chervyakov, A.V. Oleinik

Smart Tools for Effective Production Management

Keywords: production management; quality management; simulation; production process; production complex.

Abstract. Production complexes are complex systems that include various technological processes, equipment, and all kinds of resources. Effective management of such complexes requires modern intelligent tools capable of analyzing data, identifying patterns, and optimizing production processes. The article is devoted to an overview of existing methods and tools for analyzing and modeling production complexes, existing software products for managing production and technological systems, as well as considering the prospects for creating a domestic software product for organizing effective management of the production process.

I.V. Shatskaya, A.V. Shpak, E.R. Zhdanov, R.A. Yafizova

Modeling and Optimization of Nonlinear Dynamic Communication Systems and Nonlinear Circuits in Order to Improve the Quality of telecommunication services

Keywords: dynamic communication systems; mathematical model of a nonlinear dynamic system; modeling; nonlinear circuits; quality management of telecommunication services.

Abstract. The article discusses the features of modeling and optimization of nonlinear dynamic communication systems and nonlinear circuits in order to improve the quality of telecommunications services based on the requirements imposed on such technical devices. Methods of analysis of nonlinear

dynamic systems with amplification of group signals are characterized. It is concluded that modeling the relationship between input and output processes leads to a significant simplification of the model. The connection between the entrance of the facility and the exit obtained using such a model provides information sufficient for the design of control systems, and it is advisable to use it in the interests of improving the quality of telecommunication traffic transmission.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

List of Authors

А.В. ЖУЖЖАЛОВ аспирант Московского финансово-юридического университета МФЮА, г. Москва E-mail: a.zhuzhalov@unistar.ru	A.V. ZHUZHHALOV Postgraduate Student, Moscow University of Finance and Law, Moscow E-mail: a.zhuzhalov@unistar.ru
С.Г. ГРИГОРЬЕВ член-корреспондент Российского авторского общества; доктор технических наук, профессор Московского городского педагогического университета, г. Москва E-mail: grigorsg@yandex.ru	S.G. GRIGORYEV Corresponding Member of the Russian Authors' Society; Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow City Pedagogical University, Moscow E-mail: grigorsg@yandex.ru
А.М. ПОЛЯКОВ магистрант Научного исследовательского университета «Высшая школа экономики», г. Санкт-Петербург E-mail: a.polyakov@unistar.ru	A.M. POLYAKOV Master's Student, Scientific Research University Higher School of Economics, St. Petersburg E-mail: a.polyakov@unistar.ru
ТЭН ХАЙКУНЬ доктор, доцент факультета компьютерной и информационной инженерии Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай) E-mail: thk_1983@163.com	TENG HAIKUN Ph.D., Associate Professor, School of Computer and Information Engineering, Heihe University, Heihe, China E-mail: thk_1983@163.com
ЛИ ЛУНЬБИНЬ магистр, профессор факультета компьютерной и информационной инженерии Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай) E-mail: 763203449@qq.com	LI LUNBIN Master, Professor, School of Computer and Information Engineering, Heihe University, Heihe, China E-mail: 763203449@qq.com
ЯН ВЭНЬЦЗЮНЬ магистр, лектор факультета компьютерной и информационной инженерии Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай) E-mail: 88136697@qq.com	YANG WENJUN Master, Lecturer, School of Computer and Information Engineering, Heihe University, Heihe, China E-mail: 88136697@qq.com
А.А. КОЛЕСНИКОВ магистрант Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: anton.kolesnikov.science@mail.ru	A.A. KOLESNIKOV Master's Student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: anton.kolesnikov.science@mail.ru

