

ISSN 2221-5182

Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 2(164) 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
Запывалов 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
- Роботы, мехатроника и робототехнические системы
- Технология машиностроения
- Методы и приборы контроля и диагностики материалов

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

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

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:

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

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 экономической социологии Санкт-Петербургского государственного университета; тел.: 8(812)274-97-06; E-mail: elena.tarando@mail.ru.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Содержание

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Математическое моделирование и численные методы

- Бухтияров И.Р., Мусаева Я., Шакиров А.Б.** Применение модели Unixcoder для поиска уязвимостей в исходном коде 8
- Гончарова А.Б., Колпак Е.П., Гасратова Н.А.** Пространственная неоднородность в системе хищник – жертва 12
- Пальмов С.В., Диязитдинова А.А.** Исследование возможностей генеративно-состязательных сетей в аспекте формирования изображений с простой структурой 17

Информационная безопасность

- Шипулин Г.Ф., Калуцкий И.В., Приймак А.Е.** Вопросы безопасности децентрализованных приложений 21

Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделий

- Ааб А.В., Гутьяр С.А., Иванова М.Е., Мурыгин А.В.** Анализ ошибок при создании единого информационного пространства на предприятиях ракетно-космической отрасли .. 26

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Машины, агрегаты и технологические процессы

- Преснов О.М., Басистый И.В., Попова А.М., Кижменев К.В.** Устройство буринъекционных свай по разрядно-импульсной технологии..... 29

Роботы, мехатроника и робототехнические системы

- Харитонов Д.В., Рубцов В.И.** Изучение методик аппаратного ускорения нейросетевых алгоритмов распознавания объектов 33
- Шувалов Н.И., Рубцов В.И.** Компьютерная модель квадрокоптера с регулируемым наклоном роторов 38
- Янь Чуаньчао, Юй Вэньхуа, Цинь Чжоцзюнь, Волков А.Н.** Разрывность ускорения в пневматическом приводе на базе кулисного механизма с пружинным аккумулятором 43
- Яфизова Р.А. Пыхтин В.А., Дворский А.П.** Робототехника: технологии, выгоды и вызовы современного производства..... 50

Технология машиностроения

- Горшкова О.О.** Технические решения по совершенствованию уторного узла вертикального стального резервуара..... 54

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

- Ганшкевич А.Ю., Розов В.В., Фадеев Ф.О.** Комплексный подход к оптимизации процессов технической эксплуатации подъемных сооружений с применением дистанционных технологий 59
- Звягинцев В.В., Лесникова К.А., Звягинцева О.Ю., Морозов В.А.** Исследование качества воздуха в эксплуатируемых пассажирских вагонах 66
- Кондауров П.П., Ивлев В.В.** Учет особенностей теплогидравлических параметров автономных источников тепла и индивидуальных тепловых пунктов при совместном проектировании 72
- Кондауров П.П., Шишляников Я.В.** Система обогрева монолитных железобетонных конструкций, используемая для ускорения набора прочности 76

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

- Гончаров М.В., Боханов А.Д., Терехов А.С.** Перспективы применения искусственного интеллекта и машинного обучения в автоматизации процессов производства и контроля качества пищевых продуктов 80
- Дудник М.Д., Суханов М.Б.** Управление качеством продукции в машиностроении на основе методов математической статистики и машинного обучения 84
- Сумбуров С.А., Овечкин Л.М.** Информационное моделирование процесса внутреннего аудита СМК 90

Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

- Батюков М.В., Гречушкин В.А., Кравченко В.М., Поленикова Г.И.** Внедрение цифровых продуктов в производственную систему группы НЛМК 95

Финансы

- Монгуш О.Н., Монгуш Р.Э., Достай А.О., Ак А.Н.** Планирование финансово-хозяйственной деятельности государственных учреждений 100

Менеджмент

- Распевалова Ю.Е., Лазарев В.Н.** Организационная культура: понятие и сущность 105
- Сафиуллина Ч.Р., Бобров А.В., Илюшин О.В., Гуляков А.А.** Оценка и качество сна студентов Республики Татарстан 109
- Фахреева Д.Р.** Электронный документооборот как инструмент экологического менеджмента 114

Contents

INFORMATION TECHNOLOGY

Mathematical Modeling and Numerical Methods

Bukhtiyarov I.R., Musayeva YA., Shakirov A.B. Using The Unixcoder Model to Find Vulnerabilities in Source Code..... 8

Goncharova A.B., Kolpak Ye.P., Gasratova N.A. Spatial Heterogeneity in the Predator-Prey System 12

Palmov S.V., Diyazitdinova A.A. Exploration of Generative Adversarial Networks for Creating Images with Simple Structure 17

Information Security

Shipulin G.F., Kalutskiy I.V., Priymak A.Ye. Security Issues in Decentralized Applications..... 21

Engineering geometry and computer graphics. Digital life support product cycle

Aab A.V., Gutyar S.A., Ivanova M.E., Murygin A.V. Analysis of Errors in the Creation of a Unified Information Space at the Enterprises of the Rocket and Space Industry 26

MECHANICAL ENGINEERING

Machines, Units and Processes

Presnov O.M., Basisty I.V., Popova A.M., Kizhmenev K.V. Installation of Bored Injection Piles Using Discharge-Pulse Technology..... 29

Robots, Mechatronics and Robotic Systems

Haritonov D.V., Rubtsov V.I. Hardware Acceleration Techniques for Neural Network Object Recognition Algorithms..... 33

Shuvalov N.I., Rubtsov V.I. A Computer Model of a Quadcopter with Adjustable Rotor Tilt..... 38

Yan Chuanchao, Yu Wenhua, Qin Zhuojun, Volkov A.N. Discontinuity of Acceleration in Pneumatic Drive Based on Rocker Mechanism with Spring Accumulator..... 43

Yafizova R.A., Pykhtin V.A., Dvorsky A.P. Robotics: Technologies, Benefits and Challenges of Modern Production..... 50

Engineering technology

Gorshkova O.O. Technical Solutions for Improving the Tread Unit of a Vertical Steel Tank 54

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

- Ganshkevich A.Yu., Rozov V.V., Fadeev F.O.** An Integrated Approach to Optimizing the Processes of Technical Operation of Lifting Structures Using Remote Technologies 59
- Zvyagintsev V.V., Lesnikova K.A., Zvyagintseva O.Yu., Morozov V.A.** A Study of Air Quality in Operated Passenger Cars 66
- Kondaurov P.P., Ivlev V.V.** Features of Thermohydraulic Parameters of Autonomous Heat Sources and Individual Heating Points in Joint Design..... 72
- Kondaurov P.P., Shishlyannikov Ya.V.** Heating System for Monolithic Reinforced Concrete Structures Used to Accelerate Strength Gain 76

ECONOMIC SCIENCES

Product Quality Management. Standardization. Organization of Production

- Goncharov M.V., Bokhanov A.D., Terekhov A.S.** Prospects for Applying Artificial Intelligence and Machine Learning in Automation of Food Production Processes and Quality Control 80
- Dudnik M.D., Sukhanov M.B.** Product Quality Management in Mechanical Engineering Based on Mathematical Statistics and Machine Learning Methods 84
- Sumburov S.A., Ovechkin L.M.** Information Modeling of the Internal Audit Process of the QMS 90

Mathematical, Statistical and Instrumental Methods in Economics

- Batyukov M.V., Grechushkin V.A., Kravchenko V.M., Polennikova G.I.** Implementation of Digital Products in NLMK Group's Production System..... 95

Finance

- Mongush O.N., Mongush R.E., Dostai A.O., Ak A.N.** Planning of Financial and Economic Activities of State Institutions 100

Management

- Raspevalova Yu.E., Lazarev V.N.** Organizational Culture: Concept and Essence..... 105
- Safiullina Ch.R., Bobrov A.V., Ilyushin O.V., Gulyakov A.A.** Assessment and Quality of Students' Sleep in the Republic of Tatarstan..... 109
- Fakhreeva D.R.** Electronic Document Management as a Tool of Environmental Management114

УДК 004.94

И.Р. БУХТИЯРОВ, Я. МУСАЕВА, А.Б. ШАКИРОВ

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»;

АНОО ВО «Сколковский институт науки и технологий», г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ UNIXCODER ДЛЯ ПОИСКА УЯЗВИМОСТЕЙ В ИСХОДНОМ КОДЕ

Ключевые слова: большая языковая модель; трансформер; уязвимость; *unixcoder*.

Аннотация. В эпоху большого развития цифровых технологий высокий приоритет отводится безопасности разрабатываемых решений, в частности различного рода приложений на различных языках программирования. Поиск уязвимостей в исходном коде является важной задачей в обеспечении этой безопасности. Классическими инструментами обнаружения уязвимостей являются статические анализаторы кода и языковые модели, на текущий момент параметры качества решений на различных типах уязвимостей не всегда отвечают требованиям информационной безопасности. Целью данной работы является улучшение качества поиска уязвимостей с помощью языковых моделей. В рамках достижения поставленной цели главными задачами являются доказательство эффективности применения модели *Unixcoder* для автоматического обнаружения уязвимостей в исходном коде программ и сравнения с классическими трансформерными моделями. Тестирование модели проводилось на данных из датасета *VulDeePecker*, что позволило оценить ее производительность на реальных сниппетах программного кода. *Unixcoder* продемонстрировала высокие показатели точности (*Precision* 94,5 %), полноты (*Recall* 93,8 %) и *F1-score* (94,1 %), превзойдя параметры качества одной из классических трансформерных моделей (*BERT*) с показателями точности (*Precision* 91,0 %), полноты (*Recall* 90,2 %) и *F1-score* (90,6 %). Полученные результаты подтверждают эффективность *Unixcoder* для автоматического обнаружения уязвимостей в исходном коде. Данный подход может быть интегрирован в процессы обеспечения безопасности программного обеспечения, что позво-

лит автоматизировать анализ кода, снизить вероятность пропуска критических уязвимостей и повысить общую надежность программных систем.

Обзор трансформерных моделей

Трансформерные модели являются основной современных подходов к обработке естественного языка и анализа исходного кода. Эти модели, впервые предложенные А. Васвани и коллегами (2017) [1], используют механизм внимания, который позволяет эффективно выявлять зависимости между элементами последовательности, независимо от их расстояния. Благодаря этому трансформеры получили широкое применение в задачах классификации, генерации и анализа текста и программного кода.

Архитектура трансформеров состоит из энкодеров и декодеров. Энкодеры обрабатывают входные данные, извлекая их контекстные представления, а декодеры используются для генерации выходных данных на основе этих представлений. В зависимости от задачи архитектуры трансформеров могут быть однотипными, например, использовать только энкодеры (как в *BERT*) или включать комбинацию энкодеров и декодеров (как в *Unixcoder*). Это делает трансформеры более гибкими в применении как для обработки текста, так и для анализа исходного кода.

Такая архитектура позволяет создавать гибридные инструменты, которые могут работать с монодирективным (однонаправленным) и двунаправленным кодированием. Таким образом, трансформеры предоставляют универсальные инструменты для работы с текстом и кодом

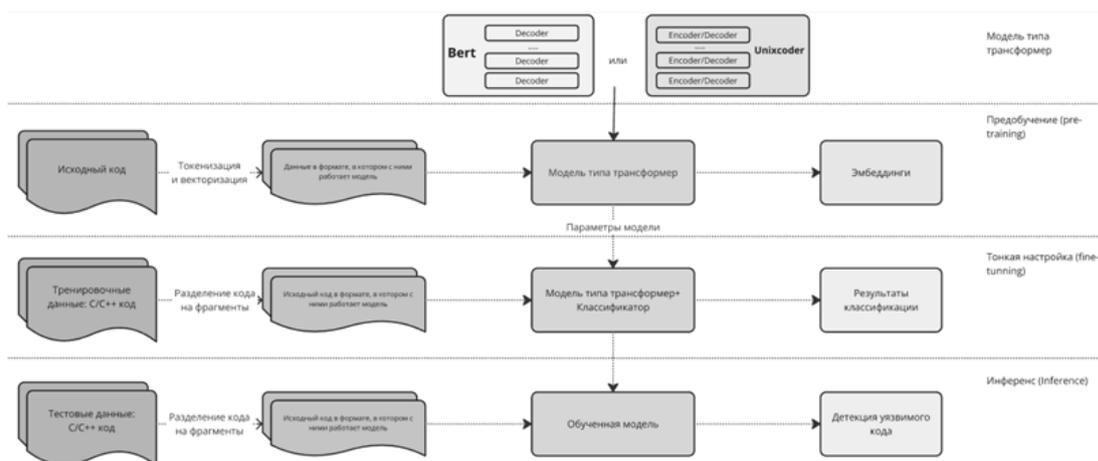


Рис. 1. Процесс работы с моделями

благодаря своей архитектуре, которая может быть адаптирована под специфику задачи.

Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) – это модель, использующая исключительно энкодеры для двунаправленного анализа текста. Она была представлена Девлином и коллегами (2019) [2; 6] и предназначена для извлечения контекстных зависимостей в тексте. *BERT* обучается в режиме без учителя (*unsupervised learning*) на задачах маскирования токенов (*MLM*) и предсказания следующего предложения (*NSP*). Это делает модель особенно эффективной в задачах классификации текста и извлечения информации. Исследования с использованием *BERT* уже проводились для анализа исходного кода, включая обнаружение уязвимостей, что делает эту модель важным эталоном для сравнения.

Unixcoder [3; 7] – это универсальная трансформерная модель, которая объединяет энкодеры и декодеры. Такая архитектура позволяет использовать модель как для анализа кода (например, классификации уязвимостей), так и для генеративных задач (например, восстановления фрагментов кода). *Unixcoder* проходит два этапа обучения.

1. Предобучение. Модель обучается на больших наборах текстовых и программных данных в режиме без учителя. Это позволяет модели понимать как синтаксические, так и семантические зависимости в коде.

2. Тонкая настройка. На этом этапе модель дообучается на размеченных данных с метками уязвимостей, таких как фрагменты кода (*code gadgets*), извлеченные из специализированных

датасетов (например, *VulDeePecker* [4]).

Сравнение *BERT* и *Unixcoder*

Различия в архитектуре и областях применения делают *Unixcoder* несравнимой с *BERT*.

1. Архитектура: *BERT* – это модель, основанная только на энкодерах, которая подходит для задач анализа текста или кода без генеративного компонента. В то же время *Unixcoder* использует как энкодеры, так и декодеры, что позволяет выполнять разнообразные задачи, включая анализ и генерацию.

2. Область применения: *BERT* ограничена задачами классификации текста или кода. *Unixcoder* же охватывает более широкий спектр задач, связанных с кодом – от обнаружения уязвимостей до генерации кода, что делает ее оптимизированной для этих задач.

3. Производительность: превосходство *Unixcoder* проявляется в задаче обнаружения уязвимостей благодаря ее способности учитывать сложные зависимости внутри кода.

Процесс обучения и использования моделей типа трансформер представлен на рис. 1.

Вышеупомянутый процесс включает в себя три основных этапа: предобучение, файн-тюнинг (тонкая настройка), применение модели (инференс или вывод).

1. Предобучение.

На этом этапе модель обучается в режиме «без учителя». При этом входные данные включают в себя тексты на английском языке или исходный код некоторого программного обеспечения. На текущем этапе данные про-

Таблица 1. Сравнение результатов классификации моделей

Модель	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-score</i>
<i>Unixcoder</i>	94,5 %	93,8 %	94,1 %
<i>BERT</i>	91,0 %	90,2 %	90,6 %

ходят предварительную обработку, такую как токенизация, извлечение характерных для того или иного вида текста или исходного кода признаков и векторизацию. Модель обучается на вышеупомянутых данных для создания эмбеддингов (векторных представлений), которые содержат контекстную информацию о коде или тексте.

Результатом этого этапа является формирование параметров модели, которые в дальнейшем будут использоваться на следующем этапе тонкой настройки.

2. Дообучение (*Fine-tuning*).

На этапе файн-тьюнинга происходит процесс адаптации модели к конкретной задаче, в нашем случае это задача классификации уязвимостей. Входные данные на этом этапе состоят из фрагментов исходного кода программного обеспечения (*code gadgets*), помеченных двумя типами меток: «уязвимый» или «безопасный».

Эти данные передаются в трансформерную модель (в нашем случае *Bert* или *Unixcoder*) с классификатором, который отвечает за классификацию входных фрагментов кода. Результатом текущего этапа является обученная модель, способная распределять фрагменты кода на два класса «уязвимый» или «безопасный».

3. Применение модели.

На этом этапе обученная модель используется для анализа новых (тестовых) данных из того же датасета, которые не использовались при обучении. Тестовые данные проходят ту же обработку, что и тренировочные: разбиение на *code gadgets*, токенизация и классификация с использованием модели трансформера. Итоговый результат для текущего этапа – это обнаружение уязвимостей в анализируемом исходном коде.

Оценка эффективности моделей для задачи поиска уязвимостей

Для оценки эффективности модели

Unixcoder на задаче обнаружения уязвимостей *CWE-119* и *CWE-399* [5] в исходном коде был проведен эксперимент, в котором результаты *Unixcoder* сравнивались с результатами модели *BERT* на одинаковых обучающих и тестовых выборках. Эксперимент проводился на размеченных данных из датасета *VulDeePecker* [4], в котором представлены реальные и полусинтетические примеры «уязвимого» и «безопасного» кода. Количество *C/C++* сниппетов в датасете ~61,6 тысяч с примерным соотношением 50 % «безопасного» и 50 % «уязвимого» кода. В эксперименте использовалась бинарная кросс-энтропия в качестве лосс функции. Оценка проводилась по основным метрикам: *precision*, *recall*, *F1-score*. Результаты эксперимента приведены в табл. 1.

Анализ результатов

Модель *Unixcoder* продемонстрировала лучшие результаты по всем метрикам, представленным выше. Тот факт, что *Unixcoder* показал лучшие результаты на выбранной задаче классификации, вероятно, связан с архитектурой модели, которая сочетает кодирование и декодирование. На примерах, в которых части уязвимостей находились на «большом» расстоянии (более десяти строк) друг от друга, в файлах с исходным кодом показал лучшие результаты. Исходя из этого можно выдвинуть гипотезу, что удаленность участка уязвимостей друг от друга влияет на точность классификации моделью этой уязвимости.

Выводы

Результаты эксперимента подтверждают, что *Unixcoder* является более эффективной моделью для задач обнаружения уязвимостей в исходном коде по сравнению с *BERT*. Это делает *Unixcoder* предпочтительным выбором для

автоматизации анализа безопасности программного обеспечения, особенно в условиях сложных зависимостей между частями исходного кода. Модель может использоваться в плагинах для *IDE* для анализа кода. Целью дальнейших исследований будет попытка интеграции модели в плагин одной из популярных *IDE* (*VScode* или *CLion*).

Список литературы

1. Vaswani, A. Attention is all you need. Advances in neural information processing systems / A. Vaswani [et al.] // Advances in neural information processing systems. – 2017. – Vol. 30.
2. Kenton, J.D.M. Pretraining of deep bidirectional transformers for language understanding / J.D.M. Kenton, W.C. Toutanova, L.K. Bert // Proceedings of naacL-HLT. – 2019. – Vol. 1. – P. 2.
3. Guo, D. Unixcoder: Unified cross-modal pre-training for code representation / D. Guo [et al.] // arXiv preprint arXiv:2203.03850, 2022.
4. Thapa, C. Transformer-based language models for software vulnerability detection / C. Thapa [et al.] // Proceedings of the 38th Annual Computer Security Applications Conference, 2022. – P. 481–496.
5. Common Weakness Enumeration: CWE. Перечень уязвимостей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cwe.mitre.org/index.html>.
6. Feng, Z. Codebert: A pre-trained model for programming and natural languages / Z. Feng [et al.] // arXiv preprint arXiv:2002.08155, 2020.
7. Narmada, N. Evaluating uniXcoder Embeddings for Automated Grading: A Study Across Varied Code Perspectives / N. Narmada, P.B. Pati // 2024 15th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT). – IEEE, 2024. – P. 1–5.
8. Mamede, C. A transformer-based IDE plugin for vulnerability detection / C. Mamede, E. Pinconschi, R. Abreu // Proceedings of the 37th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering. – 2022. – P. 1–4.
9. Badrinarayanan, V. Segnet: A deep convolutional encoder-decoder architecture for image segmentation / V. Badrinarayanan, A. Kendall, R. Cipolla // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. – 2017. – Vol. 39. – No. 12. – P. 2481–2495.
10. Pan, C. An empirical study on software defect prediction using codebert model / C. Pan, M. Lu, B. Xu // Applied Sciences. – 2021. – Vol. 11. – No. 11. – P. 4793.

References

5. Common Weakness Enumeration: CWE. Perechen' uyazvimostey [Electronic resource]. – Access mode: <https://cwe.mitre.org/index.html>.

© И.Р. Бухтияров, Я. Мусаева, А.Б. Шакиров, 2025

УДК 51(075.8)

А.Б. ГОНЧАРОВА, Е.П. КОЛПАК, Н.А. ГАСРАТОВА

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ В СИСТЕМЕ ХИЩНИК-ЖЕРТВА

Ключевые слова: жертва; математическая модель; популяция; точки притяжения; устойчивость; хищник.

Аннотация. Математические модели взаимодействующих популяций не всегда прогнозируют варианты пространственных распределений групп особей. Одной из целей работы является объяснение периодических колебаний в системах хищник-жертва не только во времени, но и в пространстве. Учет пространственного распределения производится на основе модели для распределенной системы хищник-жертва. Трофическая функция жертвы учитывает внутривидовые потери жертвы и особенности ее роста в условиях малой численности. Определены условия наличия неподвижных точек для локальной модели, неустойчивых по Ляпунову, но устойчивых по Лагранжу. Для линейного ареала найдены условия возможного образования пространственных структур. Основные причины их возникновения в математической трактовке – низкая подвижность особей жертвы и низкая рождаемость.

Взаимодействие хищников и их жертв в математических моделях прогнозируется, как вариант, на основе локальных моделей. Локальные однородные места обитания разбросаны по территории, между которыми происходит обмен особями в небольших количествах [10]. Сами ареалы не являются однородными, заселяются не мгновенно. В таких случаях локальные модели не всегда объясняют неоднородность заселения близких мест обитания особями популяций. Камерные модели прогнозируют образование неоднородных пространственных структур как для биологических популяций [4–6], так и для взаимодействующих экономических субъектов [1]. Распределенные модели [7] наряду с камерными моделями

объясняют большее число эффектов, наблюдаемых исследователями [8; 10], чем локальные.

Модель Вольтерра прогнозирует периодическое изменение численности особей в этой системе. Она пренебрегает множеством других факторов, определяющих взаимодействие этих популяций. В работе [2] предложен вариант квадратичной скорости размножения жертвы и учет ее внутренних потерь. Для случая линейного ареала эта модель состоит из двух эволюционных уравнений в частных производных:

$$\begin{aligned}\frac{\partial u_1}{\partial t} &= D_1 \frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2} + u_1^2(1 - u_1) - u_1 u_2, \\ \frac{\partial u_2}{\partial t} &= D_2 \frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2} - \gamma(\alpha - u_1)u_2,\end{aligned}\quad (1)$$

где u_1 и u_2 – линейные плотности жертвы и хищника соответственно; D_1 и D_2 – параметры, определяющие подвижность особей; α и γ – положительные параметры.

Система уравнений (1) дополняется условиями на границах отрезка при $x = 0$ и $x = l$:

$$\frac{\partial u_1}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial u_2}{\partial x} = 0, \quad (2)$$

где l – протяженность ареала.

Модель однородного ареала следует из (1) при $D_1 = 0$ и $D_2 = 0$:

$$\begin{aligned}\frac{du_1}{dt} &= u_1^2(1 - u_1) - u_1 u_2, \\ \frac{du_2}{dt} &= -\gamma(\alpha - u_1)u_2.\end{aligned}\quad (3)$$

Модель (3) содержит три положения равновесия.

1. $u_1 = 0, u_2 = 0$.
2. $u_1 = 1, u_2 = 1$.

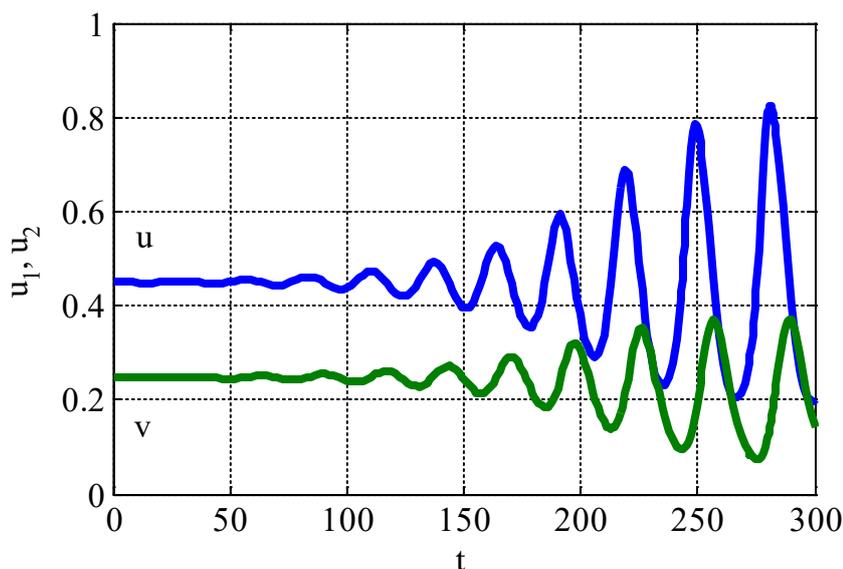


Рис. 1. Изменение функций $u_1(t)$ и $u_2(t)$ во времени

3. $u_1 = \alpha, u_2 = 1\alpha(1 - \alpha)$.

Первое положение равновесия является неустойчивым при $\alpha > 0$. Вторая неподвижная точка при $\alpha > 1$ устойчивая, и неустойчивая при $\alpha < 1$. Третья стационарная точка расположена в первом ортанте, если $\alpha < 1$. В этой особой точке корни характеристического полинома:

$$P(\lambda) = \lambda^2 + \alpha(2\alpha - 1)\lambda + \gamma\alpha^2(1 - \alpha)$$

при $\alpha > 1/2$ будут иметь отрицательные вещественные части, а при $\alpha < 1/2$ – положительные. Соответственно, при $\alpha < 1/2$ все три положения равновесия неустойчивые по Ляпунову.

На решениях системы уравнений (3) рост функции $u_1 = u_1(t)$ возможен только при значениях $u_1(t) < 1$, а рост функции $u_2(t)$ – при значениях $u_1(t) > \alpha$. То есть траектории движения при значениях параметра $\alpha < 1/2$ находятся в ограниченном фазовом пространстве и, как следствие ограниченности, будут устойчивыми по Лагранжу. В этом случае появление хищника рядом с жертвой должно привести к возникновению колебаний численностей популяций [2; 7].

На рис. 1 для $\alpha = 0,45$ показаны зависимости $u_1(t)$ и $u_2(t)$ от времени. При $t = 0$ принималось, что $u_1(t = 0) = 1,001\alpha$, а $u_2(t = 0) = \alpha(1 - \alpha)$. Это соответствует небольшому возмущению

третьего положения равновесия.

Системе уравнений (1) при условиях (2) удовлетворяют функции:

$$u_1(t, x) = u_1^0 = \alpha, u_2(t, x) = u_2^0 = \alpha(1 - \alpha). \quad (4)$$

Отклонение от этого решения представляется в виде:

$$u_1(t, x) = u_1^0 + \delta u_1, u_2(t, x) = u_2^0 + \delta u_2,$$

где δu_1 и δu_2 – малые величины такие, что $|\delta u_1| \ll u_1^0$ и $|\delta u_2| \ll u_2^0$. Линеаризация системы уравнений (1) приводит к системе уравнений для δu_1 и δu_2 :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \delta u_1}{\partial t} &= D_1 \frac{\partial^2 \delta u_1}{\partial x^2} + \alpha(1 - 2\alpha)\delta u_1 - \alpha\delta u_2, \\ \frac{\partial \delta u_2}{\partial t} &= D_2 \frac{\partial^2 \delta u_2}{\partial x^2} + \gamma\alpha(1 - \alpha)\delta u_1 \end{aligned} \quad (6)$$

с граничными условиями при $x = 0$ и $x = l$:

$$\frac{\partial \delta u_1}{\partial x} = 0, \frac{\partial \delta u_2}{\partial x} = 0.$$

Решение системы уравнений (5) ищется в виде тригонометрических функций:

$$\delta u_1 = A(t) \sin \mu x, \delta u_2 = B(t) \sin \mu x,$$

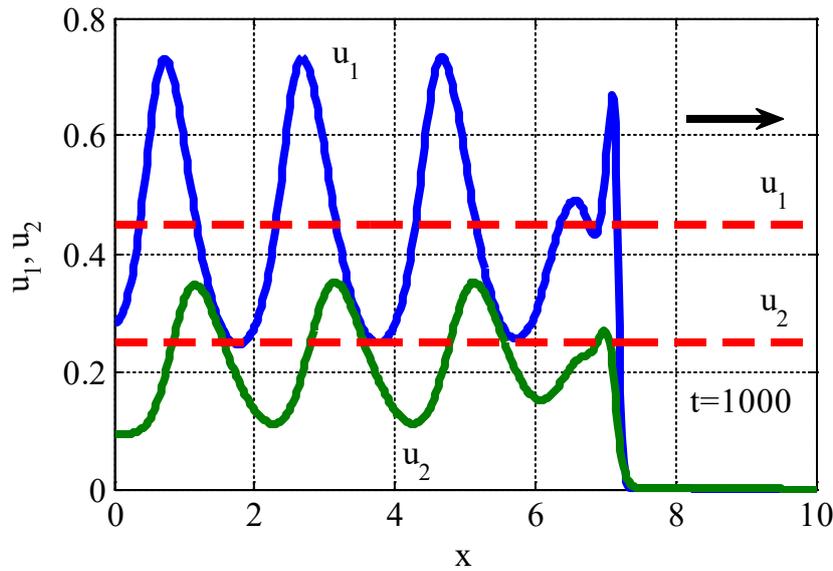


Рис. 2. Изменение функций $u_1(t, x)$ и $u_2(t, x)$

где $\mu = k\pi/l (k = 1, 2, \dots)$.

В соответствии с этим представлением из (5) следуют уравнения для $A(t)$ и $B(t)$:

$$\begin{aligned} \frac{dA}{dt} &= -D_1\mu^2 A + \alpha(1-2\alpha)A - \alpha B, \\ \frac{dB}{dt} &= -D_2\mu^2 B + \gamma(1-\alpha)A. \end{aligned} \quad (6)$$

Собственные числа уравнений (6) находят-ся из квадратного уравнения:

$$\begin{aligned} \lambda^2 + (D_1\mu^2 + D_2\mu^2 - \alpha(1-2\alpha))\lambda + \\ D_2\mu^2 (D_1\mu^2 - \alpha(1-2\alpha)) + \gamma\alpha^2(1-\alpha) = 0. \end{aligned}$$

Если параметры уравнений (1) удовлетво-ряют соотношению $(D_1 + D_2)\mu^2 < \alpha(1-2\alpha)$ или

$$\mu = \frac{k\pi}{l} < \sqrt{\frac{\alpha(1-2\alpha)}{D_1 + D_2}},$$

то, поскольку рассматривается случай $\alpha < 1/2$, хотя бы одно из двух собственных чисел бу-дет лежать в правой части комплексной плос-кости. Выполнение неравенства (7) приводит к потере устойчивости третьего положения рав-новесия не только по временной переменной, но и по пространственной переменной.

Неравенство (7) может выполняться при низкой подвижности особей обоих видов (при малых значениях D_1 и D_2). По пространствен-ной переменной потеря устойчивости может происходить на протяженных ареалах (при больших значениях l) по нескольким гармоникам или их суперпозиции.

Для решения уравнений (1) использована-лись конечно-разностные методы [11]. На рис. 2 для $\alpha = 0,45$, $\gamma = 0,5$, $D_1 = 0,0002$, $D_2 = 0,0015$ отображены зависимости функ-ций $u_1(t, x)$ и $u_2(t, x)$ от x в момент времени $t = 1\ 000$. За начальные данные принимались:

$$u_1 = \delta(0)\alpha, u_2(x) = \delta(0)\alpha(1-\alpha),$$

где $\delta(x)$ – дельта функция Дирака. Эти началь-ные условия соответствуют началу одновре-менного вселения особей обоих видов на аре-ал из точки $x = 0$ [9]. Направление движения обозначено «стрелкой». Горизонтальные пун-ктирные линии соответствуют решению (4). Параметр D_1 значительно меньше параметра D_2 , поскольку считается [2], что подвижность хищ-ника определяется поиском малоподвижной жертвы. Модель (1) допускает, что в процессе постепенного заселения ареала могут формиро-ваться периодические структуры [3].

Модель А.Д. Базыкина «хищник-жертва» прогнозирует образование на линейном одно-родном ареале пространственных структур.

Условие их возникновения – низкая подвижность особей обоих видов или большая протяженность ареала. Наличие зон, малопригодных для «проживания», приводит к фрагментации ареала, в каждом фрагменте которого могут возникать периодические по пространственной переменной распределения хищников и жертв.

Список литературы

1. Астанков, А.А. Методы и технологии для управления городским парковым хозяйством / А.А. Астанков, А.Г. Кравец, В.О. Артюшин, К.Ю. Дерезузов // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 5. – С. 10–14.
2. Базыкин, А.Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций / А.Д. Базыкин. – Москва-Ижевск : Ижевский институт компьютерных исследований, 2003. – 368 с.
3. Гиричева, Е.Е. Влияние направленных перемещений хищника на формирование пространственных структур в модели трехвидового сообщества с учетом всеядности хищника / Е.Е. Гиричева // Компьютерные исследования и моделирование. – 2023. – Т. 15. – № 6. – С. 1617–1634.
4. Гончарова, А.Б. Камерная модель новообразования / А.Б. Гончарова, М.Ю. Виль, Е.П. Колпак // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 8(134). – С. 36–40.
5. Гончарова, А.Б. Математическая модель иммунологии и химиотерапии злокачественного образования / А.Б. Гончарова, Е.П. Колпак, И.А. Кузина // Перспективы науки. – 2021. – № 12(147). – С. 14–19.
6. Горыня, Е.В. Математическая модель иерархической конкуренции / Е.В. Горыня, Е.П. Колпак, Н.А. Гасратова, А.Б. Гончарова // Перспективы науки. – 2023. – № 8(167). – С. 103–108.
7. Зеленчук, П.А. Математическая модель идеального свободного распределения в системе хищник-жертва / П.А. Зеленчук, В.Г. Цибулин // Современная математика. Фундаментальные направления. – 2023. – Т. 69. – № 2. – С. 237–249.
8. Колпак, Е.П. Математическая модель восстановления растительности на техногенной пустоши / Е.П. Колпак, Н.А. Гасратова, М.В. Столбовая // Перспективы науки. – 2024. – № 8(179). – С. 39–44.
9. Курилова, Е.В. Моделирование динамики взаимодействующих популяций типа «хищник-жертва» при постоянной миграции особей с сопредельных территорий / Е.В. Курилова, Е.Я. Фрисман // Региональные проблемы. – 2024. – Т. 27. – № 1. – С. 62–77.
10. Мысленков, А.И. Местообитания, распространение и численность амурской рыси *Lynx lynx stroganovi* и дальневосточного лесного кота *Prionailurus bengalensis euptilura* в Лазовском заповеднике и национальном парке «Зов тигра» (Приморский край, Дальний Восток России) / А.И. Мысленков, И.В. Волошина, А.А. Шурыгина, Л.Ли. Керли // Биота и среда природных территорий. – 2023. – Т. 11. – № 3. – С. 27–52.
11. Нгуен, Б.Х. Схема повышенного порядка точности для моделирования динамики хищника и жертвы на неоднородном ареале / Б.Х. Нгуен, В.Г. Цибулин // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. – 2024. – Т. 32. – № 3. – С. 294–304.

References

1. Astankov, A.A. Metody i tekhnologii dlya upravleniya gorodskim parkovym khozyaystvom / A.A. Astankov, A.G. Kravets, V.O. Artyushin, K.YU. Derезuzov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2024. – № 5. – S. 10–14.
2. Bazykin, A.D. Nelineynaya dinamika vzaimodeystvuyushchikh populyatsiy / A.D. Bazykin. – Moskva-Izhevsk : Izhevskiy institut komp'yuternykh issledovaniy, 2003. – 368 s.
3. Giricheva, Ye.Ye. Vliyaniye napravlennykh peremeshcheniy khishchnika na formirovaniye prostranstvennykh struktur v modeli trekhvidovogo soobshchestva s uchetom vseядnosti khishchnika / Ye.Ye. Giricheva // Komp'yuternyye issledovaniya i modelirovaniye. – 2023. – T. 15. – № 6. – S. 1617–1634.
4. Goncharova, A.B. Kamernaya model' novoobrazovaniya / A.B. Goncharova, M.YU. Vil', Ye.P. Kolpak // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 8(134). – S. 36–40.

5. Goncharova, A.B. Matematicheskaya model' immunologii i khimioterapii zlokachestvennogo obrazovaniya / A.B. Goncharova, Ye.P. Kolpak, I.A. Kuzina // Perspektivy nauki. – 2021. – № 12(147). – S. 14–19.
6. Gorynya, Ye.V. Matematicheskaya model' iyerarkhicheskoy konkurentsii / Ye.V. Gorynya, Ye.P. Kolpak, N.A. Gasratova, A.B. Goncharova // Perspektivy nauki. – 2023. – № 8(167). – S. 103–108.
7. Zelenchuk, P.A. Matematicheskaya model' ideal'nogo svobodnogo raspredeleniya v sisteme khishchnik-zhertva / P.A. Zelenchuk, V.G. Tsibulin // Sovremennaya matematika. Fundamental'nyye napravleniya. – 2023. – T. 69. – № 2. – S. 237–249.
8. Kolpak, Ye.P. Matematicheskaya model' vosstanovleniya rastitel'nosti na tekhnogennoy pustoshi / Ye.P. Kolpak, N.A. Gasratova, M.V. Stolbovaya // Perspektivy nauki. – 2024. – № 8(179). – S. 39–44.
9. Kurilova, Ye.V. Modelirovaniye dinamiki vzaimodeystvuyushchikh populyatsiy tipa «khishchnik-zhertva» pri postoyannoy migratsii osobey s sopredel'nykh territoriy / Ye.V. Kurilova, Ye.YA. Frisman // Regional'nyye problemy. – 2024. – T. 27. – № 1. – S. 62–77.
10. Myslenkov, A.I. Mestoobitaniya, rasprostraneniye i chislennost' amurskoy rysi Lynx lynx stroganovi i dal'nevostochnogo lesnogo kota Prionailurus bengalensis euptilura v Lazovskom zapovednike i natsional'nom parke «Zov tigra» (Primorskiy kray, Dal'niy Vostok Rossii) / A.I. Myslenkov, I.V. Voloshina, A.A. Shurygina, L.Li. Kerli // Biota i sreda prirodnykh territoriy. – 2023. – T. 11. – № 3. – S. 27–52.
11. Nguyen, B.KH. Skhema povyshennogo poryadka tochnosti dlya modelirovaniya dinamiki khishchnika i zhertvy na neodnorodnom areale / B.KH. Nguyen, V.G. Tsibulin // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Prikladnaya nelineynaya dinamika. – 2024. – T. 32. – № 3. – S. 294–304.

© А.Б. Гончарова, Е.П. Колпак, Н.А. Гасратова, 2025

УДК 004.89

С.В. ПАЛЬМОВ^{1, 2}, А.А. ДИАЗИТДИНОВА¹

¹ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»;

²ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГЕНЕРАТИВНО-СОСТЯЗАТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ В АСПЕКТЕ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПРОСТОЙ СТРУКТУРОЙ

Ключевые слова: анализ данных; генеративно-состязательная сеть; глубокое обучение; искусственный интеллект; машинное обучение; нейронная сеть; *Python*.

Аннотация. В настоящее время самым востребованным классом алгоритмов машинного обучения являются нейронные сети. Последние требуют большого количества данных для обучения; объемы могут исчисляться десятками терабайт. Исследователи далеко не всегда способны получить доступ к подобному массиву информации. Выходом может являться использование методов машинного обучения, а именно генеративно-состязательных нейронных сетей (*GANs*), способных порождать новый «контент». Таким образом, целью настоящей работы являлась проверка гипотезы относительно возможности генерации *GAN*-изображений, в достаточной степени схожих с оригинальными, чтобы их можно было использовать для формирования представительных датасетов. Для этого были решены следующие задачи: сгенерированы обучающие данные, разработан код на *Python*, выполнена серия экспериментов, полученные результаты обработаны и представлены в таблицах. В исследовании задействованы методы сравнительного анализа, машинного обучения и математической статистики. В результате проведенного исследования было получено подтверждение истинности сформулированной гипотезы.

Введение

Для обучения современных нейросетевых

моделей требуется большое количество качественных данных. Интернет, как источник последних, не всегда способен «предоставить» нужный объем информации. Организации часто тоже не спешат делиться имеющимися запасами или требуют за это заметные денежные суммы. Существуют разные способы разрешения указанной ситуации. Один из них – выполнить генерацию новых изображений, которые будут в достаточной степени похожи на исходные, посредством генеративно-состязательной сети [1]. С целью оценки возможностей *GANs* в разрезе формирования изображений было проведено исследование, представленное в данной работе. Обучение нейронной модели приведенного типа сопряжено с высокими вычислительными затратами, обусловленными ее архитектурными особенностями – «две сети в одной». Поэтому, учитывая, что в распоряжении авторов находилась вычислительная машина, обладающая весьма скромной производительностью (табл. 1), было принято решение использовать изображения с очень простой структурой – размером 2x2 пикселя в оттенках серого.

Таким образом, в работе проверялась гипотеза о возможности генерации *GAN*-изображений, в достаточной степени схожих с оригинальными, чтобы их можно было использовать для формирования представительных датасетов.

Описание экспериментального исследования

В работе использовался датасет, сгенерированный посредством скрипта на языке *Python*, написанного авторами. Объем датасета – 3 000 изображений, каждое из которых принадлежит

Таблица 1. Технические характеристики аппаратного обеспечения

Процессор	Intel(R) Core(TM) i7-9750H CPU @ 2.60GHz
Оперативная память, Гб	16



Рис. 1. Классы изображений

Таблица 2. Значения гиперпараметров (прочие значения были оставлены по умолчанию)

№ эксперимента	Размерность латентного пространства [2]	Число эпох, шт.	Скорость обучения
1	100	100	0,0010
2	64		
3	128		
4		200	
5	8	100	
6	4		
7	16		
8			

одному из шести классов (рис. 1). Число объектов каждого класса – 500 шт.

Разработанная (использовался инструментарий библиотеки *TensorFlow*) GAN обладает следующей структурой.

1. Генератор состоит из пяти слоев: *ConvTranspose2d* (первая транспонированная свертка), *BatchNorm2d* (нормализация входных данных), *ReLU* (добавляет нелинейность, помогая сети генерировать более сложные представления), *ConvTranspose2d* (вторая транспонированная свертка), *Tanh* (ограничивает значения выходных данных в диапазоне $(-1, 1)$).

2. Дискриминатор содержит четыре слоя:

Conv2d («обычная» свертка), *LeakyReLU* (добавляет нелинейность и возможность обрабатывать отрицательные значения, а также борется с «замиранием» нейронов), *Sigmoid* (преобразует выходные значения в диапазон $(0, 1)$, что удобно для интерпретации вероятности).

Было выполнено восемь экспериментов, включавших по десять итераций, в каждой из которых производились следующие действия.

1. Обучение GAN.

2. Генерация сформированной нейросетью «контрольной» выборки (10 000 изображений).

3. Расчет сходства созданных данных с «оригиналами» (рис. 1).

Таблица 3. Количество нейронов в нейросети

Размерность латентного пространства	Количество нейронов		
	Генератора, шт.	Дискриминатора, шт.	Всего, шт.
100	168	281	449
64	132		413
128	196		477
8	76		357
4	72		353
16	84		365

Таблица 4. Оценка качества формируемых изображений

№ эксперимента	Попиксельное сравнение		Косинусное сходство		Коэффициент корреляции	
	Медиана	СКО	Медиана	СКО	Медиана	СКО
1	0,5	369,2725	0,8580	0,1783	0,4505	0,0750
2	600,5	269,0318	0,5700	0,0738	0,4625	0,0698
3	0	193,1565	0,8988	0,1357	0,4568	0,0635
4	1 251	831,7428	0,5057	0,2235	0,4475	0,1469
5	513	467,9264	0,6398	0,1142	0,5191	0,1733
6	471,5	728,6206	0,6423	0,2455	0,5478	0,2196
7	49	303,5105	0,7153	0,1016	0,5711	0,1452
8	592	307,9373	0,7049	0,1293	0,5956	0,1589

4. Расчет значений метрик качества сети.