<p>М.Б. ХОРОШКО</p> <p>кандидат технических наук, доцент кафедры информационных и измерительных систем и технологий Южно-Российского государственного политехнического университета имени М.И. Платова, г. Новочеркасск</p> <p>E-mail: clevermaks@yandex.ru</p>	<p>M.B. KHOROSHKO</p> <p>Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information and Measurement Systems and Technologies, South-Russian State Polytechnical University named after M.I. Platov, Novocherkassk</p> <p>E-mail: clevermaks@yandex.ru</p>
<p>Ю.А. ЖАРИНОВ</p> <p>кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных технологий Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават</p> <p>E-mail: zharinovya@mail.ru</p>	<p>YU.A. ZHARINOV</p> <p>Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Information Technologies, Institute of Oil Refining and Petrochemistry of Ufa State Oil Technological University (branch), Salavat</p> <p>E-mail: zharinovya@mail.ru</p>
<p>Т.А. ЛЕВИНА</p> <p>кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават</p> <p>E-mail: tattin76@mail.ru</p>	<p>T.A. LEVINA</p> <p>Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Technology, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat</p> <p>E-mail: tattin76@mail.ru</p>
<p>Р.Р. ЛАПЫТОВ</p> <p>студент Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават</p> <p>E-mail: rus.latypov.1975@mail.ru</p>	<p>R.R. LAPYTOV</p> <p>Student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat</p> <p>E-mail: rus.latypov.1975@mail.ru</p>
<p>С.В. КУРОВСКИЙ</p> <p>руководитель научно-исследовательского подразделения ООО «Высшая Школа Образования», г. Одинцово</p> <p>E-mail: 8917564@gmail.com</p>	<p>S.V. KUROVSKY</p> <p>Head of Research Department, Higher School of Education, Odintsovo</p> <p>E-mail: 8917564@gmail.com</p>
<p>Д.А. МИШИН</p> <p>руководитель редакционно-издательского отдела ООО «Высшая Школа Образования», г. Одинцово</p> <p>E-mail: 9651530@gmail.com</p>	<p>D.A. MISHIN</p> <p>Head of Editorial and Publishing Department, Higher School of Education, Odintsovo</p> <p>E-mail: 9651530@gmail.com</p>

Н.Д. ИВАНОВ аспирант Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа E-mail: niksonufa@yandex.ru	N.D. IVANOV Postgraduate Student, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa E-mail: niksonufa@yandex.ru
В.А. ГАФАРОВА кандидат технических наук, доцент кафедры технологических машин и оборудования Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа E-mail: gafarova.vika@bk.ru	V.A. GAFAROVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Technological Machines and Equipment, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa E-mail: gafarova.vika@bk.ru
Н.Н. САВЕЛЬЕВА кандидат педагогических наук, доцент кафедры нефтегазового дела Тюменского индустриального университета, г. Тюмень E-mail: nnsavelieva@yandex.ru	N.N. SAVELEVA Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Oil and Gas Engineering, Tyumen Industrial University, Tyumen E-mail: nnsavelieva@yandex.ru
С.Н. ШЕДЬ старший преподаватель кафедры нефтегазового дела Тюменского индустриального университета, г. Тюмень E-mail: nnsavelieva@yandex.ru	S.N. SHED Senior Lecturer, Department of Oil and Gas Engineering, Department of Oil and Gas Engineering, Tyumen Industrial University, Tyumen E-mail: nnsavelieva@yandex.ru
А.А. БЕРЕЗИНА старший преподаватель, доцент Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург E-mail: anybaranova299751@yandex.ru	A.A. BEREZINA Senior Lecturer, Associate Professor, Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg E-mail: anybaranova299751@yandex.ru
Н.А. ЖИЛЬНИКОВА доктор технических наук, профессор Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург E-mail: nataliazhilnikova@gmail.com	N.A. ZHILNIKOVA Doctor of Engineering, Professor, Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg E-mail: nataliazhilnikova@gmail.com
С.Ю. ГАВРИЛЕНКО аспирант Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург E-mail: sugg@bk.ru	S.YU. GAVRILENKO Postgraduate Student, Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Saint Petersburg E-mail: sugg@bk.ru
П.А. ШИКОВ доктор технических наук, профессор кафедры экономики и финансов, доцент, Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург E-mail: pavel.shikov@mail.ru	P.A. SHIKOV Doctor of Engineering, Professor, Department of Economics and Finance, Associate Professor, Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Saint Petersburg E-mail: pavel.shikov@mail.ru