Характеристики сетей для каждого эксперимента представлены в табл. 2 и 3.

Оценка качества каждого эксперимента формировалась на основе двух составляющих.

1. Степень сходства создаваемых изображений с «оригиналами» (рис. 1). Определялась с использованием метрик «попиксельное сравнение», «косинусное сходство» [3] и «коэффициент корреляции».

2. Качество обучения нейросети. Выявлялось на основе значений функций потерь (*Loss*) генератора и дискриминатора.

Для каждой из перечисленных пяти метрик рассчитывались медианные значения и среднеквадратические отклонения (СКО).

Статья [4] показывает, что значения метрик «косинусное сходство» и «коэффициент корреляции», равные или превышающие «0,8» и «0,4» соответственно, считаются достаточно высокими.

В источнике [5] рассматриваются различные метрики для оценки *GANs*, включая классические потери генератора и дискриминатора. Несмотря на отсутствие строгих границ значений, указанные диапазоны потерь (0,5, 1,5) часто приводятся как показатель хорошей сходимости модели для стандартных *GANs*. Автор акцентирует внимание на важности сбалансированности потерь обеих «частей» генеративной нейросети для избежания переобучения дискриминатора или генератора, что соответствует соотношению в пределах (0,8; 1,2).

Таблица 5. Оценка качества обучения GANs (потери)

№ эксперимента	Медиана	СКО	№ эксперимента	Медиана	СКО
1 (дискр.)	1,3849	0,4305	5 (дискр.)	1,3845	0,2630
1 (ген.)	0,6558	0,2483	5 (ген.)	0,6558	0,1277
2 (дискр.)	1,3854	0,0009	6 (дискр.)	1,3836	0,2106
2 (ген.)	0,6570	0,0059	6 (ген.)	0,6599	0,0947
3 (дискр.)	1,1661	0,3923	7 (дискр.)	1,3842	0,1910
3 (ген.)	0,7325	0,2511	7 (ген.)	0,6394	0,1575
4 (дискр.)	1,3859	0,0346	8 (дискр.)	1,3845	0,0308
4 (ген.)	0,6759	0,0862	8 (ген.)	0,6522	0,0706

Выводы

Изучив данные, представленные в табл. 4 и 5, можно сделать следующие выводы.

1. GAN, обученная в ходе эксперимента № 7, представляется как некоторая «золотая середина», поскольку обеспечивается достаточно сильная корреляция и близкие к требуемым значения косинусного сходства, т.е. нейросеть будет и генерировать новые изображения, и «повторять» объекты из обучающей выборки.

2. Если существует условие, требующее максимизировать «новизну», то наиболее предпочтительными будут сети из эксперимента № 1 или 3; для обратной ситуации – сети № 2, 4 или 8 (в данном случае большее значение имеет

метрика «попиксельное сравнение»).

3. Сети, полученные во всех экспериментах, соответствуют критерию, указанному в источнике [5], в разрезе значения функций потерь генератора и дискриминатора, что свидетельствует о качественном обучении моделей.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что GANs позволяет формировать представительные датасеты, однако исследователю необходимо иметь четкое понимание относительно того, какая доля новых изображений должна присутствовать в генерируемых данных, чтобы задать соответствующие значения гиперпараметров модели. Следовательно, сформулированная выше гипотеза истинна.

Список литературы/References

1. Generative Adversarial Nets [Electronic resource]. – Access mode : <https://arxiv.org/pdf/1406.2661>.
2. 3D GANs and Latent Space: A comprehensive survey [Electronic resource]. – Access mode : <https://arxiv.org/pdf/2304.03932>.
3. Exploring the Sharpened Cosine Similarity [Electronic resource]. – Access mode : <https://arxiv.org/pdf/2307.13855>.
4. A review of Generative Adversarial Networks (GANs) [Electronic resource]. – Access mode : <https://ar5iv.labs.arxiv.org/html/2110.01442>.
5. Pros and Cons of GAN Evaluation Measures [Electronic resource]. – Access mode : <https://arxiv.org/abs/1802.03446>.

УДК 004.056

Г.Ф. ШИПУЛИН¹, И.В. КАЛУЦКИЙ², А.Е. ПРИЙМАК¹

¹ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»;

²ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Москва

ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Ключевые слова: децентрализованное приложение; информационная безопасность; смарт-контракт; средства защиты; уязвимости.

Аннотация. В статье показана актуальность вопросов безопасности децентрализованных приложений. Целью работы является выявление признаков, позволяющих сформировать классификацию уязвимостей децентрализованных приложений для возможности построения стратегии защиты независимо от их структурной сложности. Гипотеза исследования предполагает, что в условиях динамического развития децентрализованных приложений и блокчейн-технологий подход на основе защиты компонентов от соответствующих векторов атак позволит в перспективе сформировать методику многоуровневой защиты разрабатываемых и уже функционирующих децентрализованных систем. Основные задачи включают в себя анализ архитектуры децентрализованных приложений, формирование критериев для классификации уязвимостей децентрализованных приложений, рассмотрение конкретных уязвимостей, средств их поиска и закрытия. Методы исследования основаны на обзоре и анализе современных разработок в области построения и защиты децентрализованных приложений. В работе раскрыто понятие децентрализованных приложений, описана архитектура децентрализованных приложений и взаимодействие их основных компонентов: кошельки, смарт-контракты, децентрализованные хранилища и блокчейн-платформы. Предложена классификация уязвимостей децентрализованных приложений на основе их компонентов: смарт-контрактов, децентрализованного хранилища, блокчейн-платформы и используемых сторонних сервисов, клиентских уязвимостей, уязвимости децентрализованной и

распределенной сетей, уязвимости алгоритмов консенсуса. Описаны распространенные уязвимости смарт-контрактов как наиболее ослабленных компонентов децентрализованных приложений, а также способы их закрытия.

Децентрализованные приложения – приложения, функционирующие на основе смарт-контрактов и использующие блокчейн-технологии. Их особенностью и главным преимуществом является отсутствие необходимости в централизованном управляющем сервере, поскольку они используют децентрализованные сети для взаимодействия компонентов приложения [1].

Актуальность вопроса защищенности децентрализованных приложений связана с ростом их популярности (объема рынка), количеством совершаемых атак, а также объемом нанесенного ущерба от осуществленных сетевых атак. По данным «*The Chainalysis 2025 Crypto Crime Report*», в 2017 г. было зафиксировано 19 атак на децентрализованные приложения с причиненным финансовым ущербом в 249 миллионов долларов, в 2018 г. – 35 атак с ущербом в 1,5 миллиарда долларов, в 2019 г. – 35 атак с ущербом в 543 миллиона долларов, в 2020 г. – 119 атак с ущербом в 531 миллион долларов, в 2021 г. – 279 атак с ущербом в 3,3 миллиарда долларов, в 2022 г. – 231 атака с ущербом в 3,7 миллиарда долларов, в 2023 г. – 281 атака с ущербом в 1,8 миллиарда долларов [2].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что количество сетевых атак на децентрализованные приложения в целом растет, ущерб от их успешного осуществления остается значительным, поэтому вопросы обеспечения информационной безопасности децентрализован-

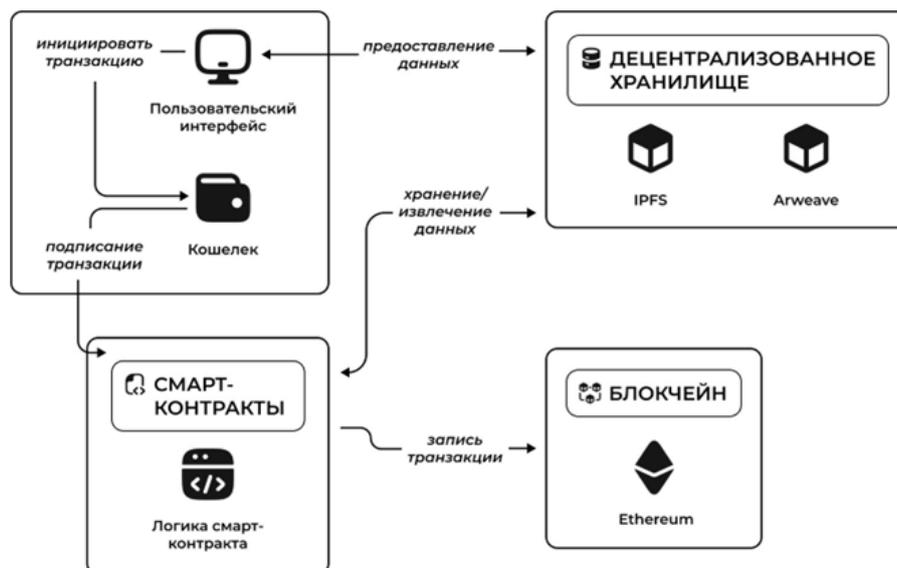


Рис. 1. Взаимосвязь компонентов децентрализованных приложений

ных приложений являются актуальными.

Архитектура децентрализованных приложений представляет собой систему, в которой приложение работает не на базе централизованной сети, а в распределенной или децентрализованной сети [3]. Рассмотрим основные компоненты архитектуры децентрализованных приложений, их взаимосвязь (рис. 1).

При описании архитектуры децентрализованных приложений необходимо дать определение смарт-контрактам. Смарт-контракты представляют собой программы, автоматически выполняющиеся при наступлении определенных условий. В децентрализованных приложениях через пользовательский интерфейс инициируется транзакция, то есть выполнение какой-либо операции, команды, которая через «Кошелек», например, *MetaMask*, подписывается и далее отправляется в смарт-контракт. «Кошелек» также отвечает за управление ключами доступа (публичным и приватным) к данным, находящимся на блокчейн-платформе.

Смарт-контракты выполняют операции, записывают транзакции в блокчейн, взаимодействуют с децентрализованным хранилищем. Также они отвечают за логику работы децентрализованного приложения, определяя правила взаимодействия клиентов и выполнения операций.

Все данные об операциях (транзакциях) могут храниться в децентрализованном храни-

лище, например, *IPFS* или *Arweave*, что снижает нагрузку на блокчейн. Например, смарт-контракт может сохранить ссылку на файл в блокчейне, а сам файл об операции будет находиться в децентрализованном хранилище.

Обобщенно блокчейн представляет собой механизм, в котором данные сохраняются на множестве независимых узлов, что исключает необходимость в централизованных серверах. Основными блокчейн-платформами являются *Ethereum*, *Solana* и *Binance Smart Chain* [4].

Стоит отметить, что некоторые децентрализованные приложения могут работать только с централизованными серверами для обработки данных, но используют для хранения записей о транзакциях и выполнении смарт-контрактов только блокчейн-платформу. Такие децентрализованные приложения называются гибридными.

Предлагается рассматривать классификацию уязвимостей децентрализованных приложений на основе их компонентов, что позволяет покрыть все множество векторов атак и выстроить стратегию защиты для каждого компонента децентрализованного приложения:

- уязвимости смарт-контрактов;
- уязвимости децентрализованного хранилища, которые связаны с возможностью подмены данных из-за отсутствия проверки источника загружаемых данных, таким образом можно внести изменения в хранимые файлы и

ограничить их доступность соответственно;

- уязвимости блокчейн-платформы и используемых сторонних сервисов (наиболее распространенными из них являются недостатки логики функционирования блокчейн-платформы);

- клиентские уязвимости, подразумевающие использование методов социальной инженерии в качестве основного вектора атаки;

- уязвимости децентрализованной и распределенной сетей;

- уязвимости алгоритмов консенсуса, которые представляют собой набор протоколов, обеспечивающий согласование всех участников распределенной сети относительно состояния хранимых в ней данных.

Наиболее уязвимым компонентом децентрализованных приложений являются смарт-контракты. Рассмотрим самые распространенные из них, а также способы их выявления и закрытия.

1. Уязвимость повторного входа *CVE-2020-26262* в смарт-контракте *Compound Finance (reentrancy)* заключается в возможности выполнения функции-вызова легитимного смарт-контракта добавленным смарт-контрактом злоумышленника, повторяя ее вызов до завершения предыдущей транзакции [5]. Таким образом может быть осуществлен перехват чужой пользовательской операции.

Для эксплуатации данной уязвимости используются фреймворки *Hardhat* или *Truffle*, позволяющие создавать тестовые среды для разработки контрактов с требуемой полезной нагрузкой и тестировать сценарии повторного вызова.

Закрытие уязвимости повторного входа возможно посредством применения паттерна «*Checks-Effects-Interactions*» языка программирования *Solidity*. Принцип его работы состоит в первоначальной проверке всех условий выполнения транзакции, только затем производится изменение состояния смарт-контракта, а потом взаимодействие с внешними системами [6].

2. Уязвимость «*batchOverflow*» *CVE-2018-10299* целочисленного переполнения в функции *batchTransfer* смарт-контракта для *Beauty Ecosystem Coin (BEC)* основана на отсутствии проверки в смарт-контракте переполнения рядов порядка в переменных, используемых для арифметических операций [5].

Для ее эксплуатации применяются инструменты статического анализа и фаззинга кода

MythX и *Manticore*. Использование библиотеки *SafeMath* при разработке смарт-контрактов позволяет устранить эту уязвимость [7].

3. Уязвимость *Timestamp Dependence* связана с возможностью изменения временной метки транзакции в одном из блоков, из которых она состоит, и подменой самого этого блока на новый для принятия решений в смарт-контракте, в результате чего принимается неправильное значение на основе этой метки.

Для проверки наличия уязвимостей, связанных с возможностью изменения временной метки транзакции, используется инструмент *Chainlink VRF* [8].

4. Уязвимость «отказ в обслуживании» основывается на ограничениях среды выполнения в смарт-контрактах, например, посредством единиц «газа».

Например, при наличии в смарт-контракте циклов, обрабатывающих большой объем данных (перебор списка пользователей или проверка балансов) злоумышленник может создать условия, при которых цикл будет бесконечно долгим или потребует огромного количества единиц «газа» для завершения, что приведет к «отказу в обслуживании».

Обнаружение данного типа уязвимостей осуществляется посредством инструментов *Ganache* и *Truffle*, моделирующих нагрузку и определяющих ее максимальный предел [9].

5. Уязвимость *CVE-2019-7167* затрагивает алгоритм консенсуса в *Ethereum Geth* и позволяет создавать блок с некорректной структурой, приводящий к аварийному завершению работы узлов [5]. Платформа *Aragon* может быть использована для реализации безопасного распределения вычислений [10].

К другим средствам защиты децентрализованных приложений относятся реализация распределения вычислений по нескольким смарт-контрактам и применение гибридных решений (хранение критически важных данных в децентрализованном хранилище, а их резервных копий – в централизованных системах).

Таким образом, были рассмотрены статистика совершенных атак на децентрализованные приложения с причиненным ущербом, описана архитектура децентрализованных приложений. Предложена классификация уязвимостей децентрализованных приложений на основе составляющих компонентов:

- уязвимости смарт-контрактов;
- уязвимости децентрализованного хра-

нилища;

- уязвимости блокчейн-платформы и используемых сторонних сервисов;
- клиентские уязвимости;
- уязвимости децентрализованной и распределенной сетей;
- уязвимости алгоритмов консенсуса.

Также были описаны наиболее встречае-

мые уязвимости смарт-контрактов и средства их закрытия. Предлагаемый подход позволяет выстраивать стратегию защиты децентрализованных приложений независимо от их структурной сложности и создает предпосылки для разработки комплексной методики многоуровневой защиты разрабатываемых и уже функционирующих децентрализованных систем.

Список литературы

1. Grandviewsearch: Global Blockchain Technology Market Size & Outlook // GrandViewResearch – американская исследовательская компания [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/blockchain-technology-market-size/global>.
2. Chainalysis: \$2.2 Billion Stolen from Crypto Platforms in 2024, but Hacked Volumes Stagnate Toward Year-End as DPRK Slows Activity Post-July // Chainalysis – поставщик данных и программных услуг в области блокчейн [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.chainalysis.com/blog/crypto-hacking-stolen-funds-2025>.
3. GeeksForGeeks. Архитектура DApps: как она работает // GeeksForGeeks платформа по компьютерным наукам и задачам [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.geeksforgeeks.org/architecture-of-a-dapp>.
4. ConsenSys: Ethereum Smart Contract Security Best Practices // ConsenSys – разработчик программного обеспечения на блокчейне Ethereum [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://consensys.github.io/smart-contract-best-practices>.
5. NDV: National Vulnerability Database // NVD Национальная база данных уязвимостей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://nvd.nist.gov/vuln>.
6. Medium: Solidity programming: The Checks-Effects-Interactions Pattern // Medium – платформа для социальной журналистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://samvishwas.medium.com/solidity-programming-the-checks-effects-interactions-pattern-bac0e5a5f659>.
7. MythX: Smart contract security service for Ethereum // MythX – сервис для анализа безопасности смарт-контрактов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mythx.io>.
8. Chainlink: Verifiable source of randomness for smart contracts // Chainlink – платформа для разработчиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://chain.link/vrf>.
9. Habr: Локальное окружение для изучения Web3.js и Ethereum // Habr – платформа для публикации технических статей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/articles/737772>.
10. Habr: Aragon DAO V1: обзор фреймворка для создания децентрализованных автономных организаций // Habr – платформа для публикации технических статей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/companies/metalamp/articles/862694>.

References

1. Grandviewsearch: Global Blockchain Technology Market Size & Outlook // GrandViewResearch – amerikanskaya issledovatel'skaya kompaniya [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/blockchain-technology-market-size/global>.
2. Chainalysis: \$2.2 Billion Stolen from Crypto Platforms in 2024, but Hacked Volumes Stagnate Toward Year-End as DPRK Slows Activity Post-July // Chainalysis – postavshchik dannykh i programmnykh uslug v oblasti blokcheyn [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.chainalysis.com/blog/crypto-hacking-stolen-funds-2025>.
3. GeeksForGeeks. Arkhitektura DApps: kak ona rabotayet // GeeksForGeeks platforma po komp'yuternym naukam i zadacham [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.geeksforgeeks.org/architecture-of-a-dapp>.

4. ConsenSys: Ethereum Smart Contract Security Best Practices // ConsenSys – razrabotchik programmogo obespecheniya na blokcheyne Ethereum [Electronic resource]. – Access mode : <https://consensys.github.io/smart-contract-best-practices>.

5. NDV: National Vulnerability Database // NVD Natsional'naya baza dannykh uyazvimostey [Electronic resource]. – Access mode : <https://nvd.nist.gov/vuln>.

6. Medium: Solidity programming: The Checks-Effects-Interactions Pattern // Medium – platforma dlya sotsial'noy zhurnalistiki [Electronic resource]. – Access mode : <https://samvishwas.medium.com/solidity-programming-the-checks-effects-interactions-pattern-bac0e5a5f659>.

7. MythX: Smart contract security service for Ethereum // MythX – servis dlya analiza bezopasnosti smart-kontraktov [Electronic resource]. – Access mode : <https://mythx.io>.

8. Chainlink: Verifiable source of randomness for smart contracts // Chainlink – platforma dlya razrabotchikov [Electronic resource]. – Access mode : <https://chain.link/vrf>.

9. Habr: Lokal'noye okruzheniye dlya izucheniya Web3.js i Ethereum // Habr – platforma dlya publikatsii tekhnicheskikh statey [Electronic resource]. – Access mode : <https://habr.com/ru/articles/737772>.

10. Habr: Aragon DAO V1: obzor freymvorka dlya sozdaniya detsentralizovannykh avtonomnykh organizatsiy // Habr – platforma dlya publikatsii tekhnicheskikh statey [Electronic resource]. – Access mode : <https://habr.com/ru/companies/metalamp/articles/862694>.

© Г.Ф. Шипулин, И.В. Калущкий, А.Е. Приймак, 2025

УДК 005.92

А.В. ААБ, С.А. ГУТЬЯР, М.Е. ИВАНОВА, А.В. МУРЫГИН
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

АНАЛИЗ ОШИБОК ПРИ СОЗДАНИИ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Ключевые слова: внедрение информационных систем; жизненный цикл изделия; единое информационное пространство; минимизация ошибок.

Аннотация. В статье рассматриваются ошибки, возникающие на различных этапах внедрения информационной системы поддержки процессов жизненного цикла производства изделий в границах интегрированной единой информационной среды на предприятиях ракетно-космической отрасли. Проводится классификация ошибок и предлагаются меры их минимизации в условиях сложных технологических процессов и высокой степени ответственности, характерных для отрасли.

Целью работы являются анализ ошибок, определение их причин и разработка подходов к их минимизации, возникающих в процессе создания единого информационного пространства в рамках системы управления производством и жизненным циклом выпускаемых изделий.

Для достижения поставленной цели выделены следующие задачи:

1) провести классификацию и описание ошибок, возникающих на этапах проектирования, разработки и внедрения единого информационного пространства;

2) предложить подходы к минимизации ошибок, учитывающие специфику ракетно-космической отрасли.

Достигнутые результаты: проведенный анализ ошибок и предложенные подходы к их минимизации, учитывающие специфику ракетно-космической отрасли, позволят повысить эффективность управления информационными ресурсами предприятия.

Введение

В настоящее время перед ракетно-космической отраслью стоят вызовы, связанные с повышением эффективности процессов управления и оптимизации использования информации на всех этапах жизненного цикла изделий. Например, на современном предприятии ракетно-космической отрасли, особенно в условиях новой продукции, необходимо иметь высокий уровень данных конструкторско-технологической подготовки производства, оперативно формировать план изготовления продукции в соответствии с происходящими изменениями и формировать фактический состав изделия.

Координация между подразделениями в сложных корпоративных структурах, отсутствие единой стратегии развития и необходимость повышения прозрачности процессов требуют внедрения единого информационного пространства (ЕИП). Однако внедрение подобных систем сопровождается рядом трудностей, обусловленных как сложностью интеграции различных информационных систем, так и необходимостью согласования интересов множества подразделений.

Основные ошибки, возникающие при создании ЕИП, и методы их минимизации предложены в табл. 1.

Наиболее частыми являются технические ошибки, которые возникают на этапе проектирования и внедрения системы. Например, использование устаревших технологий или недостаточная интеграция с уже существующими информационными системами может

Таблица 1. Основные ошибки, возникающие при создании ЕИП

Вид ошибки	Описание	Методы минимизации
Технические	Неверный выбор архитектуры системы, недостаточная масштабируемость решений, несовместимость между компонентами ИТ-инфраструктуры	Проведение полного технического аудита существующих систем. Разработка прототипа или пилотного проекта для проверки выбранной архитектуры. Постепенная миграция данных с устаревших систем на новые. Разработка унифицированных интерфейсов для взаимодействия систем. Регулярное обновление систем безопасности
Организационные	Отсутствие четко структурированной стратегии внедрения, слабая координация между подразделениями и нечеткие требования ключевых сотрудников	Создание подробной дорожной карты внедрения с этапами, сроками и ответственными лицами. Внедрение регулярного контроля и корректировки плана на всех этапах. Подробное документирование требований и целей проекта с учетом всех аспектов деятельности предприятия
Кадровые	Низкий уровень подготовки сотрудников к работе в условиях цифровизации, сопротивление изменениям	Проведение тренингов, семинаров и практических занятий на этапах внедрения. Организация обратной связи с пользователями для оперативного устранения трудностей. Предоставление мотивационных бонусов за успешное освоение новой системы
Экономические	Нереалистичная оценка затрат и превышение бюджета из-за непредвиденных сложностей	Постоянный мониторинг расходов в рамках утвержденной сметы. Разделение проекта на этапы с отдельными бюджетами и контроль затрат на каждом этапе

привести к сбоям и снижению производительности. Эти проблемы усугубляются отсутствием качественного тестирования на ранних этапах, что приводит к необходимости внесения корректировок на более поздних стадиях проекта, увеличивая расходы и сроки реализации.

Часто предприятия сталкиваются с отсутствием четкой стратегии внедрения, что приводит к расплывчатой формулировке целей и задач. Кроме того, на предприятиях нередко недооценивается важность управления изменениями, что вызывает сопротивление со стороны сотрудников, особенно если они недостаточно понимают цели и преимущества внедрения новой системы.

Кадровые ошибки выражаются в слабой подготовке сотрудников к работе с новой системой. Кроме того, многие проекты сталкиваются с пассивным сопротивлением внедрению изменений, когда сотрудники воспринимают новую систему как дополнительную нагрузку, а не как инструмент для повышения эффектив-

ности. Это особенно актуально для предприятий ракетно-космической отрасли с устоявшимися процессами.

Экономические ошибки возникают, как правило, из-за неверной оценки ресурсов, необходимых для реализации проекта. Игнорирование дополнительных затрат на обновление оборудования, обучение персонала и долгосрочное сопровождение системы на этапе приводят к превышению бюджета, что может вызвать остановку проекта или сокращение его масштабов.

Заключение

Проектирование и внедрение ЕИП на предприятиях ракетно-космической отрасли требуют комплексного подхода с учетом специфики отрасли. Предложенные подходы направлены на улучшение процессов управления информационными ресурсами жизненного цикла изделий и стабильности работы системы на предприятии.

Список литературы

1. Бычков, И.В. Жизненный цикл изделия и его информационное сопровождение / И.В. Бычков, С.И. Планковский, А.А. Романов // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2014. – Т. 18. – № 1(62). – С. 149–155.
2. Довгучиц, С.И. Единое информационное пространство оборонно-промышленного комплекса. Результаты работ по его формированию / С.И. Довгучиц, А.Ю. Мушков // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. – 2018. – № 2. – С. 5–9.
3. Complex Information System of Performance Monitoring in the Rocket and Space Industry / I.S. Filimonov, D.V. Egorova, Yu.S. Bets, A.V. Popova // Science and Business: Ways of Development. – 2019. – No. 6(96). – P. 118–120.

References

1. Bychkov, I.V. Zhiznenny tsikl izdeliya i yego informatsionnoye soprovozhdeniye / I.V. Bychkov, S.I. Plankovskiy, A.A. Romanov // Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviatsionnogo tekhnicheskogo universiteta. – 2014. – T. 18. – № 1(62). – S. 149–155.
2. Dovguchits, S.I. Yedinoye informatsionnoye prostranstvo oboronno-promyshlennogo kompleksa. Rezul'taty rabot po yego formirovaniyu / S.I. Dovguchits, A.YU. Mushkov // Nauchnyy vestnik oboronno-promyshlennogo kompleksa Rossii. – 2018. – № 2. – S. 5–9.

© А.В. Ааб, С.А. Гутьяр, М.Е. Иванова, А.В. Мурыгин, 2025

УДК 624.154

О.М. ПРЕСНОВ, И.В. БАСИСТЫЙ, А.М. ПОПОВА, К.В. КИЖМЕНЕВ
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

УСТРОЙСТВО БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ ПО РАЗРЯДНО-ИМПУЛЬСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Ключевые слова: разрядно-импульсная технология (РИТ); сваи; строительство; уплотнение; фундамент.

Аннотация. В работе исследуется устройство буроинъекционных свай с использованием разрядно-импульсной технологии. Цель данной статьи заключается в рассмотрении значимости и достоинств применения буроинъекционных свай, созданных с использованием РИТ. Основное внимание уделено актуальности этого метода и его ключевым преимуществам. Результаты демонстрируют высокую эффективность по сравнению с традиционными методами забивки свай. Технология способствует увеличению несущей способности свай благодаря уплотнению грунта, что, в свою очередь, снижает его осадку.

В контексте городского строительства, где традиционные методы установки свай могут быть ограничены факторами окружающей среды и пространством, РИТ представляет собой многообещающую альтернативу. В данной статье изучается эффективность РИТ с акцентом на структурные преимущества, экономическую эффективность и экологию.

Разрядно-импульсная технология (РИТ) – это метод, который использует высокоэнергетические электрические импульсы для забивания и закрепления свай в грунте путем динамического уплотнения окружающего грунта. Этот процесс отличается от традиционных механических или вибрационных методов забивания свай тем, что он использует контролируемые электромагнитные разряды для воздействия на физические свойства грунта на микроскопическом уровне. Этот принцип работы основан на генерации коротких высоковольтных импульсов, которые создают мощ-

ную ударную волну, что приводит к целенаправленному уплотнению грунта и улучшению устойчивости свай [1].

Проходка скважин выполняется без выемки грунта и с выемкой.

Проходка без выемки (для мягких грунтов):

- проходка пневмопробойниками в пластичных связных грунтах;

- проходка скважины с использованием одноразовых раскатчиков и извлекаемыми элементами, имеющими проходной канал для подачи бетона в забой;

- погружением труб, у которых нижний конец оборудован теряемым наконечником, посредством забивания, вибрации, вдавливания или комбинации различных методов с дальнейшим извлечением их из грунта.

Проходка с выемкой (для более твердых грунтов).

1. Колонковое бурение применяется в техногенных грунтах, фундаментах из кирпичной кладки, бутовой кладки из известняка.

2. Бурение с промывкой скважины водой или буровым раствором. Стоит ограничить скорость выхода жидкости, чтобы не допустить размыва грунта в скважине. В конце бурения жидкость замещается бетонной смесью, которая подается через заливочную колонну.

3. Шнековое бурение применяется для проходки в мягких грунтах. В неустойчивых грунтах бурение осуществляется при помощи полого шнека.

4. Бурение с продувкой скважин сжатым воздухом используется исключительно при наличии обсадных труб, закрепляющих стенки скважины, либо при использовании пневмоударников в условиях скальных грунтов, а также в бетоне и железобетоне.

Производство свай РИТ при бурении скважины с извлечением грунта начинается с создания отверстия диаметром от 80 до 450 мм с

применением полого шнекового оборудования. После этого скважина заполняется бетонным раствором, одновременно с этим шнек постепенно извлекается. Подача смеси осуществляется с помощью бетононасосов с производительностью 10 м³/ч при давлении 1–5 МПа, что позволяет сохранить необходимые характеристики бетона. В случае необходимости после извлечения шнека выполняется промывка скважины бетонной смесью для устранения остатков грунта. После идет установка в устье скважины трубы-кондуктора.

На следующем этапе осуществляется разрядно-импульсная обработка (РИО). Электродная система опускается в скважину до самого забоя. После этого запускается оборудование для проведения РИО. В зоне забоя производятся электрические взрывы, при этом контролируется плотность грунта в основании сваи и уровень бетонной смеси в устье скважины. Электродная система поднимается на расчетный шаг, проводя РИО: в песчаных грунтах выполняется с шагом 0,5 м при движении снизу вверх в водонасыщенных песках или сверху вниз в песках малой и средней степени водонасыщения; в связных с шагом 0,8 м (3–3,5 диаметра сваи). Не допускается понижение уровня бетонной смеси в устье скважины более 1,5 м, в неустойчивых грунтах под нижней кромкой трубы-кондуктора. Эта операция повторяется до достижения установленной глубины РИО [2; 3].

В дальнейшем происходят монтаж каркасных секций в скважину и их сопряжение друг с другом. Заключительным этапом является вибрационная обработка бетонной смеси с помощью вибраторов, вибропогружателей мощностью до 5 кВт.

Процесс для устройства свай РИТ проходит без выемки грунта начинается с погружения обсадной трубы с теряемым наконечником с дальнейшим монтажом арматурного каркаса. После идет монтаж разрядников к арматурному каркасу, бетонирование с последующей разрядно-импульсной обработкой.

Оборудование включает в себя источник-генератор импульсных токов, который соединяют коаксиальным кабелем с электродной системой, обычно размещающимся у основания сваи или по ее длине. Также включает в себя внешний короб, который выступает в роли изолирующего элемента между трубой и системным кондуктором. При активации система

выпускает кратковременный контролируемый электрический разряд в окружающую почву. Этот разряд создает интенсивную локализованную ударную волну, распространяющуюся радиально наружу от сваи. Интенсивность и частоту этих импульсов можно регулировать в зависимости от состояния почвы, размера сваи и требований проекта [4].

Эта ударная волна выполняет две функции: она одновременно сталкивает частицы почвы, увеличивая их плотность, и перемещает более мелкие частицы почвы в любые имеющиеся пустоты или зазоры вокруг сваи, еще больше увеличивая плотность почвы и ее несущую способность [5].

По мере того, как ударная волна движется наружу, она сжимает почву и увеличивает ее плотность, перестраивая частицы почвы в более компактную структуру. Этот эффект уплотнения особенно полезен в рыхлых или зернистых почвах, где расположение частиц существенно влияет на несущие свойства. Улучшая взаимодействие сваи с грунтом и прочность грунта в непосредственной близости, РИТ способствует повышению несущей способности и снижению осадки, что имеет решающее значение для фундаментов, которые испытывают значительные и длительные нагрузки [6].

Улучшенный контакт между поверхностью сваи и уплотненным грунтом создает более прочную связь сваи с почвой. Это связывает дополнительное сопротивление боковым и вертикальным перемещениям, делая сваю менее восприимчивой к осадке с течением времени. При традиционных свайных установках контакт между грунтом и свайей может быть нарушен зазорами или воздушными карманами. Однако при использовании технологии ударная волна устраняет эти пустоты, обеспечивая постоянный и поддерживающий слой уплотненного грунта непосредственно вокруг сваи.

Точность и целенаправленное уплотнение снижают уровень вибрации грунта, обычно связанный с традиционными методами забивки свай, которые основаны на повторяющемся механическом воздействии. Эта функция сводит к минимуму риск повреждения близлежащих зданий и инфраструктуры, что является важным преимуществом в густонаселенных городских районах [7].

РИТ представляет собой явные преимуще-

ства для проектов городского строительства. Хотя первоначальные затраты на установку оборудования относительно высоки, сокращение времени установки и трудозатрат делают его экономически выгодным на протяжении жизненного цикла проекта. Снижая потребность в обширной подготовке площадки и армирующих материалах, импульсная технология минимизирует как прямые, так и косвенные затраты, связанные с установкой свай [8].

Преимуществами импульсной технологии являются:

- высокая несущая способность свай в результате обработки скважин высокоэнергетическими электрическими импульсами;
- возможность размещения всего необходимого оборудования на площадке ограниченных размеров;
- экологическая чистота; сейсмическое воздействие, оказываемое на соседние сооружения, уменьшается;
- отличная контролируемость технологического процесса дает возможность создавать сваи с необходимыми характеристиками [9].

Более низкие уровни шума и вибрации приводят к минимальному нарушению окружающей среды, что является важным преимуществом в городских районах. Кроме того, снижая выбросы и шумовое загрязнение, технология соответствует принципам устойчивого строительства. В отличие от тради-

ционных методов забивки свай, которые часто создают пыль и загрязняющие вещества в воздухе, РИТ предлагает более чистый, более контролируемый метод, помогающий уменьшить экологический след строительной площадки.

Исследования показали многообещающие результаты в испытаниях, в которых использовалось стандартизированное оборудование для измерения физических и механических свойств. В контролируемых лабораторных условиях сваи РИТ, подвергнутые различным сценариям нагрузки, показали до 30 % большую несущую способность по сравнению с традиционными сваями. В полевых испытаниях измерения плотности почвы вокруг свай, установленных импульсной технологией, показали значительное уплотнение, напрямую коррелирующее с улучшенной устойчивостью и распределением нагрузки [10].

В заключение можно сделать вывод о том, что технология РИТ наиболее эффективна в сравнении с традиционным методом забивки свай в мягких, рыхлых грунтах. Технология повышает несущую способность свай за счет уплотнения грунта, которое, в свою очередь, уменьшает его осадку. Полевые данные испытаний подтверждают надежность свай РИТ с более низкой скоростью долгосрочной осадки и улучшенной устойчивостью в условиях динамической нагрузки.

Список литературы

1. Шикова, В.А. Устройства буронабивных свай по разрядно-импульсной технологии / В.А. Шикова, Д.Г. Володченко, Е.В. Фролова, М.С. Абу-Хасан / Инновационные технологии в строительстве и геоэкологии: Материалы IX Международной научно-практической интернет-конференции, 2022. – С. 38–43.
2. Тер-Мартirosян, З.Г. Исследование напряженно-деформированного состояния маловлажного песчаного грунта вокруг свай-рит / З.Г. Тер-Мартirosян, В.Я. Еремин, А.А. Буданов // Вестник МГСУ. – 2008. – № 2. – С. 24–36.
3. ТР 50-18-06. Технические рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов, выполняемых с использованием разрядно-импульсной технологии для зданий повышенной этажности (свай-РИТ). – М., – 2006. – С. 12.
4. Зверев, Д.С. Использование разрядно-импульсной технологии (РИТ) / Д.С. Зверев, Д.А. Бунтов, Г.А. Кафидов // Ростовский научный журнал. – 2017. – № 6. – С. 308–315.
5. Колосова, Н.Б. Эффективность свайных технологий в зоне сейсмической активности / Н.Б. Колосова, И.И. Поваляев, А.А. Ринейская // Alfabuild. – 2018. – № 5. – С. 16–25.
6. Черношей Н.В., Никиткин В.Н., Невейков А.Н., Черношей К.Н., Громько С.В. / Способ изготовления буронабивных свай / Патент 2013/ЕА/0022 (ВУ) 2013.04.09.
7. Фаизова, А.Т. Сущность использования разрядно-импульсной технологии в свайных фундаментах / А.Т. Фаизова, А.А. Евтишкин, В.Р. Архипов, М.Д. Медянкин, М-Б.Х. Кодзоев // Технология и организация строительного производства. – 2017. – № 3. – С. 22–24.

8. Кубецкий, В.Л. Применение свай-рит в фундаментах высотных зданий / В.Л. Кубецкий, В.И. Еремин // Вестник МГСУ. – 2012. – № 4. – С. 240–245.
9. Соколов, Н.С. Электроразрядная технология устройства буринъекционных свай / Н.С. Соколов // Вопросы науки. – 2023. – № 4. – С. 73–80.
10. Комов, В.М. Применение разрядно- импульсной технологии при устройстве буринъекционных свай / В.М. Комов // Вестник Петровской Академии. – 2019. – № 54. – С. 56–59.

References

1. Shikova, V.A. Ustroystva buronabivnykh svay po razryadno-impul'snoy tekhnologii / V.A. Shikova, D.G. Volodchenko, Ye.V. Frolova, M.S. Abu-Khasan / Innovatsionnyye tekhnologii v stroitel'stve i geokologii: Materialy IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii, 2022. – S. 38–43.
2. Ter-Martirosyan, 3.G. Issledovaniye napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya malovlazhnogo peschanogo grunta vokrug svay-rit / 3.G. Ter-Martirosyan, V.YA. Yeremin, A.A. Budanov // Vestnik MGSU. – 2008. – № 2. – S. 24–36.
3. TR 50-18-06. Tekhnicheskiye rekomendatsii po proyektirovaniyu i ustroystvu svaynykh fundamentov, vpolnyayemykh s ispol'zovaniyem razryadno-impul'snoy tekhnologii dlya zdaniy povyshennoy etazhnosti (svai-RIT). – M., – 2006. – S. 12.
4. Zverev, D.S. Ispol'zovaniye razryadno-impul'snoy tekhnologii (RIT) / D.S. Zverev, D.A. Buntov, G.A. Kafidov // Rostovskiy nauchnyy zhurnal. – 2017. – № 6. – С. 308–315.
5. Kolosova, N.B. Effektivnost' svaynykh tekhnologiy v zone seysmicheskoy aktivnosti / N.B. Kolosova, I.I. Povalyayev, A.A. Rineyskaya // Alfabuild. – 2018. – № 5. – S. 16–25.
6. Chernoshey N.V., Nikitkin V.N., Neveykov A.N., Chernoshey K.N., Gromyko S.V. / Sposob izgotovleniya buronabivnykh svay / Patent 2013/EA/0022 (BY) 2013.04.09.
7. Faizova, A.T. Sushchnost' ispol'zovaniya razryadno-impul'snoy tekhnologii v svaynykh fundamentakh / A.T. Faizova, A.A. Yevtishkin, V.R. Arkhipov, M.D. Medyankin, M-B.KH. Kodzoyev // Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva. – 2017. – № 3. – S. 22–24.
8. Kubetskiy, V.L. Primeneniye svay-rit v fundamentakh vysotnykh zdaniy / V.L. Kubetskiy, V.I. Yeremin // Vestnik MGSU. – 2012. – № 4. – С. 240–245.
9. Sokolov, N.S. Elektrozryadnaya tekhnologiya ustroystva buroin'yektsionnykh svay / N.S. Sokolov // Voprosy nauki. – 2023. – № 4. – С. 73–80.
10. Komov, V.M. Primeneniye razryadno- impul'snoy tekhnologii pri ustroystve buroin'yektsionnykh svay / V.M. Komov // Vestnik Petrovskoy Akademii. – 2019. – № 54. – S. 56–59.

© О.М. Преснов, И.В. Басистый, А.М. Попова, К.В. Кижменев, 2025

УДК 004.896

*Д.В. ХАРИТОНОВ, В.И. РУБЦОВ**ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет**имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва*

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИК АППАРАТНОГО УСКОРЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Ключевые слова: алгоритм распознавания объектов; аппаратное ускорение; нейросетевое распознавание.

Аннотация. Цель исследования – определить оптимальные методы аппаратного ускорения нейросетевых алгоритмов для мобильных технических средств.

Задачи исследования: провести анализ современных архитектур специализированных ускорителей, выполнить сравнительный анализ, организовать экспериментальную проверку производительности и оценить полученные данные.

Гипотеза исследования: применение специализированных нейросопроцессоров позволяет существенно повысить эффективность вычислений при сохранении энергоэффективности.

Методы исследования: аналитический обзор литературы, экспериментальное моделирование и сравнительный анализ.

Достигнутые результаты: в ходе натурального эксперимента зафиксировано значительное повышение производительности нейросетевых алгоритмов в режиме реального времени, что подтверждает эффективность предложенного подхода.

В данной работе проведен всесторонний анализ современных методов аппаратного ускорения нейросетевых алгоритмов. Исследование включает подробное рассмотрение архитектур специализированных ускорителей и их сравнительный анализ с целью определения оптимальных решений для мобильных технических средств. Проведен натуральный эксперимент, продемонстрировавший существенное повышение производительности алгоритмов в реальном времени, и выполнен анализ полученных данных.

Введение

В последние годы технологии компьютерного зрения и машинного обучения получили значительный импульс в развитии благодаря сочетанию усовершенствованных архитектур нейронных сетей, увеличению объема доступных данных для обучения и повышению вычислительных возможностей аппаратных платформ различного типа. Одна из ключевых задач компьютерного зрения – распознавание людей, которое находит широкое применение в системах видеонаблюдения, безопасности, системах контроля и управления доступом (СКУД), умных городах, а также в робототехнических комплексах и автономных транспортных средствах.

Быстрое определение наличия искомого объекта в кадре важно для эффективной работы описанных систем – будь то анализ потока на вокзалах, распознавание пассажиров в салоне автомобиля или мониторинг общественных пространств, функционирование охранных, контрольных и других систем.

Основным средством распознавания на сегодняшний день являются нейронные сети. Современные нейронные сети, в частности глубокие сверточные и трансформерные архитектуры [1], уже достигли впечатляющих результатов в задачах поиска объектов и их классификации. Однако стремление к еще большей точности и быстродействию порождает новые вызовы: модели становятся все более сложными, а их вычислительная сложность – все выше. В связи с этим особое внимание уделяется аппаратному ускорению.

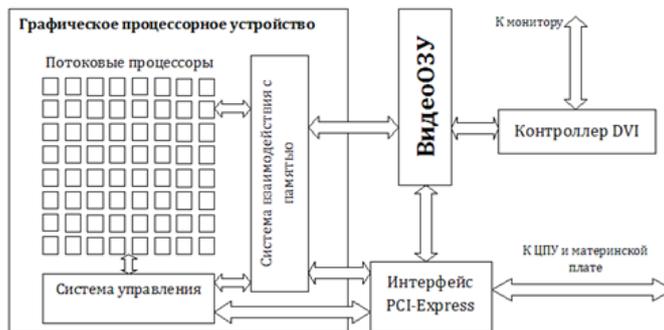


Рис. 1. Архитектура графического процессора

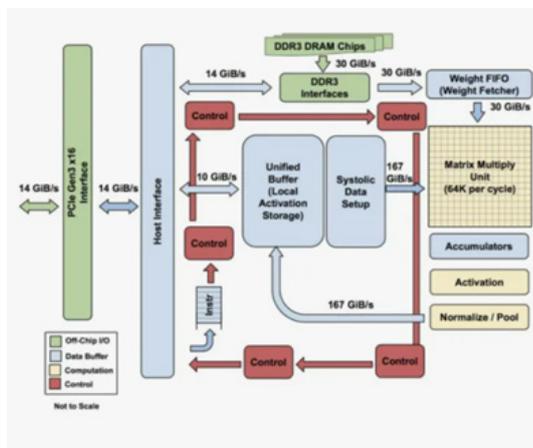


Рис. 2. Архитектура тензорного процессора [2]

Описание основных методов аппаратного ускорения

Традиционной методикой ускорения сложных вычислений долгое время служили графические процессоры (ГП), позволяющие эффективно выполнять операции свертки и другие линейные алгебраические вычисления параллельно. Однако в последние годы появились более специализированные решения. Так, тензорные процессоры (ТП) обеспечивают высокую производительность при выполнении вычислений с тензорными и сверточными операциями, достигая при этом повышения энергоэффективности.