М.Г. МУСТАФАЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры электронных приборов Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), г. Владикавказ E-mail: dzhamilya79@yandex.ru	M.G. MUSTAFAEV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Electronic Devices, North Caucasus Mining and Metallurgical Institute (State Technological University), Vladikavkaz E-mail: dzhamilya79@yandex.ru
Д.Г. МУСТАФАЕВА кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий и систем Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), г. Владикавказ E-mail: dzhamilya79@yandex.ru	D.G. MUSTAFAEVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Technologies and Systems, North Caucasus Mining and Metallurgical Institute (State Technological University), Vladikavkaz E-mail: dzhamilya79@yandex.ru
Г.А. МУСТАФАЕВ доктор технических наук, профессор кафедры электронных приборов Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета), г. Владикавказ E-mail: dzhamilya79@yandex.ru	G.A. MUSTAFAEV Doctor of Engineering, Professor, Department of Electronic Devices, North Caucasus Mining and Metallurgical Institute (State Technological University), Vladikavkaz E-mail: dzhamilya79@yandex.ru
К.А. ХУСАИНОВА магистрант Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа E-mail: kamilochka146@gmail.com	K.A. KHUSAINOVA Master's Student, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa E-mail: kamilochka146@gmail.com
В.А. САМСОНОВА кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной безопасности и охраны труда Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа E-mail: Sva_gaschem@mail.ru	V.A. SAMSONOVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Industrial Safety and Occupational Health, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa E-mail: Sva_gaschem@mail.ru
Д.А. ЗАБОЛОТНЫЙ магистрант Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа E-mail: jaytax23@gmail.com	D.A. ZABOLOTNY Master's Student, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa E-mail: jaytax23@gmail.com
С.В. ЮДИН доктор технических наук, профессор кафедры экономики и цифровых технологий Российского экономического университета, г. Тула E-mail: svjudin@rambler.ru	S.V. YUDIN Doctor of Engineering, Professor, Department of Economics and Digital Technologies, Russian University of Economics, Tula E-mail: svjudin@rambler.ru
В.П. РЯЗАНСКИЙ ведущий инженер-математик отдела надежности Государственного научно-исследовательского института приборостроения, г. Москва E-mail: kot-aldo@yandex.ru	V.P. RYAZANSKY Leading Mathematician, Reliability Department, State Research Institute of Instrument Engineering, Moscow E-mail: kot-aldo@yandex.ru

В.И. БЫВШЕВ кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической и финансовой безопасности Сибирского федерального университета, г. Красноярск E-mail: vbyvshev@sfu-kras.ru	V.I. BYVSHEV Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economic and Financial Security, Siberian Federal University, Krasnoyarsk E-mail: vbyvshev@sfu-kras.ru
М.А. ВИНОКУРОВА старший преподаватель Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова, г. Якутск E-mail: vinokurova.21@mail.ru	M.A. VINOKUROVA Senior Lecturer, North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk E-mail: vinokurova.21@mail.ru
Н.В. АФАНАСЬЕВ кандидат филологических наук, доцент Арктического государственного института культуры и искусств, г. Якутск E-mail: n.v.afanasev@mail.ru	N.V. AFANASYEV Candidate of Science (Philology), Associate Professor of the Arctic State Institute of Culture and Arts, Yakutsk E-mail: n.v.afanasev@mail.ru
Д.А. ПАРФЕНОВА аспирант Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: parfenovad@bmstu.ru	D.A. PARFENOVA Postgraduate Student, Bauman Moscow State University (National Research University, Moscow) E-mail: parfenovad@bmstu.ru
И.В. ПЕТРОВА кандидат экономических наук, доцент Донецкого института управления – филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Донецк E-mail: innamp25@mail.ru	I.V. PETROVA Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Donetsk Institute of Management – Branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Donetsk E-mail: innamp25@mail.ru
Е.А. ЕГОРОВ магистрант Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева, г. Орел E-mail: egorik97688@gmail.com	E.A. EGOROV Master's Student, I.S. Turgenev Oryol State University, Oryol E-mail: egorik97688@gmail.com
В.В. ЧЕРНЫШЕНКО кандидат философских наук, доцент кафедры логики, философии и методологии науки Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева, г. Орел E-mail: sa57la@yandex.ru	V.V. CHERNYSHENKO Candidate of Sciences (Philosophy), Associate Professor, Department of Logic, Philosophy, and Methodology of Science, I.S. Turgenev Oryol State University, Oryol E-mail: sa57la@yandex.ru
А.Р. СМОЛЬНОВ студент Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева, г. Орел E-mail: albertsmolnov@gmail.com	A.R. SMOLNOV Student, I.S. Turgenev Oryol State University, Oryol E-mail: albertsmolnov@gmail.com