Подобно тензорным процессорам в последнее время появились так называемые нейросетевые процессоры (НП), интегрируемые в мобильные и другие устройства, которые обеспечивают оперативную обработку вычислений, необходимых для работы нейросетей

и одновременно снижают энергопотребление системы. На рис. 1 представлена архитектура графического процессора.

Графические процессоры спроектированы для выполнения одной и той же операции над большим количеством различных данных одновременно. Это достигается за счет распределения вычислительных ресурсов между многочисленными потоковыми мультипроцессорами или их аналогами, применяемыми в различных архитектурах. Каждый такой блок включает сотни или тысячи простых вычислительных ядер, способных за один такт производить арифметические операции над группами данных разного типа. Задачи, обрабатываемые ГП, делятся на тысячи и десятки тысяч параллельных потоков, которые группируются для одновременного выполнения идентичных инструкций на различных элементах данных.

На рис. 2 представлена архитектура тензорного процессора.

Таблица 1. Сравнительный анализ методов аппаратного ускорения

Тип ускорителя	Плюсы	Минусы	Область применения
ГП	Высокая производительность для операций с плавающей точкой; развитая экосистема и обширная поддержка фреймворками глубокого обучения; широкая доступность и относительно универсальное применение	Высокое энергопотребление; относительно высокая стоимость; меньшая оптимизация под низкоразрядные форматы данных	Обучение и вывод нейронных сетей в облачных и серверных системах
ТП	Специализация под матричные операции; высокая пропускная способность и энергоэффективность; оптимизация под низкоразрядные форматы	Ограниченная экосистема; меньшая универсальность; требуется адаптация моделей и форматов данных под специфику чипа	Крупномасштабные облачные решения для обучения больших моделей
НП	Максимальная энергоэффективность за счет аппаратной оптимизации; возможность встраивания в мобильные устройства; поддержка низкоразрядных форматов данных; меньшая стоимость	Узкая специализация; меньшая гибкость; требуется комплексная интеграция с программным обеспечением (ПО)	Встраиваемые системы реального времени, мобильные устройства, где важны скорость и низкое энергопотребление; робототехника, автономные транспортные средства

Тензорные процессоры – это класс специализированных аппаратных решений, ориентированных на ускорение вычислений, связанных с глубинным обучением [2]. В отличие от графических процессоров, изначально разработанных для рендеринга графики, ТП созданы для выполнения типичных операций, используемых в нейросетевых алгоритмах: умножения матриц, применения линейных и нелинейных активаций, нормализации и свертки.

Тензорные процессоры представляют собой специализированные интегральные схемы, разработанные для задач машинного обучения. Они предназначены для обработки большого объема матрично-тензорных операций с высокой пропускной способностью и оптимизированы для вычислений с использованием смешанной и целочисленной точности, что существенно снижает энергопотребление.

Нейросоппроцессоры представляют собой специализированные аппаратные решения, созданные для ускорения операций, характерных для глубинного обучения, машинного зрения и прочих задач искусственного интеллекта. В отличие от универсальных центральных процессоров (ЦП) или графических процессоров (ГП), нейросоппроцессоры разрабатываются с учетом типовой структуры вычислительных

графов нейросетей, что позволяет оптимизировать расчеты матричных умножений, свертки, нормализаций и активаций [3].

Нейросоппроцессоры могут быть интегрированы в различные устройства – от серверных решений до мобильных процессоров и систем умных камер. Их основная задача – обеспечить высокую пропускную способность и минимальную задержку при выводе моделей, одновременно снижая энергопотребление и занимаемую площадь кристалла. Это достигается благодаря применению узкоспециализированных аппаратных блоков, которые выполняют операции, характерные для нейросетей, значительно эффективнее, чем универсальные вычислительные устройства.

В табл. 1 представлен сравнительный анализ методов аппаратного ускорения.

Проведение эксперимента

Для проведения эксперимента использовались электронный вычислительный модуль (ЭВМ) «Khadax VIM 3 PRO» и операционные системы (ОС) семейства «Linux». Основной целью эксперимента является выявление возможности использования нейросоппроцессоров с ЭВМ, применяемых в различных мобильных

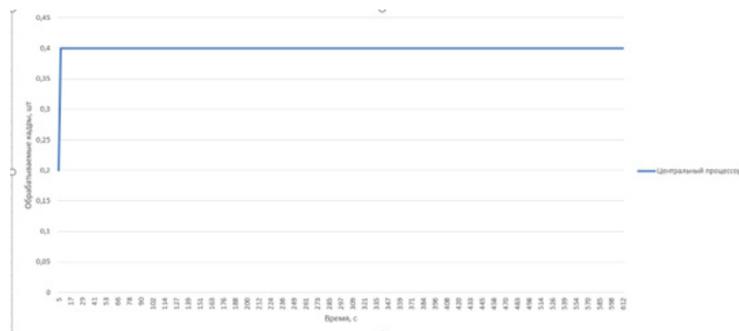


Рис. 3. График производительности ЦП при работе с алгоритмом

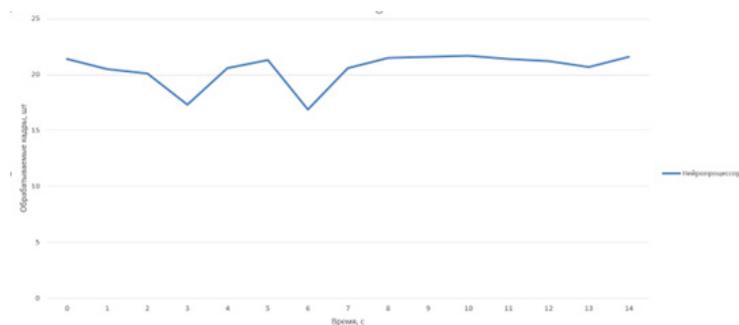


Рис. 4. График производительности ЦП при работе с алгоритмом

робототехнических комплексах.

Результаты запуска нейросетевого алгоритма на центральном процессоре ЭВМ представлены на рис. 3.

Как видно из графика, производительность вычислений нейросетевого алгоритма на центральном процессоре ЭВМ оказалась недостаточной: обрабатывается всего 0,4 кадра в секунду, что не позволяет обеспечить работу алгоритма в режиме реального времени.

Результаты запуска нейросетевого алгоритма на центральном процессоре ГУ с применением нейросопроцессора представлены на рис. 4.

Как видно из графика, использование нейросопроцессора в центральном процессоре головного устройства обеспечивает обработку нейросетевого алгоритма со скоростью

20–23 кадра в секунду, что гарантирует его работу в режиме реального времени.

Исходя из проведенного эксперимента, можно сделать вывод о том, что применение данного нейросопроцессора совместно с ЭВМ существенно повышает производительность вычислений нейросетевых алгоритмов.

Заключение

В результате натурного эксперимента была выявлена высокая эффективность примененного нейросопроцессора при проведении вычислений нейросетевых алгоритмов, а также проведен сравнительный анализ для определения наиболее оптимального средства аппаратного ускорения для мобильных систем распознавания.

Список литературы/References

1. Han, S. Deep Compression: Compressing Deep Neural Networks with Pruning / S. Han, H. Mao, W.J. Dally // Trained Quantization and Huffman Coding. arXiv preprint, 2015.
2. Jouppi, N.P. In-Datcenter Performance Analysis of a Tensor Processing Unit / N.P. Jouppi, C. Young, N. Patil [et al.] // Proceedings of the 44th Annual International Symposium on Computer

Architecture (ISCA), 2017.

3. Chen, Y.H. Eyeriss: An Energy-Efficient Reconfigurable Accelerator for Deep Convolutional Neural Networks / Y.H. Chen, T. Krishna, J.S. Emer, V. Sze // IEEE Journal of Solid-State Circuits. – 2017. – Vol. 52. – No. 1. – P. 127–138.

© Д.В. Харитонов, В.И. Рубцов, 2025

УДК 623.746.-519

Н.И. ШУВАЛОВ, В.И. РУБЦОВ

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет

имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ КВАДРОКОПТЕРА С РЕГУЛИРУЕМЫМ НАКЛОНОМ РОТОРОВ

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат (БПЛА); компьютерная модель БПЛА; наклонные роторы; система управления БПЛА.

Аннотация. Цель исследования – определить влияние регулируемого наклона роторов на маневренность и устойчивость квадрокоптера.

Задачи исследования:

- разработать компьютерную модель квадрокоптера с регулируемым наклоном роторов;
- провести симуляцию работы аппарата в условиях ограниченного пространства;
- оценить динамические характеристики и точность позиционирования;
- сравнить результаты с традиционными конструкциями.

Гипотеза исследования: применение системы регулируемого наклона роторов улучшает управляемость и устойчивость квадрокоптера при выполнении сложных маневров.

Методы исследования: моделирование в среде *Matlab/Simscapе*, анализ переходных и импульсных характеристик, численные эксперименты и сравнительный анализ.

Достигнутые результаты: разработанная модель продемонстрировала повышение маневренности, улучшение устойчивости и точное выполнение траекторий, что подтверждает эффективность предлагаемого подхода.

В данной работе рассмотрены преимущества квадрокоптера с регулируемым наклоном роторов, а также описаны достоинства такой системы по сравнению с традиционными конструкциями. Разработана компьютерная модель летательного аппарата и проведена симуляция беспилотного летательного аппарата с регулируемым наклоном роторов для перемещения борта в ограниченном пространстве и выполнения технического задания.

Введение

В последние годы БПЛА становятся ключевым инструментом для автоматизированного контроля и мониторинга различных сооружений. Повышение маневренности и стойкости к внешним воздействиям является актуальной задачей.

Для повышения эксплуатационных характеристик предлагается использовать систему наклона роторов, которая обеспечивает следующие преимущества: независимая настройка угла каждого ротора позволяет направлять тяговую силу, что существенно повышает маневренность аппарата и обеспечивает высокую устойчивость при выполнении сложных маневров. Такое решение снижает влияние внешних возмущений, значительно повышает точность и управляемость полета.

Конструкция и компьютерная модель БПЛА

Несущая система представляет собой каркас, служащий базой для размещения электрооборудования, выполняющего сбор и передачу данных между датчиками, блоками управления и исполнительными механизмами. При моделировании учитываются как габаритные характеристики, так и распределение инерционных параметров.

Сервоприводы, изменяющие углы наклона пропеллеров (рис. 1), позволяют точно корректировать направление тяговых сил, что является ключевым элементом повышения маневренности аппарата. Модель учитывает динамику их работы, запаздывание, угловые ограничения и нелинейные характеристики.

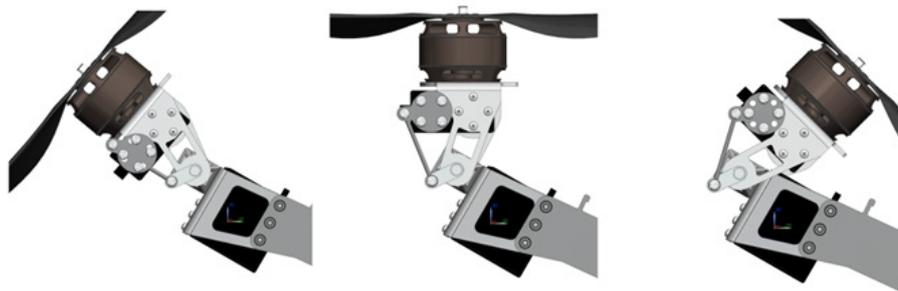


Рис. 1. Механизм наклона роторов винтов

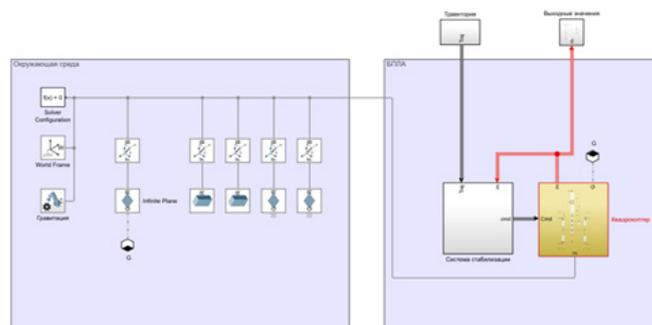


Рис. 2. Математическая модель БПЛА

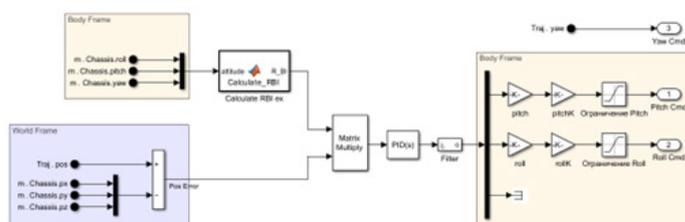


Рис. 3. Блок вычислений рассогласования

Электродвигатели формируют тяговую силу для подъема и перемещения квадрокоптера, при этом моделирование включает динамические задержки, нелинейность характеристик и влияние изменения нагрузки на эффективность работы, что позволяет оценивать их влияние на стабильность и управляемость полета.

Разработанная система, изображенная на рис. 2, включает в себя несколько основных блоков: блок задания внешней среды, блок построения траектории, непосредственно сама модель БПЛА и блок вывода данных.

На рис. 3 изображен разработанный блок вычисления рассогласований, вычисляющий

ошибку по положению квадрокоптера относительно целевой точки.

Связь компьютерной модели и трехмерной твердотельной модели

Трехмерная модель была импортирована из *Siemens NX* в *Matlab Simscape* [1–3]. Корректность присвоения осей, соединений, центров масс и инерционных параметров была проверена, после чего была выполнена настройка модели, включающая уточнение типов соединений и корректировку геометрии с целью точного воспроизведения физических

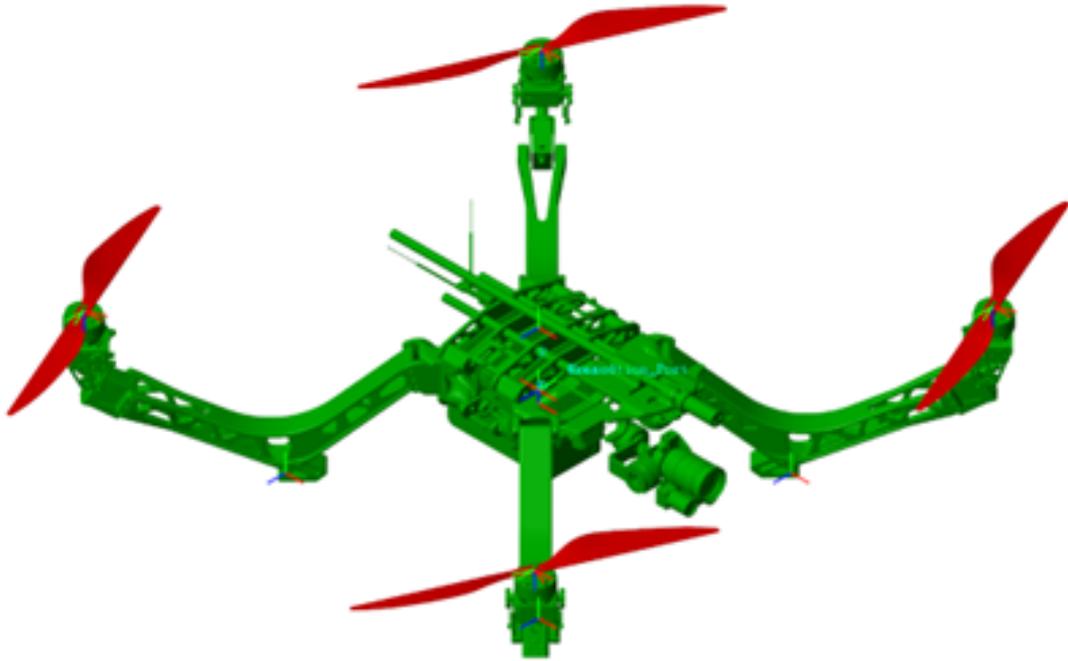


Рис. 4. Трехмерная модель

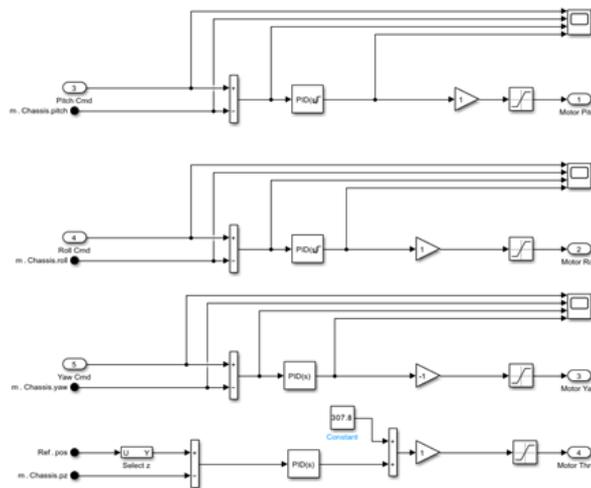


Рис. 5. Блок контроля ориентации

характеристик конструкции. Трехмерная модель квадрокоптера изображена на рис. 4.

Подбор параметров регуляторов и виртуальные испытания

Динамическая модель системы была линеаризована, а на основе переходной и им-

пульсной характеристик регуляторов были подобраны коэффициенты пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих ПИД-регуляторов, используемых для управления тягой и наклоном роторов. На рис. 5 изображен блок контроля ориентации.

Для оценки эффективности системы стабилизации была составлена простейшая траек-

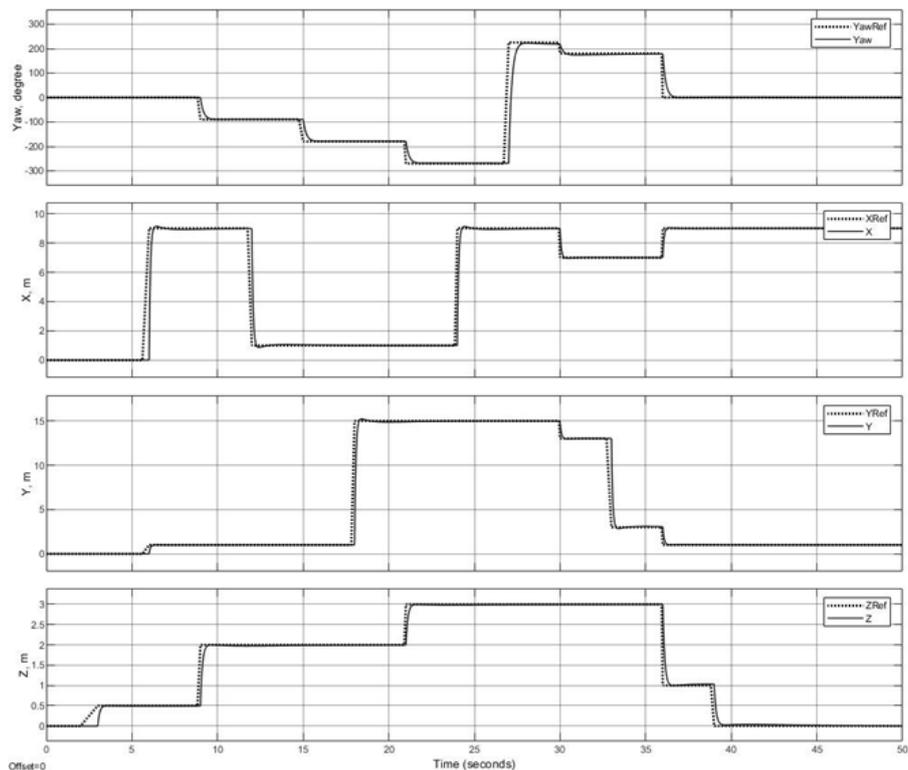


Рис. 6. Проекция траектории при классическом управлении

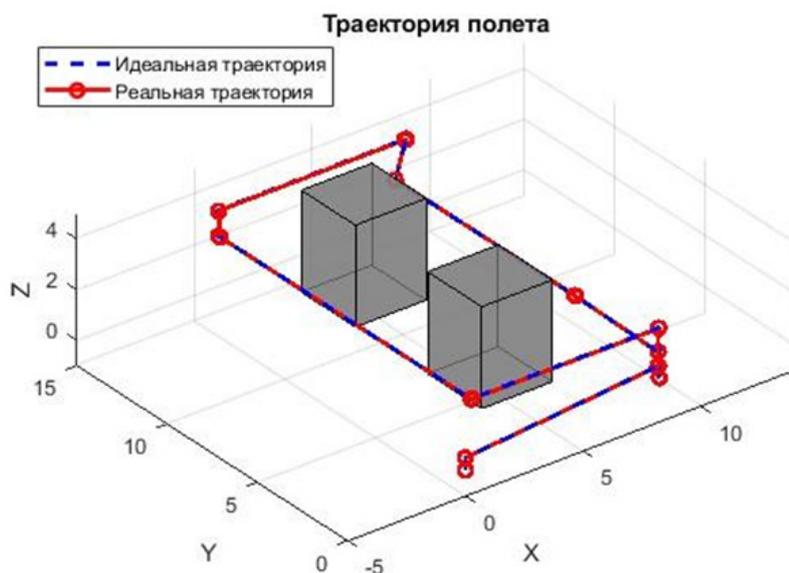


Рис. 7. Трехмерные траектории при классическом управлении

тория, состоящая из действий, которые задействуют все каналы управления. Был реализован

вывод данных для визуальной оценки, а именно: проекция идеальной и реальной траектории на каждую базовую плоскость (рис. 6), соответственно управляющего сигнала по углу рыскания и его реальное значение, а также трехмерная визуализация траектории (рис. 7).

Список литературы/References

1. THE MATHWORKS, INC. Simulink User's Guide [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.mathworks.com/help/simulink>.
2. THE MATHWORKS, INC. Simscape Documentation [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.mathworks.com/help/physmod/simscape>.
3. Moore, H. MATLAB/Simulink for Engineers / H. Moore. – Boston : Cengage Learning, 2014.

© Н.И. Шувалов, В.И. Рубцов, 2025

УДК 629.8

ЯНЬ ЧУАНЬЧАО^{1,2}, ЮЙ ВЭНЬХУА², ЦИНЬ ЧЖОЦЗЮНЬ², А.Н. ВОЛКОВ¹

¹ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого», г. Санкт-Петербург;

²«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва;

³ООО «Аньхой Июань Интеллектуальные Технологии», г. Хэфэй (Китай)

РАЗРЫВНОСТЬ УСКОРЕНИЯ В ПНЕВМАТИЧЕСКОМ ПРИВОДЕ НА БАЗЕ КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА С ПРУЖИННЫМ АККУМУЛЯТОРОМ

Ключевые слова: алгоритм компенсации; быстроедействие; математическое моделирование; оптимизация; потеря энергии; скачок ускорения; *Mathcad*.

Аннотация. Разработана математическая модель ускорения выходного звена мехатронного пневматического привода на базе кулисного механизма с пружинным аккумулятором энергии. Проведено исследование явления скачка ускорения при различных алгоритмах компенсации энергии. Проанализировано влияние различных факторов на амплитуду скачка ускорения. Предложен метод определения положения компенсации энергии, соответствующего минимальной амплитуде скачка ускорения.

Введение

В мехатронном пневматическом приводе с пружинным аккумулятором энергии обеспечивается более высокое быстроедействие [1–5]. В соответствии с различными алгоритмами компенсации энергии [1; 6] при достижении выходным звеном определенного положения в цилиндрическую камеру подается высокое давление газа, обеспечивая компенсацию энергии пружинного аккумулятора.

При запуске компенсации энергии высокое давление газа быстро заполняет цилиндрическую камеру, создавая значительное газодинамическое усилие на поршень, что приводит к резкому изменению ускорения выходного звена. Поскольку этот процесс прак-

тически мгновенный, происходит скачок ускорения, формируя «ступенчатое изменение скорости». На рис. 1 представлены схемные решения и экспериментальный макет мехатронного пневматического привода с пружинным аккумулятором энергии, основанные на кулисном механизме.

Скачок ускорения является распространенной проблемой в исследованиях робототехники [7; 8]. Он вызывает ударные нагрузки на конструкцию привода, приводя к воздействию быстро изменяющихся сил и реактивных усилий на выходное звено, что, в свою очередь, приводит к интенсивным вибрациям привода и снижению точности движения системы.

В работе [3] обнаружено, что скачок ускорения выходного звена мехатронного пневматического привода с нелинейным пружинным аккумулятором энергии происходит в следующих случаях.

1. Положение $x = 0$: поскольку скачок в этом положении вызван изменением конфигурации, здесь пружина переходит от высвобождения энергии к ее накоплению, а также изменяется последовательность впуска и выпуска воздуха в цилиндрическую камеру.

2. Положение начала или окончания компенсации энергии: во время компенсации энергии в цилиндр подается сжатый газ, создавая тяговое усилие на поршень, который выполняет работу для восполнения потерь потенциальной энергии. При завершении компенсации энергии подача сжатого газа в цилиндр прекращается, что приводит к резкому изменению ускорения выходного звена под воздействием изменившегося усилия.

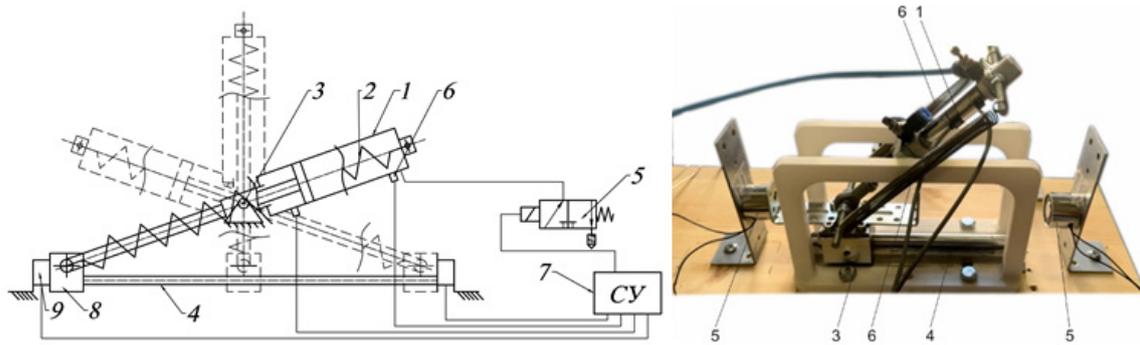


Рис. 1. Схема и экспериментальный макет мехатронного пневматического привода с пружинным аккумулятором с фиксатором на базе кулисного механизма: 1 – пневматический цилиндр; 2 – пружина растяжения (2 штуки); 3 – основание; 4 – направляющая; 5 – распределитель; 6 – датчики положения; 7 – система управления; 8 – выходное звено; 9 – фиксатор (электромагнит)

Методы исследования

При различных алгоритмах компенсации энергии сжатый газ подается в соответствующую камеру цилиндра. Когда выходное звено находится в левой части направляющей, воздух подается в штоковую камеру цилиндра, а из бесштоковой камеры осуществляется выпуск. При пересечении выходным звеном средней точки направляющей схема подачи изменяется: воздух подается в бесштоковую камеру, а выпуск происходит через штоковую камеру.

В процессе компенсации энергии в камеру впуска подается сжатый газ, создавая дополнительное усилие. При отсутствии компенсации обе камеры цилиндра остаются сообщенными с атмосферой. Давление в штоковой камере цилиндра в данный момент определяется следующим образом:

$$p_{шт}(x, v) = p_a + \Delta p_{шт}(x, v) \cdot \Delta t, \tag{1}$$

где p_a – начальное давление в штоковой камере цилиндра; Δt – шаг по времени; $\Delta p_{шт}(x, v)$ – разница давления в штоковой камере цилиндра за шаг по времени.

Давление в бесштоковой камере цилиндра $\Delta p_{бш}(x, v)$ составляет:

$$p_{бш}(x, v) = p_m + \Delta p_{бш}(x, v) \cdot \Delta t, \tag{2}$$

где p_m – начальное давление в бесштоковой камере цилиндра; $\Delta p_{бш}(x, v)$ – разница давления в бесштоковой камере цилиндра за шаг по

времени.

В мехатронном приводе с пружинным аккумулятором энергии на базе кулисного механизма результирующая сила определяется как сумма силы упругости пружины и силы, создаваемой в цилиндре:

$$F_c^e(x, v) = \left\{ F(x, t) + [F_{пр}(x, v) - F_{шт}(x, v)] + p_0 \cdot S_2 \right\} \cdot \text{sign}(x) - N - F_e(x), \tag{3}$$

где $F(x, t)$ – сила упругости пружины; $F_{шт}(x, v)$ – давление газа в бесштоковой камере цилиндра на поршень; $F_{шт}(x, v)$ – давление газа в штоковой камере цилиндра на поршень; p_0 – атмосферное давление; S_2 – площадь поперечного сечения поршневого штока; N – статическая нагрузка в цилиндре; $F_e(x)$ – переменная сила трения в цилиндре.

В мехатронном пневматическом приводе с пружинным аккумулятором энергии на базе кулисного механизма имеется сила трения в шарнирном соединении $F_c(x, v)$, в опоре $F_o(x, v)$ и на направляющей $F_n(x, v)$, поэтому ускорение выходного звена определяется следующим образом:

$$a(x, v) = \frac{F_c^e(x, v) \cdot \cos \alpha - [F_c(x, v) + F_o(x, v)] \cdot \sin \alpha - F_n(x, v)}{m}, \tag{4}$$

где m – масса выходного звена; α – угол

Таблица 1. Основные параметры мехатронного привода на базе рычажного механизма с пружинным аккумулятором энергии

Параметр	Жесткость пружины, Н/м	Давление, бар	Конструктивный параметр, м	Предварительная деформация, м
Значение	350	2,3	0,05	0,03

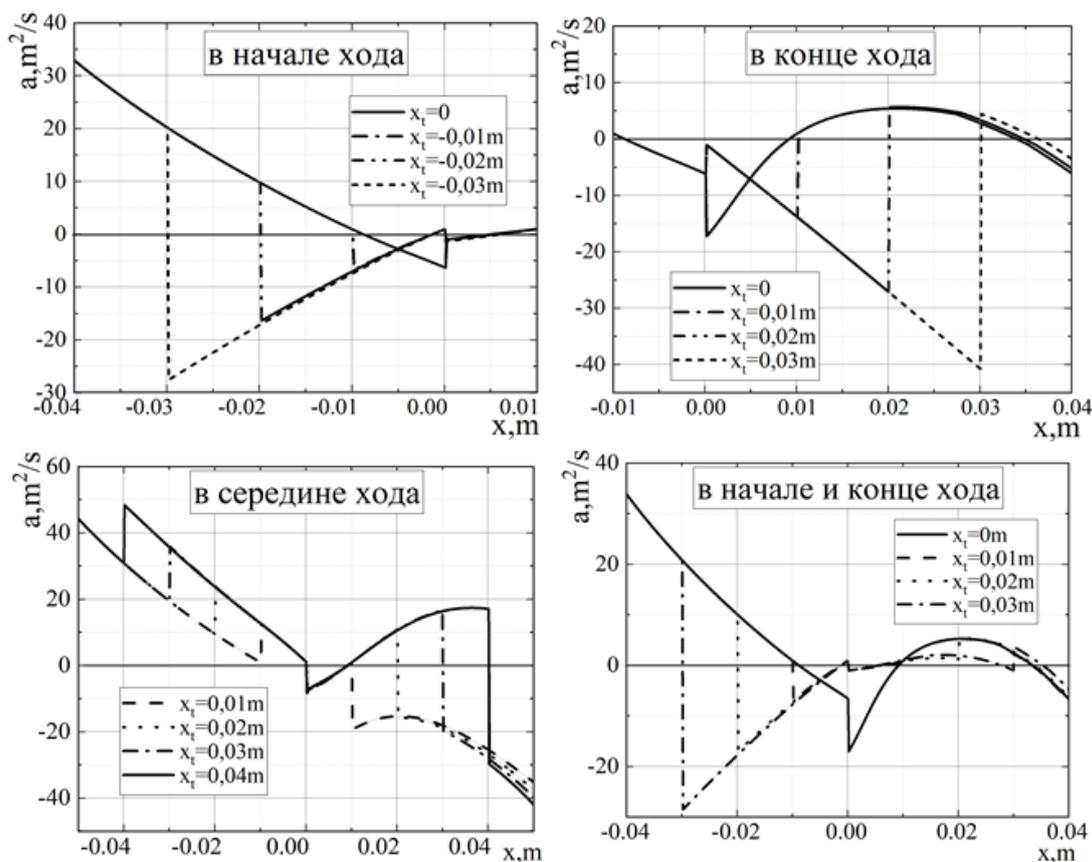


Рис. 2. Графики изменения ускорения выходного звена в зависимости от положения

между штоком поршня цилиндра и направляющей.

Определение скорости выходного звена осуществляется по следующей формуле:

$$t=i \cdot \Delta t; v_i=v_{i-1}+a(x,v) \cdot \Delta t, \quad (5)$$

где i – количество шагов.

В среде математического программного обеспечения *Mathcad 15* проведена симуляция математической модели [9], а в работе [3] точность модели подтверждена экспериментальным способом.

Основная часть

Выходное звено движется вдоль направляющей слева направо, а начальная или конечная точка компенсации энергии задается в различных положениях. Используемые параметры представлены в табл. 1.

При данных условиях в начале хода компенсации энергии положение начала компенсации устанавливается в левом крайнем положении, а положения окончания 0, -0,01 м, -0,02 м, -0,03 м. В конце хода компенсации энергии положение начала компенсации на-

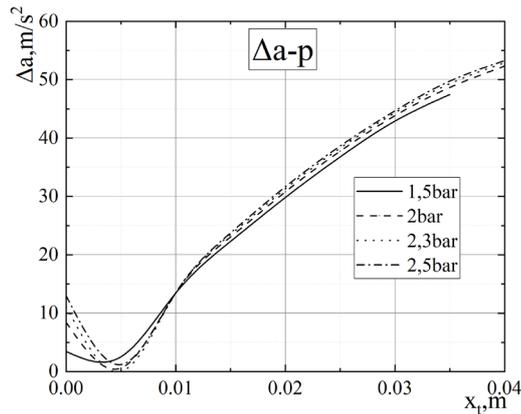


Рис. 3. График зависимости амплитуды скачка ускорения от положения компенсации энергии при различных давлениях

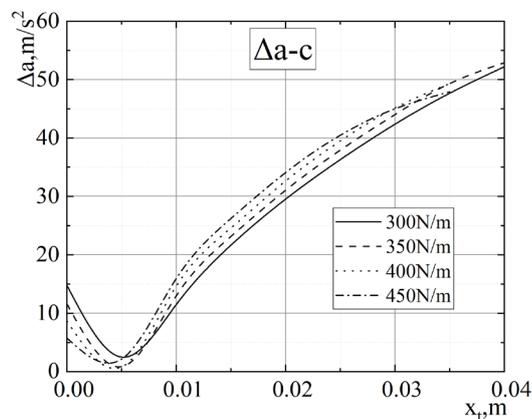


Рис. 4. График зависимости амплитуды скачка ускорения от положения компенсации энергии при различных коэффициентах упругости

ходится в 0, 0,01 м, 0,02 м, 0,03 м, вплоть до крайнего правого положения направляющей. В середине хода компенсации энергии положения начала устанавливаются в $-0,01$ м, $-0,02$ м, $-0,03$ м, $-0,04$ м, а положения окончания в 0,01 м, 0,02 м, 0,03 м, 0,04 м. В начале и конце хода компенсации энергии процесс разделен на два этапа: на первом этапе положение начала компенсации находится от крайнего левого положения направляющей до 0, $-0,01$ м, $-0,02$ м, $-0,03$ м; на втором этапе положение начала компенсации устанавливается в 0, 0,01 м, 0,02 м, 0,03 м и продолжается вплоть до крайнего правого положения (рис. 2).

Из рис. 2 видно, что начало компенсации энергии приводит к резкому увеличению ускорения выходного звена, а по завершении ком-

пенсации энергии также наблюдается мгновенное снижение ускорения. В целом по мере увеличения расстояния от положения компенсации энергии до средней точки направляющей амплитуда скачка ускорения значительно возрастает. Когда выходное звено достигает средней точки направляющей, амплитуда скачка ускорения невелика.

В случае использования электромагнитного фиксатора нет необходимости в создании тягового усилия сжатым газом для фиксации выходного звена на краю направляющей, поэтому давление газа при компенсации энергии может быть менее 2,3 бара. Достаточно, чтобы компенсируемая энергия была не менее потребляемой, иными словами, выходное звено должно достигать конца направляющей. При различных значениях давления газа построен график

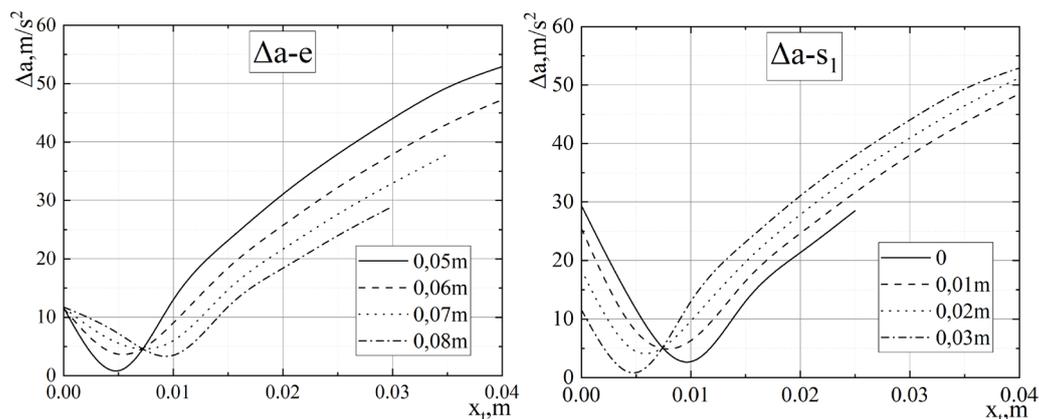


Рис. 5. Графики зависимости амплитуды скачка ускорения от положения компенсации энергии при различных конструктивных параметрах и предварительной деформации пружины

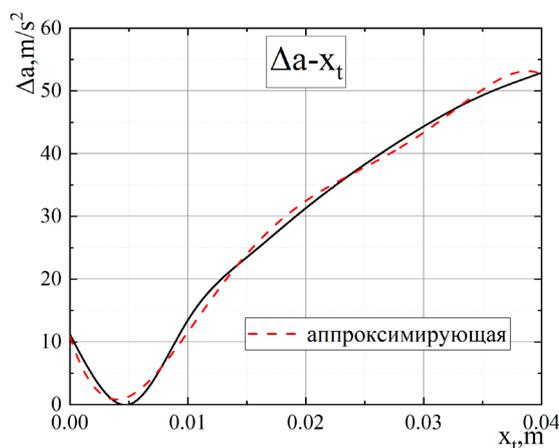


Рис. 6. Аппроксимированный график зависимости амплитуды скачка ускорения от положения компенсации энергии

зависимости ускорения выходного звена от положения компенсации энергии (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что величина давления газа при компенсации энергии не оказывает значительного влияния на скачок ускорения выходного звена. Когда положение компенсации энергии выбирается в диапазоне [0, 0,01 м], наблюдается минимальная точка скачка ускорения, при этом разница значений стремится к нулю, что обеспечивает плавное изменение ускорения.

Жесткость пружины влияет на ускорение выходного звена: чем выше коэффициент упругости, тем больше потенциальной энергии накапливает пружинный аккумулятор. Построен график зависимости скачка ускорения от положения компенсации энергии при различ-

ных коэффициентах упругости (рис. 4).

Величина коэффициента упругости пружины также не оказывает значительного влияния на скачок ускорения выходного звена. Аналогично существует положение компенсации энергии, при котором скачок ускорения минимален.

Конструктивный параметр e (расстояние между осью кулисного камня и направляющих) и предварительная деформация пружины s_1 оказывают влияние на динамические характеристики мехатронного привода с пружинным аккумулятором на базе кулисного механизма. Построены графики зависимости скачка ускорения от положения компенсации энергии при различных значениях конструктивного параметра и предварительной деформации пружины

(рис. 5).

Амплитуда скачка ускорения при изменении положения компенсации энергии сначала уменьшается, а затем увеличивается. Чем дальше положение компенсации энергии от средней точки направляющей, тем быстрее возрастает скачок ускорения, что приводит к более значительным изменениям амплитуды. По сравнению с давлением и коэффициентом упругости пружины конструктивные параметры и предварительная деформация пружины оказывают более заметное влияние на амплитуду скачка ускорения. Вблизи $x_t = 0,01$ наблюдается локальный минимум, что указывает на оптимальное положение с минимальной амплитудой скачка ускорения.

Анализируя вышеупомянутые графики, мы обнаружили, что при различных воздействующих факторах тенденция изменения амплитуды скачка ускорения в зависимости от положения компенсации энергии остается в целом одинаковой. Проведена аппроксимация полученных данных (рис. 6).

Аппроксимация выполнена с использованием многочлена пятой степени, уравнение аппроксимированной кривой представлено следующим образом:

$$\Delta a = \text{intercept} + B1 \cdot x + B2 \cdot x^2 + B3 \cdot x^3 + B4 \cdot x^4 + B5 \cdot x^5. \quad (6)$$

Статистический показатель качества аппроксимации, коэффициент детерминации R^2 , достиг значения 0,99119, что превышает 0,95 и приближается к единице, указывая на высокое качество аппроксимации. С помощью данной функции можно определить положение компенсации энергии, при котором амплитуда скачка ускорения минимальна.

Заключение

Для уменьшения амплитуды скачка скорости следует выбирать положения начала или окончания компенсации энергии ближе к среднему положению направляющей. Изменение конструктивных параметров и предварительной деформации пружины позволяет регулировать амплитуду скачка ускорения. На основе предложенной математической модели и аппроксимирующей функции можно определить оптимальное положение компенсации энергии, при котором амплитуда скачка ускорения достигает минимального значения.

Список литературы

1. Жавнер, В.Л. Рекуперативные приводы для цикловых перемещений с пневматическим компенсатором диссипативных сил. / В.Л. Жавнер, О.Н. Мацко // Современное машиностроение. Наука и образование. – СПб. – 2014. – № 4. – С. 513–521.
2. Жавнер, М.В. Мехатронные рекуперативные приводы для шаговых перемещений на базе пневматических цилиндров с возвратными пружинами / М.В. Жавнер, Янь Чуаньчао, В. Чжао // Вестник Международной академии холода. – 2019. – № 2. – С. 22–28.
3. Янь Чуаньчао. Нелинейный пружинный аккумулятор для мехатронных пневматических приводов с рекуперацией энергии / Янь Чуаньчао, А.Н. Волков, О.В. Кочнева, О.Н. Мацко // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 8. – С. 39–43.
4. Zhavner, M.V. Research of Spring Accumulators with Output Rotary Link Used in Technological Equipment to Reduce Energy Consumption / M.V. Zhavner, S. Li, Y. Chuanchao // Advances in Mechanical Engineering : Part of the Lecture Notes in Mechanical Engineering book series (LNME), Saint Petersburg, Russia. – Cham: Springer, 2020. – P. 221–232.
5. Yan Chuanchao. The use of pneumatic cylinders with return springs when creating mechanical drives with recuperative energy / Yan Chuanchao, Zhao Wen // 6-th international BAPT conference “POWER TRANSMISSIONS 2019”. – 2019. – Vol. 1. – P. 163–167.
6. Мацко, О.Н. Мехатронные рекуперативные приводы для возвратно-поступательного движения : специальность 05.02.05 «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / О.Н. Мацко. – Санкт-Петербург, 2011. – 16 с.
7. Чэнь Сюэ. Исследование метода оптимизации S-образной кривой для этапа ускорения и замедления робота / Чэнь Сюэ // Механическая трансмиссия. – 2015. – № 12. – С. 157–160.
8. Dieter Büchler. Learning to Control Highly Accelerated Ballistic Movements on Muscular

Robots / Dieter Büchler, Roberto Calandra // Robotics and Autonomous Systems, Jan Peters, 2023.

9. Новиковский, Е.А. Работа в MathCAD 15: учеб. пособие / Е.А. Новиковский. – Барнаул : Типография АлтГТУ, 2013. – 114 с.

References

1. Zhavner, V.L. Rekuperativnyye privody dlya tsiklovykh peremeshcheniy s pnevmaticheskim kompensatorom dissipativnykh sil. / V.L. Zhavner, O.N. Matsko // *Sovremennoye mashinostroyeniye. Nauka i obrazovaniye*. – SPb. – 2014. – № 4. – S. 513–521.