А.А. РУСАНОВА студент Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева, г. Орел E-mail: rusanovanastya2007@mail.ru	A.A. RUSANOVA Student, I.S. Turgenev Oryol State University, Oryol E-mail: rusanovanastya2007@mail.ru
Г.А. ГОНЧАРОВ доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики и управления Санкт-Петербургского гуманитарного университета профсоюзов, г. Санкт-Петербург E-mail: gena_gon@mail.ru	G.A. GONCHAROV Doctor of Economics, Associate Professor, Head of the Department of Economics and Management, St. Petersburg Humanitarian University of Trade Unions, St. Petersburg E-mail: gena_gon@mail.ru
А.Г. ВЫШЕГОРОДЦЕВ аспирант Санкт-Петербургского гуманитарного университета профсоюзов, г. Санкт-Петербург E-mail: avyshegorodtsev_spb@mail.ru	A.G. VYSHEGORODTSEV Postgraduate Student, St. Petersburg Humanitarian University of Trade Unions, St. Petersburg E-mail: avyshegorodtsev_spb@mail.ru
М.М. ГРИШКЕВИЧ студент Иркутского национального исследовательского технического университета, г. Иркутск E-mail: griskevic@yandex.com	M.M. GRISHKEVICH Student, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk E-mail: griskevic@yandex.com
А.В. ГОРБАНЬ кандидат химических наук, доцент Иркутского национального исследовательского технического университета, г. Иркутск E-mail: gorbanav@ex.istu.edu	A.V. GORBAN Candidate of Science (Chemistry), Associate Professor, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk E-mail: gorbanav@ex.istu.edu
А.Н. ЗЕДГЕНИЗОВА кандидат технических наук, доцент Иркутского национального исследовательского технического университета, г. Иркутск E-mail: zedgenizova@gmail.com	A.N. ZEDGENIZOVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk E-mail: zedgenizova@gmail.com
Г.Р. РОМАНОВ кандидат технических наук, доцент Иркутского национального исследовательского технического университета, г. Иркутск E-mail: grom123456@mail.ru	G.R. ROMANOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk E-mail: grom123456@mail.ru
И.С. ИЗOTOV аспирант Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Москва E-mail: izotov.kapitany@gmail.com	I.S. IZOTOV Postgraduate Student, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow E-mail: izotov.kapitany@gmail.com
Е.Б. ХОМЕНКО доктор экономических наук, профессор факультета «КАПИТАНЫ» Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Москва E-mail: Homenko.EB@rea.ru	E.B. KHOMENKO Doctor of Economics, Professor, Faculty of "CAPITALS," Plekhanov Russian University of Economics, Moscow E-mail: Homenko.EB@rea.ru