2. Zhavner, M.V. Mekhatronnyye rekuperativnyye privody dlya shagovykh peremeshcheniy na baze pnevmaticheskikh tsilindrov s vozvratnymi pruzhinami / M.V. Zhavner, Yan' Chuan'chao, V. Chzhao // *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda*. – 2019. – № 2. – S. 22–28.

3. Yan' Chuan'chao. Nelineynyy pruzhinnyy akkumulyator dlya mekhatronnykh pnevmaticheskikh privodov s rekuperatsiyey energii / Yan' Chuan'chao, A.N. Volkov, O.V. Kochneva, O.N. Matsko // *Nauka i biznes: puti razvitiya*. – 2024. – № 8. – С. 39–43.

4. Zhavner, M.V. Research of Spring Accumulators with Output Rotary Link Used in Technological Equipment to Reduce Energy Consumption / M.V. Zhavner, S. Li, Y. Chuanchao // *Advances in Mechanical Engineering : Part of the Lecture Notes in Mechanical Engineering book series (LNME)*, Saint Petersburg, Russia. – Cham: Springer, 2020. – P. 221–232.

5. Yan Chuanchao. The use of pneumatic cylinders with return springs when creating mechanical drives with recuperative energy / Yan Chuanchao, Zhao Wen // 6-th international BAPT conference “POWER TRANSMISSIONS 2019”. – 2019. – Vol. 1. – P. 163–167.

6. Matsko, O.N. Mekhatronnyye rekuperativnyye privody dlya vozvratno-postupatel'nogo dvizheniya : spetsial'nost' 05.02.05 «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» : avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / O.N. Matsko. – Sankt-Peterburg, 2011. – 16 s.

7. Chen' Syue. Issledovaniye metoda optimizatsii S-obraznoy krivoy dlya etapa uskoreniya i zamedleniya robota / Chen' Syue // *Mekhanicheskaya transmissiya*. – 2015. – № 12. – S. 157–160.

9. Novikovskiy, Ye.A. Rabota v MathCAD 15: ucheb. posobiye / Ye.A. Novikovskiy. – Barnaul : Tipografiya AltGTU, 2013. – 114 s.

© Янь Чуаньчао, Юй Вэньхуа, Цинь Чжоцзюнь, А.Н. Волков, 2025

УДК 621.865.8

*Р.А. ЯФИЗОВА, В.А. ПЫХТИН, А.П. ДВОРСКИЙ**НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия»;**ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»;**ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва*

РОБОТОТЕХНИКА: ТЕХНОЛОГИИ, ВЫГОДЫ И ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ключевые слова: автоматизация; инновации; промышленность; робототехника.

Аннотация. Цель данной статьи заключается в анализе текущего состояния робототехники в промышленности, выявлении ее преимуществ и недостатков, а также исследования перспектив внедрения роботов в различных отраслях. Статья исследует влияние роботизированных систем на эффективность производственных процессов, качество продукции и безопасность труда, а также рассматривает влияние роботов на сокращение рабочих мест и экономическую устойчивость предприятий. В результате анализа подчеркивается потенциал робототехники как ключевого фактора для повышения конкурентоспособности и создания новых рабочих мест в смежных сферах.

Робототехника в промышленности на сегодняшний день является одной из ключевых технологий, определяющих эффективность и конкурентоспособность производств. С развитием автоматизации и интеллектуальных систем роботы становятся неотъемлемой частью производственных процессов, способствуя повышению качества, снижению затрат и увеличению скорости выпуска продукции. От механических манипуляторов до автономных мобильных систем робототехника трансформирует традиционные подходы к организации труда и инновациям.

Термин «робот» прочно вошел в современный лексикон, отражая вечное стремление человека к комфорту и прогрессу. В массовом сознании под влиянием художественной литературы и кинематографа роботы часто ассоци-

ируются с гуманоидными машинами, выполняющими бытовые задачи или участвующими в героических свершениях. Однако реальность куда шире: роботы уже давно стали неотъемлемой частью нашей жизни – от привычных бытовых приборов, таких как стиральные машины, до сложной техники, например, пассажирских самолетов.

Их применение охватывает множество сфер – от освоения космоса и оборонной промышленности до ключевых отраслей современной экономики. В промышленном секторе роботы представляют собой автономные системы, сочетающие механический манипулятор с программируемым управлением, используемые для перемещения грузов и автоматизации производственных процессов.

Эти промышленные роботы – неотъемлемая часть гибких автоматизированных производственных систем, значительно повышающих эффективность работы. Использование промышленных роботов, как и любой технологический прогресс, имеет свои преимущества и недостатки [1].

Оптимизация производственной эффективности позволяет установить нормы и стандарты качества, которые будут соблюдаться роботами. Производственные квоты не будут подвержены риску из-за низкой концентрации, перерывов или травм сотрудников. Прогнозирование объемов производства и уровней поставок станет более точным благодаря роботам, которые могут быть настроены на оптимальную скорость работы для конкретного завода.

Работники, часто сталкивающиеся с опасными условиями труда, могут быть заменены роботами, что значительно снизит

риски для здоровья сотрудников, что выгодно как для работников, так и для работодателей. Примером таких сфер, где могут применяться роботы, является добыча полезных ископаемых.

Экономическая эффективность является одним из главных доводов в пользу использования промышленных роботов. Эти машины способны уменьшить количество рабочих мест без ущерба для производства, что приводит к снижению внутренних затрат на оплату труда. Бизнесмены уверены, что внедрение роботов в производственный процесс повысит рентабельность их предприятий. Качество продукции улучшается благодаря согласованной работе роботов и исключению человеческого фактора, который иногда приводит к ошибкам на производстве.

Однако широкое внедрение роботов сопровождается рядом негативных тенденций. Увеличение инвестиционных затрат является серьезным финансовым вызовом для роботизации в промышленности, поскольку компаниям придется направлять значительные средства на приобретение и внедрение роботизированных технологий. Фирмы, которые не располагают достаточным финансированием, могут оказаться на грани банкротства, стремясь не отставать от актуальных отраслевых тенденций, вместо того чтобы сосредоточиться на нормальной операционной деятельности.

Сокращение рабочих мест также неблагоприятно сказывается на населении и влияет на один из факторов валового внутреннего продукта. Работники в промышленности начинают испытывать беспокойство относительно своей трудовой занятости.

Применение роботов в производственных процессах разнообразно и продолжает расширяться. Рассмотрим несколько примеров по отраслям и конкретным задачам. В области машиностроения все чаще используют роботов для выполнения сварочных работ. Они обеспечивают высокую точность и повторяемость сварки кузовов автомобилей, что способствует повышению качества и скорости сборки. Роботы способны выполнять сварочные операции в труднодоступных местах и в различных позициях. Кроме того, роботы-маляры гарантируют равномерное нанесение краски, минимизируя потери материалов и

обеспечивая высокое качество покрытия, работая в контролируемой среде и исключая влияние человеческого фактора.

Роботы также широко задействуются при сборке автомобилей, выполняя сборку различных узлов и компонентов. Они справляются с монотонными и точными операциями, такими как установка деталей, завинчивание гаек и другие. Общая автоматизация процессов включает также использование роботов для резки, шлифовки, полировки и других операций по обработке металлических и пластиковых деталей [3].

В области электроники применение роботов становится ключевым фактором повышения эффективности производственных процессов. Высокоскоростные роботы с высокой точностью размещают микросхемы и другие компоненты на платах, обеспечивая высокую производительность и качество сборки. Также роботы используются для пайки компонентов на платах, гарантируя надежные соединения и высокую скорость выполнения процесса, роботизированные системы осуществляют автоматизированное тестирование электронных компонентов и готовых устройств, повышая надежность и сокращая время на проверку.

В области металлургии роботы играют важную роль в оптимизации производственных процессов. Они обеспечивают автоматическую загрузку и разгрузку материалов в металлургических печах и на конвейерах, что особенно ценно в условиях высокой температуры и загрязненности. Это снижает риски для работников и увеличивает производительность. Также роботы используются для манипулирования расплавленным металлом, что обеспечивает безопасность и точность процесса литья. В дополнение к этим функциям роботы эффективно выполняют сварку и резку металлических конструкций, обеспечивая высокое качество и производительность операций [2].

Кроме металлургии роботы находят применение и в других отраслях. В фармацевтике они отвечают за дозировку и упаковку лекарств, что ускоряет процессы и уменьшает вероятность ошибок. В текстильной промышленности роботы занимаются ткачеством и покраской, обеспечивая высокое качество продукции и снижение трудозатрат. Также в ло-

гистике они автоматизируют складирование и перемещение грузов, что значительно повышает эффективность работы складов.

Важно отметить, что применение роботов в производстве часто интегрировано с системами компьютерного зрения и искусственным интеллектом. Это позволяет роботам адаптироваться к изменяющимся условиям и выполнять более сложные задачи, создавая тем самым гибкие и эффективные производственные системы.

Перспективы применения роботов в различных сферах деятельности обширны и многообещающие. Во-первых, автоматизация рутинных задач позволит освободить человека от монотонной и опасной работы, что приведет к повышению производительности труда. Роботы могут функционировать круглосуточно без перерывов, обеспечивая непрерывный производственный процесс и увеличивая объемы выпуска продукции. Кроме того, внедрение робототехники способствует повышению качества продукции за счет высокой точности и повторяемости операций, что снижает уровень брака.

Важным аспектом является возможность замены человека в опасных условиях, таких как высокие температуры, радиация или работа с токсичными веществами. Это обеспечивает безопасность сотрудников и способствует улучшению условий труда, создавая более комфортные и защищенные рабочие места. Развитие технологий также открывает новые горизонты: создание роботов для выполнения сложных операций, таких как микрохирургия или исследование космоса, демонстрирует, насколько многообразными могут быть их задачи.

Персонализация производства становится

еще одной важной тенденцией благодаря возможности гибкой настройки роботов под индивидуальные заказы и малые серии продукции. Это позволит предприятиям более эффективно реагировать на потребности рынка. Кроме того, с развитием робототехники возникают новые отрасли и профессии, связанные с проектированием, обслуживанием и программированием роботов, что создает новые возможности трудоустройства.

Наконец, применение роботов в таких областях, как сельское хозяйство и медицина, а также в борьбе с изменением климата, может оказать значительное влияние на решение глобальных проблем. Эти технологии помогут в повышении эффективности производства и решении социальных, экологических и экономических вызовов современности.

В результате анализа темы можно сделать следующий вывод: роботы имеют огромный потенциал для значительного облегчения производственных процессов в ключевых технических отраслях, обеспечивая высокое качество и объем выполняемых работ, а также сокращая время на выполнение задач. В дальнейшем развитие робототехники будет направлено на устранение текущих недостатков и приобретение новых преимуществ, что позволит охватить еще больше сфер промышленности.

Таким образом, интеграция роботизированных систем будет способствовать не только повышению эффективности производства, но и созданию более безопасной и комфортной рабочей среды. С учетом этих тенденций можно ожидать, что в ближайшем будущем робототехника станет важнейшим двигателем инноваций и устойчивого роста в различных секторах экономики.

Список литературы

1. Кузнецов, А.И. Основы робототехники: Применение в промышленности / А.И. Кузнецов. – М. : Издательство Технической литературы, 2022.
2. Кузьмин, А.Н. Робототехника: От теории к практике / А.Н. Кузьмин. – Новосибирск : Академия наук, 2017.
3. Соловьева, И.В. Инновационные технологии в машиностроении / И.В. Соловьева. – Санкт-Петербург : Научно-техническое издательство, 2021.

References

1. Kuznetsov, A.I. Osnovy robototekhniki: Primeneniye v promyshlennosti / A.I. Kuznetsov. – M. :

Izdatel'stvo Tekhnicheskoy literatury, 2022.

2. Kuz'min, A.N. Robototekhnika: Ot teorii k praktike / A.N. Kuz'min. – Novosibirsk : Akademiya nauk, 2017.

3. Solov'yeva, I.V. Innovatsionnyye tekhnologii v mashinostroyenii / I.V. Solov'yeva. – Sankt-Peterburg : Nauchno-tekhnicheskoye izdatel'stvo, 2021.

© Р.А. Яфизова, В.А. Пыхтин, А.П. Дворский, 2025

УДК 621.79

О.О. ГОРШКОВА

Сургутский институт нефти и газа – филиал

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Сургут

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ УТОРНОГО УЗЛА ВЕРТИКАЛЬНОГО СТАЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА

Ключевые слова: надежность; обратный выгиб; резервуар вертикальный стальной; тавр; тороидальное кольцо; уторный узел.

Аннотация. Целью работы являлось выявление способов повышения надежности вертикальных стальных резервуаров посредством совершенствования уторного узла. Методы исследования: изучение, анализ, обобщение, дополнение существующих исследований по данной теме, систематизация результатов практического опыта. Выявлен ряд возможных вариантов совершенствования уторного узла, направленных на увеличение надежности резервуаров, сокращение количества отказов при их эксплуатации, повышение остаточного ресурса. Определены достоинства и недостатки рассмотренных решений.

Введение

Транспортировка углеводородного сырья в России осуществляется посредством системы магистрального трубопроводного транспорта. Вертикальные стальные резервуары (РВС), предназначенные для сбора, хранения, отпуска и учета нефти и нефтепродуктов, представляют собой опасные производственные объекты, эксплуатации которых предъявляют повышенное внимание. Этап сооружения РВС является наиболее ответственным и требует соблюдения всех технологических норм и правил с целью обеспечения герметичного соединения основных узлов.

Результаты исследования и их обсуждение

Систематизация полученных по результатам статистических протоколов данных позволяет определить, что наибольшую опасность при эксплуатации РВС представляет уторный узел, на который приходится более 15 % всех проводимых ремонтов [2]. Уторный узел – элемент РВС, где осуществляется стыковка днища резервуара и его стенки. Анализ практического опыта и результатов экспертных заключений показывает, что ресурс РВС в зоне уторного узла может быть снижен рядом факторов, представленных в табл. 1.

Рассмотрение вопроса о способах повышения надежности РВС посредством совершенствования уторного узла является актуальным и своевременным, ориентированным на повышение эффективности эксплуатации резервуарного парка для стратегических отраслей страны. Выявлен ряд возможных вариантов совершенствования уторного узла, которые позволят увеличить надежность РВС, сократить количество отказов при их эксплуатации, повысить остаточный ресурс.

Одним из вариантов является конструкция уторного узла без технологического непровара (т.е. с полным проваром корня шва). Методом конечного элементного моделирования определены размеры катетов шва и параметры разделки кромок под сварку, позволяющие получить сварной шов с максимальной статической прочностью и циклической долговечностью. Разделка кромок обеспечивает доступ к корневой зоне шва для ее очистки и избежания возможности формирования дефектов, повышая качество шва. Данное решение не лишено недостатков: уторный шов остается

Таблица 1. Снижение ресурса РВС

Причины снижения ресурса РВС	Последствия
Неточная сборка таврового соединения	Увеличение или неравномерность зазора
	Деформация элементов уторного узла
Непровар в сварном шве	Нарушение герметичности сварного шва
Возникновение высоких остаточных напряжений в сварном шве	Снижение работоспособности стальных вертикальных резервуаров
Дефекты и трещины сварного шва	
Коррозионные процессы под действием окружающей среды	

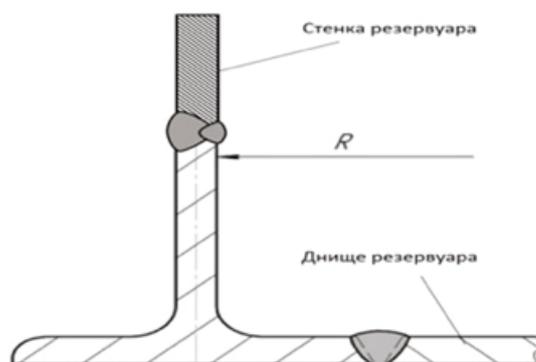


Рис. 1. Эскиз монолитной конструкции уторного узла

в зоне действия напряжений (кольцевых, меридиональных), сохраняется возможность превышения допустимого зазора при монтаже [1].

А.А. Скорняков, учитывая разработки, описанные в патентах *JPS51116411 U* и *JPS5251106 A* (Япония), исследовал возможность монолитной конструкции уторного узла из тавра (рис. 1), представляющего собой прокатный профиль, получаемый методом вальцовки.

Посредством односторонней сварки к полке тавра приваривается днище. Разделка кромок тавров исключается за счет использования электродуговой сварки закладным электродом. Данный вид сварки обеспечивает получение сварных швов с высокими механическими характеристиками, которые не требуют последующей термообработки [4].

Проведенные модельные механические испытания показали высокую работоспособность конструкции уторного узла с тавром

(при условии их бездефектности), долговечность выше, чем у уторного узла без технологического непровара, о чем свидетельствуют данные испытаний в нагруженных состояниях. Таким образом, конструкция уторного узла с тавром более перспективна, что обусловлено отсутствием сварного шва в зоне максимальных напряжений. Предусмотренные конструкцией стыковые швы более просты в исполнении и более контролепригодны.

Следующим вариантом совершенствования конструкции уторного узла является применение обратного выгиба окрайки, что позволит снизить сварочные напряжения и деформации. Предусматривается выполнение обратного выгиба различной величины.

1. Величина выгиба обеспечивает придание окрайке плоской формы в процессе приварки стенки РВС (рис. 2а), что обусловлено действием пластических деформаций. В данном случае исключается возможность образо-

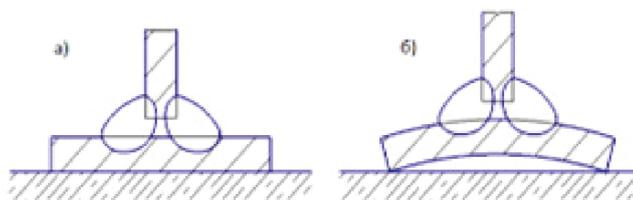


Рис. 2. Эскизы обратного выгиба окрайки: а) без сохранения выгиба; б) с сохранением выгиба

Таблица 2. Определение оптимальной величины обратного выгиба образцов

Вид образца	Результат испытания	Внешний вид образца	Пресс для имитации давления стенки резервуара
Без обратного выгиба	Поднятие 2–3 мм		
Обратный выгиб 3 мм	Почти полное выпрямление (нет подъема краечных листов)		
Обратный выгиб 6 мм	Выгиб 3–4 мм		

вания задира, по площади окрайки идет равномерное распределение силы давления на отмокту.

2. Величина обратного выгиба сохраняется (выгиб незначительный) (рис. 2б), что способствует возникновению в сварном шве уторного узла сжимающих внутренних напряжений при нагружении, повышающих предел выносливости (даже в случае конструктивного непровара) [6]. Устраняется превышение допустимого зазора, так как стенка резервуара под действием собственного веса давит на выгнутую окрайку, устраняя зазор.

Анализ результатов экспериментальных исследований по определению параметров обратного выгиба для образцов размером 120×130 мм, из стали 09Г2С, толщиной 10 мм показал, что для исключения подъема краечных листов наиболее оптимальна величина 3 мм (табл. 2). Стенки 120×60 мм приварены к окрайкам под прессом для имитации давления на стенки. Под действием остаточных напряжений может возникнуть деформация окрайки, в результате в уторном узле будут

фиксироваться растягивающие напряжения, которые в конструкции с обратным выгибом будут компенсированы сжимающими напряжениями.

Анализ результатов показал, что для исключения подъема краечных листов наиболее оптимальна величина обратного выгиба 3 мм [3].

Замена уторного узла частью тороидального кольца – для соединения днища и стенки РВС один из возможных вариантов совершенствования конструкции [5]. Устойчивость РВС обеспечивается укладкой по контуру стенки подпятника с косынками для крепления, размещаемой между тороидальным переходом и фундаментом (рис. 3а). Расчет конструкции уторного узла с тороидальным переходом показывает, что в зоне контакта днища и стенки величина максимальных напряжений уменьшается. Результаты прочностного анализа, полученные с применением метода конечных элементов, представлены на рис. 3б.

Конструкция уторного узла с тороидальным переходом способствует повышению ре-

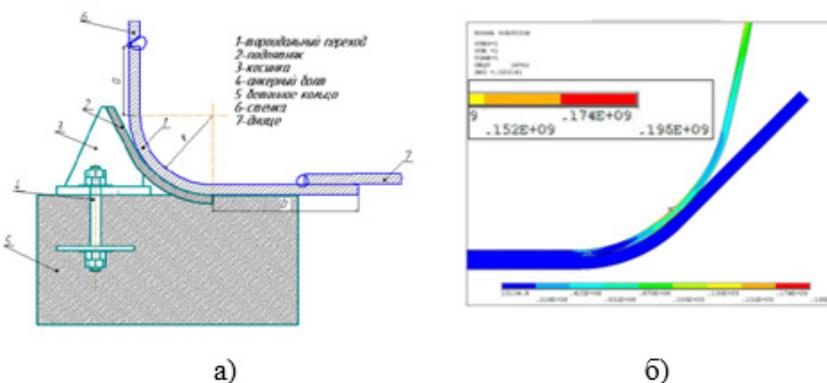


Рис. 3. Уторный узел с тороидальным переходом: а) эскиз конструкции уторного узла с тороидальным переходом; б) результаты прочностного анализа методом конечных элементов

сурса работы узла за счет увеличения времени до образования пластических деформаций, что продлевает срок службы РВС.

Заключение

Вопрос повышения надежности РВС является системным и требует решения на этапах проектирования, изготовления, мон-

тажа, эксплуатации. Рассмотренные альтернативные конструкции ориентированы на достижение повышения долговечности конструкции уторного узла, увеличение надежности РВС, сокращение количества отказов при эксплуатации с целью повышения эффективности эксплуатации резервуарного парка стратегических отраслей страны.