В.Е. ОВСЯННИКОВ доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения Тюменского индустриального университета, г. Тюмень E-mail: vik9800@mail.ru	V.E. OVSYANNIKOV Doctor of Engineering, Professor, Department of Mechanical Engineering Technology, Tyumen Industrial University, Tyumen E-mail: vik9800@mail.ru
С.С. ЧУЙКОВ кандидат технических наук, заведующий кафедрой станков и инструментов Тюменского индустриального университета, г. Тюмень E-mail: vik9800@mail.ru	S.S. CHUIKOV Candidate of Science (Engineering), Head of Department of Machine Tools and Tools, Tyumen Industrial University, Tyumen E-mail: vik9800@mail.ru
М.О. ЧЕРНЫШЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения Тюменского индустриального университета, г. Тюмень E-mail: vik9800@mail.ru	M.O. CHERNYSHEV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Mechanical Engineering Technology, Tyumen Industrial University, Tyumen E-mail: vik9800@mail.ru
А.С. ГУБЕНКО аспирант Тюменского индустриального уни- верситета, г. Тюмень E-mail: gubenkoas@tyuiu.ru	A.S. GUBENKO Postgraduate Student, Tyumen Industrial University, Tyumen E-mail: gubenkoas@tyuiu.ru
Д.В. ФАДЮШИН кандидат технических наук, доцент кафедры машиностроения Курганского государствен- ного университета, г. Курган E-mail: fadyushin_87@mail.ru	D.V. FADYUSHIN Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, Kurgan State University, Kurgan E-mail: fadyushin_87@mail.ru
О.С. ХАРИНА кандидат экономических наук, декан факуль- тета Технологического предпринимательства Московского финансово-промышленного уни- верситета «Синергия», г. Москва E-mail: olgakharina12@yandex.ru	O.S. KHARINA Candidate of Science Economics, Dean of the Faculty of Technological Entrepreneurship, Moscow Financial and Industrial University "Synergy", Moscow E-mail: olgakharina12@yandex.ru
Э.Р. ЖДАНОВ кандидат физико-математических наук, декан факультета Интернет-профессий Московского финансово-промышленного университета «Си- нергия», г. Москва E-mail: zhdanov@ufanet.ru	E.R. ZHDANOV Candidate of Science (Physics and Mathematics), Dean of the Faculty of Internet Professions, Moscow Financial and Industrial University "Synergy", Moscow E-mail: zhdanov@ufanet.ru
Л.М. ЧЕРВЯКОВ доктор технических наук, профессор Инсти- тута конструкторско-технологической инфор- матики Российской академии наук, г. Москва E-mail: zhdanov@ufanet.ru	L.M. CHERVYAKOV Doctor of Engineering, Professor, Institute of Design and Technological Informatics, Russian Academy of Sciences, Moscow E-mail: zhdanov@ufanet.ru

А.В. ОЛЕЙНИК

доктор технических наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Бионика» Инжинирингового центра мобильных решений МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва

E-mail: vv2@bk.ru

A.V. OLEINIK

Doctor of Engineering, Head of Research Laboratory "Bionika" of the Engineering Center for Mobile Solutions MIREA – Russian Technological University, Moscow

E-mail: vv2@bk.ru

И.В. ШАЦКАЯ

доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва

E-mail: shatskaya@mirea.ru

I.V. SHATSKAYA

Doctor of Economics, Associate Professor, Head of the Economics Department, MIREA – Russian Technological University, Moscow

E-mail: shatskaya@mirea.ru

А.В. ШПАК

доктор технических наук, профессор кафедры телекоммуникаций МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва

E-mail: alexandr.shpack@yandex.ru

A.V. SHPAK

Doctor of Engineering, Professor, Department of Telecommunications, MIREA – Russian Technological University, Moscow

E-mail: alexandr.shpack@yandex.ru

Р.А. ЯФИЗОВА

кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва

E-mail: regina.yafizova@mail.ru

R.A. YAFIZOVA

Candidate of Science (Pedagogy), Senior Researcher, MIREA – Russian Technological University, Moscow

E-mail: regina.yafizova@mail.ru

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ
SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS
№ 10(172) 2025
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Подписано в печать 23.10.2025 г.

Формат журнала 60×84/8

Усл. печ. л. 19,89. Уч.-изд. л. 9,97.

Тираж 1000 экз.