Список литературы

1. Биккинин, А.И. Повышение долговечности вертикального стального резервуара совершенствованием конструкции уторного сварного соединения: дис. ... канд. техн. наук / А.И. Биккинин. – Уфа, 2020. – 121 с.
2. Зорин, А.Е. Оптимизация конструкции узла сопряжения днища со стенкой вертикального цилиндрического резервуара / А.Е. Зорин, О.И. Колесников, П.С. Голосов [и др.] // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2022. – № 5. – С. 129–147.
3. Романчук, А.С. Совершенствование конструкции сварного уторного узла стального вертикального резервуара / А.С. Романчук, Н.Н. Валеев, А.И. Биккинин [и др.] // Нефтегазовое дело. – 2017. – № 4. – С. 42–54.
4. Скорняков, А.А. Экспериментальная оценка сопротивляемости разрушению уторных узлов вертикальных цилиндрических резервуаров различного конструктивного исполнения / А.А. Скорняков // Нефтегазовое дело. – 2024. – № 1. – С. 112–121.
5. Терземан, Ю.В. Повышение надежности стальных резервуаров: замена сварного таврового соединения стенки и днища тороидальным переходом / Ю.В. Терземан, Л.Е. Землеруб // Neftegaz. RU. – 2019. – № 2. – С. 102–103.
6. Файрушин, А.М. Модернизация уторного узла стального вертикального резервуара / А.М. Файрушин, Н.Н. Валеев, А.С. Романчук [и др.] // Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ. – 2016. – № 2. – С.18–21.

References

1. Bikkinin, A.I. Povysheniye dolgovechnosti vertikal'nogo stal'nogo rezervuara sovershenstvovaniyem konstruksii utornogo svarnogo soyedineniya: dis. ... kand. tekhn. nauk /

A.I. Bikkinin. – Ufa, 2020. – 121 s.

2. Zorin, A.Ye. Optimizatsiya konstruksii uzla sopryazheniya dnishcha so stenkey vertikal'nogo tsilindricheskogo rezervuara / A.Ye. Zorin, O.I. Kolesnikov, P.S. Golosov [i dr.] // Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov. – 2022. – № 5. – S. 129–147.

3. Romanchuk, A.S. Sovershenstvovaniye konstruksii svarnogo utornogo uzla stal'nogo vertikal'nogo rezervuara / A.S. Romanchuk, N.N. Valeyev, A.I. Bikkinin [i dr.] // Neftegazovoye delo. – 2017. – № 4. – S. 42–54.

4. Skornyakov, A.A. Eksperimental'naya otsenka soprotivlyayemosti razrusheniyu utornykh uzlov vertikal'nykh tsilindricheskikh rezervuarov razlichnogo konstruktivnogo ispolneniya / A.A. Skornyakov // Neftegazovoye delo. – 2024. – № 1. – S. 112–121.

5. Terzeman, YU.V. Povysheniye nadezhnosti stal'nykh rezervuarov: zamena svarnogo tavrovogo soyedineniya stenki i dnishcha toroidal'nym perekhodom / YU.V. Terzeman, L.Ye. Zemlerub // Neftegaz. RU. – 2019. – № 2. – S. 102–103.

6. Fayrushin, A.M. Modernizatsiya utornogo uzla stal'nogo vertikal'nogo rezervuara / A.M. Fayrushin, N.N. Valeyev, A.S. Romanchuk [i dr.] // Proyektirovaniye, sooruzheniye i ekspluatatsiya gazonefteprovodov i gazoneftekhranilishch. – 2016. – № 2. – S.18–21.

© O.O. Горшкова, 2025

УДК 621.86+658.562.3

А.Ю. ГАНШКЕВИЧ, В.В. РОЗОВ, Ф.О. ФАДЕЕВ
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», г. Москва

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЪЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ключевые слова: коэффициент готовности; коэффициент технического использования; простой; система технической эксплуатации; статистический анализ.

Аннотация. Цель статьи – предложить новый подход к оценке состояния системы технической эксплуатации на производстве. Задачи исследования включают выделение основных видов простоев, определение причин их возникновения и факторов, увеличивающих продолжительность времени простоя. Гипотеза исследования заключается в необходимости изучения причин возникновения и продолжительности простоев, поскольку это позволит скорректировать систему эксплуатации техники для минимизации непроизводительного использования ресурсов предприятия. В работе задействованы методы анализа нормативной документации, классификации и очистки данных, статистический анализ и изучение кейсов с производства. В результате работы предложен новый коэффициент суммарного простоя, который учитывает технические, административные и логистические факторы; обоснована необходимость разработки комплекса показателей работы системы технической эксплуатации и автоматизации сбора статистических данных.

Одной из распространенных проблем на ряде производственных предприятий, эксплуатирующих грузоподъемное оборудование, является простой производства, сопровождающийся финансовыми потерями, вследствие ремонтов и обслуживания перегрузочного оборудования [4]. Эти простои носят как плановый, так

и внезапный характер, что затрудняет планирование производственного процесса в целом и технических обслуживаний и ремонтов (ТОиР) в частности. Исследование причин возникновения и продолжительности простоев имеет важное прикладное значение, поскольку позволяет скорректировать систему эксплуатации техники для минимизации непроизводительного использования ресурсов предприятия [3]. При подготовке данной статьи использованы промежуточные результаты работы, ведущейся авторами с 2019 г. по заказам ряда портов (ОАО «Северный порт» (г. Москва), порты Ванино (Хабаровский край), Посыет (Приморский край), Темрюк (Краснодарский край), Кстово (Нижегородская область) и др.) и промышленных предприятий. Всего в исследованиях задействовано более 300 единиц перегрузочного оборудования.

Термин «простой» имеет широкое распространение среди специалистов отрасли, но при этом не имеет четкого определения в нормативных документах, связанных с технической эксплуатацией.

В ГОСТ Р 27.101-2021 «Надежность в технике. Надежность выполнения задания и управление непрерывностью деятельности. Термины и определения» дана расшифровка понятия «состояние простоя» – состояние, в котором объект не может функционировать по любой причине [1]. По мнению авторов, такое определение исключает ситуации, когда объект может эксплуатироваться, но не эксплуатируется, тем самым искажая общую картину организации процесса эксплуатации объекта. В том же ГОСТ Р 27.101-2021 г. [1] приведена классификация простоев, которая включает следующие.

1. Административный простой. Простой

при выполнении операций технического обслуживания объекта, связанный с административными причинами.

2. Логистический простой. Простой, за исключением административных простоев, связанный с обеспечением ресурсами, необходимыми для выполнения действий технического обслуживания.

3. Технический простой. Простой, вызванный выполнением вспомогательных технических операций, связанных с техническим обслуживанием, но не являющихся действиями технического обслуживания.

Эта классификация, на взгляд авторов, не учитывает целый ряд нюансов, и по-прежнему не дает четкого определения термина «простой».

В дальнейшем изложении под термином «простой» авторы понимают состояние объекта, при котором он не используется по назначению по любой причине.

Среди наиболее распространенных причин возникновения простоев могут быть выделены следующие [5].

1. Неисправное состояние техники (накоплены усталостные повреждения, имеется износ).

2. Нарушение графиков технического обслуживания и ремонтов.

3. Нарушение технологии применения перегрузочных машин.

4. Нарушение правил эксплуатации оборудования.

5. Не осуществляется контроль выполнения работ.

Для детальной оценки системы технической эксплуатации (СТЭ) необходимо учитывать не только общее количество и частоту простоев, но и время, необходимое на устранение причин нахождения в состоянии простоя – время восстановления работоспособности. Среди основных причин долгого восстановления работоспособности можно выделить следующие:

1) отсутствие сменно-запасных частей на складе;

2) отсутствие или недостаточное количество специалистов по ТОиР;

3) недостаточная квалификация специалистов по ТОиР;

4) определение причины отказа, методов устранения и тяжести последствий;

5) нарушение технологии ремонта;

6) не осуществляется контроль за выпол-

нением работ;

7) высокая трудоемкость ремонта.

Кроме того, в стандартах ГОСТ Р 27.101-2021 и ГОСТ Р 27.102-2021 «Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения» описаны коэффициенты, характеризующие состояние техники, такие как коэффициент готовности и коэффициент технического использования [1; 2]. Коэффициент готовности дает оценку вероятности безотказной работы на заданном временном интервале. Коэффициент технического использования дает оценку относительных затрат времени на поддержание техники в работоспособном состоянии путем проведения регламентных работ. Коэффициент готовности вычисляем по формуле (1):

$$K_r = \frac{T_p}{T_p + T_b}, \quad (1)$$

где T_p – время работы крана в течение заданного периода; T_b – интегральное время восстановления работоспособности крана в течение заданного периода, определяемое по формуле (2):

$$T_b = \sum_{i=1} n_i \cdot t_i, \quad (2)$$

где n_i – номер i -го простоя крана; t_i – время i -го простоя крана.

Анализ формулы (1) показал, что чем больше время восстановления работоспособности крана, тем ниже коэффициент готовности. Из формулы (2) следует, что общее время восстановления зависит от количества простоев крана и времени нахождения крана в каждом из них. Анализ статистических данных по эксплуатации порталных, мобильных, козловых и мостовых кранов (всего была проанализирована статистика более чем по 160 кранам на нескольких предприятиях за период 2018–2024 гг.) позволил выделить несколько характерных видов распределения времени восстановления:

а) преобладают непродолжительные простои, график распределения представлен на рис. 1а;

б) преобладают продолжительные простои, график распределения представлен на рис. 1б;

в) мультимодальное распределение с аномальными выбросами, график распределения

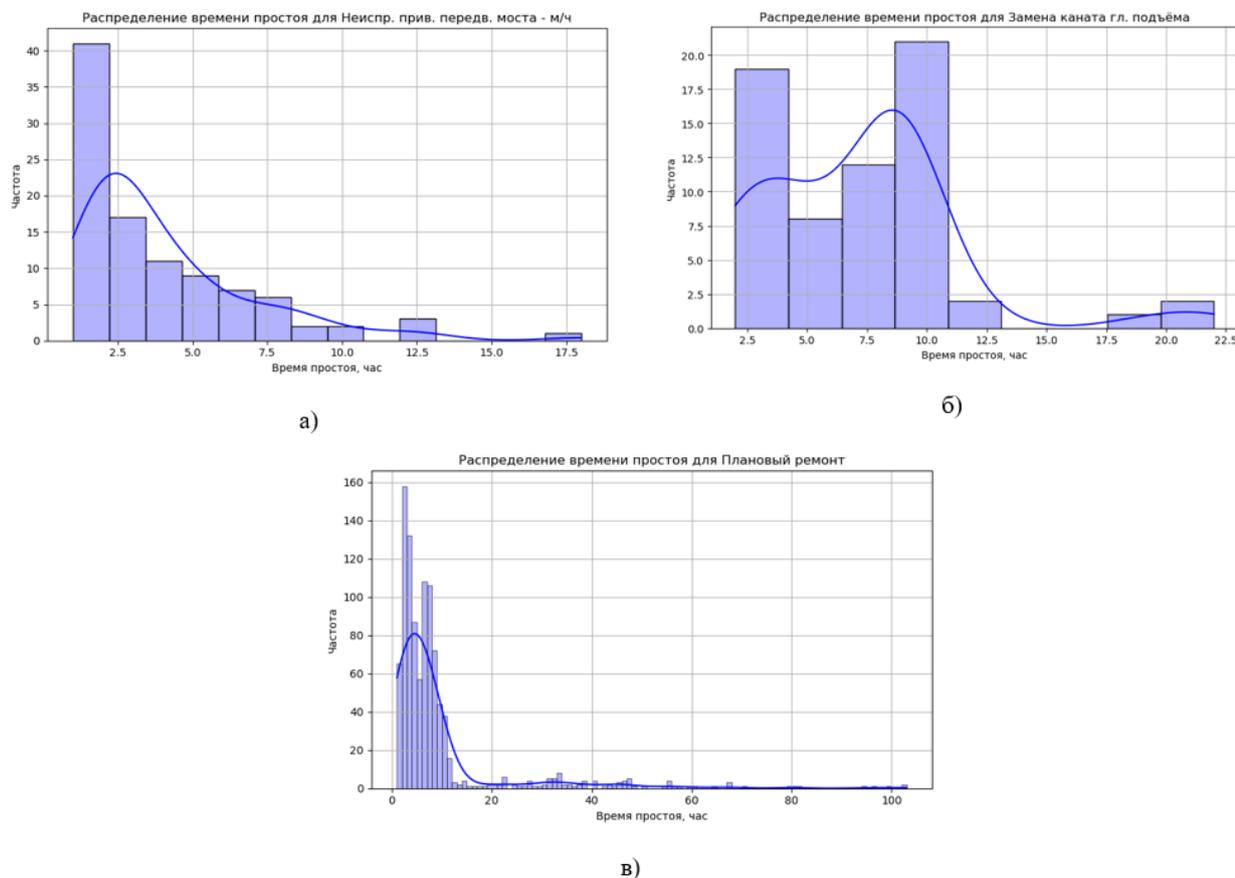


Рис. 1. Распределения времени простоя: а) неисправность привода передвижения моста, механическая часть; б) замена каната главного подъёма; в) плановый ремонт

представлен на рис. 1в.

Изучение формы распределения времени восстановления позволяет выдвинуть предварительные гипотезы о работе синтетической теории эволюции (СТЭ). Так, в частности, преобладание продолжительных простоев чаще всего говорит об отсутствии специалистов, способных выявить причины отказа и предложить решения по ремонту. Кроме того, привязка времени ремонта к продолжительности рабочей смены (8 или 12 часов) может говорить о слабом контроле ремонтных бригад со стороны инженерно-технических работников, ответственных за производственный контроль или поддержание кранов в работоспособном состоянии. Преобладание непродолжительных простоев, в свою очередь, может свидетельствовать о быстром реагировании службы эксплуатации на отказы и наличии необходимых запчастей.

Таким образом, исследование формы распределения позволяет определить направления дальнейшего анализа и сформировать предва-

рительную стратегию действий для снижения времени простоя.

Коэффициент технического использования вычисляем по формуле (3):

$$K_{ти} = \frac{T_p}{T_p + T_{пр} + T_{то}}, \quad (3)$$

где T_p – время работы крана; $T_{пр}$ – время, затраченное на плановые ремонты и регламентные работы; $T_{то}$ – время, затраченное на техническое обслуживание.

Однако с практической точки зрения коэффициенты готовности и технического использования недостаточны для полноценного анализа системы технической эксплуатации в целом и простоев в частности, они не отображают связь с причинами возникновения и последствиями простоев.

Общее время простоя складывается из времени административного, логистического и

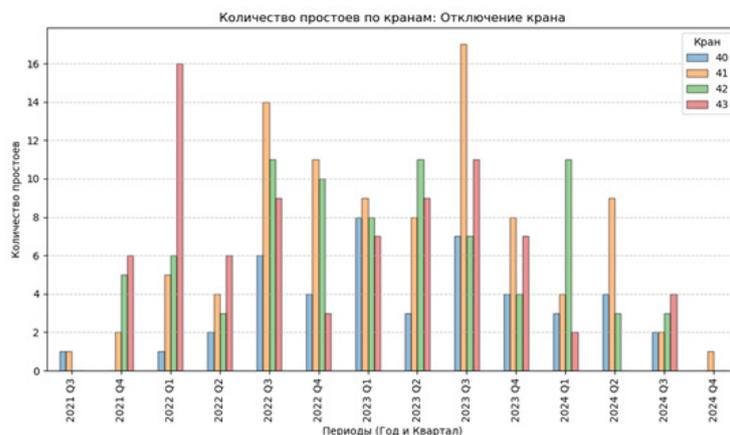


Рис. 2. Простои кранов типа «Отключение крана»

Таблица 1. Количестве простоев типа «Отключение крана» для кранов поквартально

	2021 Q3	2021 Q4	2022 Q1	2022 Q2	2022 Q3	2022 Q4	2023 Q1	2023 Q2	2023 Q3	2023 Q4	2024 Q1	2024 Q2	2024 Q3	2024 Q4
40	1	0	1	2	6	4	8	3	7	4	3	4	2	0
41	1	2	5	4	14	11	9	8	17	8	4	9	2	1
42	0	5	6	3	11	10	8	11	7	4	11	3	3	0
43	0	6	16	6	9	3	7	9	11	7	2	0	4	0

Примечание – буквой «Q» обозначается квартал

технического простоев, а также времени, затраченного на выполнение мероприятий ТОиР. Общее время простоя определяем по формуле (4):

$$T_v = T_{\text{апр}} + T_{\text{лпр}} + T_{\text{тпр}} + T_{\text{рр}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{апр}}$ – время административного простоя; $T_{\text{лпр}}$ – время логистического простоя; $T_{\text{тпр}}$ – время технического простоя; $T_{\text{рр}}$ – время выполнения ремонтных работ.

Для более детального анализа времени простоя предлагается, используя отношения каждого из слагаемых к общему времени восстановления, $T_{\text{апр}}/T_v$, $T_{\text{лпр}}/T_v$, $T_{\text{тпр}}/T_v$, $T_{\text{рр}}/T_v$ определить основные источники потерь времени и оценить состояние системы технической эксплуатации на предприятии. Эти отношения могут быть положены в основу разрабатываемой авторами системы показателей для оценки качества работы СТЭ.

Основой для оценки работы СТЭ является

статистика, большую роль играет релевантность и достоверность собираемых данных [3]. В настоящее время на большинстве предприятий, как показывает опыт, сбор статистических данных практически не автоматизирован, что приводит к появлению недостоверной информации и, как следствие, к целому ряду ошибочных выводов и предложений по организации эксплуатации.

Этот тезис хорошо иллюстрирует один из кейсов с предприятия, эксплуатирующего грузоподъемное оборудование: на одном из пролетов, на котором расположены мостовые краны с порядковыми номерами 40, 41, 42 и 43, рабочими бригадами были замечены частые выходы из строя крана номер 42 (по информации от эксплуатантов). Специалистами было предложено произвести модернизацию системы управления краном – заменить релейно-контакторную систему управления на тиристорную. Был произведен статистический анализ данных, поквар-

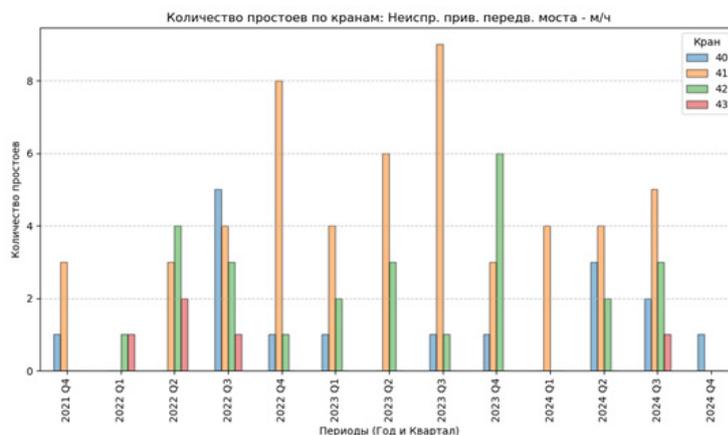


Рис. 3. Простой кранов типа «неисправность привода передвижения моста, механическая часть»

Таблица 2. Данные о количестве простоев типа «неисправность привода передвижения моста, механическая часть» для кранов поквартально

	2021 Q4	2022 Q1	2022 Q2	2022 Q3	2022 Q4	2023 Q1	2023 Q2	2023 Q3	2023 Q4	2024 Q1	2024 Q2	2024 Q3	2024 Q4
40	1	0	0	5	1	1	0	1	1	0	3	2	1
41	3	0	3	5	8	4	6	9	3	4	4	5	0
42	0	1	4	3	1	2	3	1	6	0	2	3	0
43	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Примечание – буквой «Q» обозначается квартал

тальный график представлен на рис. 2.

Данные о количестве простоев представлены в табл. 1.

По результатам статистического анализа количественное превышение зарегистрированных случаев крана № 42 по типу простоя «Отключение» встречается только в первом квартале 2024 г., и проблема носит скорее случайный, чем системный характер. Гипотеза эксплуатантов не подтвердилась. Однако было выявлено следующее: у 41 крана по типу простоя «неисправность привода передвижения моста, механическая часть» количество случаев превышало количество у других кранов на анализируемом пролете в восьми кварталах из 13 за рассматриваемый промежуток времени. Поквартальный график представлен на рис. 3.

Данные о количестве простоев представлены в табл. 2.

Анализ этой ситуации показывает, что за-

частую интуитивные выводы противоречат действительности, в то время как статистический анализ позволяет более объективно рассмотреть ситуацию.

Поскольку значительную часть общего времени простоя составляет время выполнения ремонтных работ, то анализ его распределения представляет особый интерес.

График распределения времени нахождения в состоянии простоя крана № 41 по причине типа «неисправность привода передвижения моста – механическая часть» представлен на рис. 4.

Большим потенциалом для выявления аномалий в СТЭ обладает анализ распределений случайных величин, который позволяет выявить скрытые закономерности. При определении причин таких аномалий всегда полезно консультироваться со специалистом от эксплуатирующей организации: как показывает опыт,

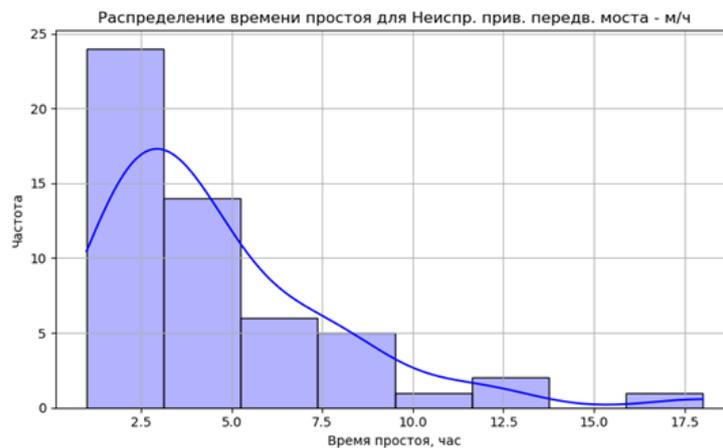


Рис. 4. Распределение времени простоя типа «Неисправность привода передвижения моста – механическая часть»

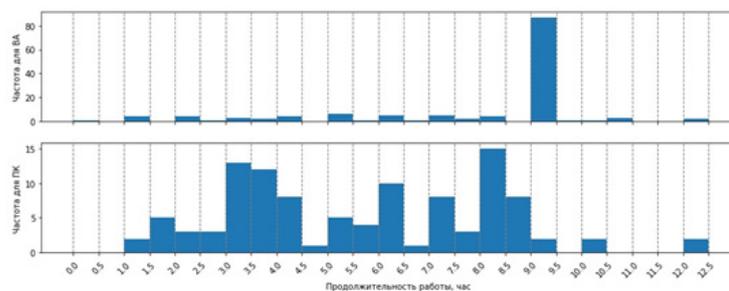


Рис. 5. Распределение времени восстановления работоспособности: сверху – вилочных автопогрузчиков, снизу – портальных кранов

практически на каждом участке даже одного предприятия есть свои особенности, приводящие к аномалиям.

Один из примеров таких аномалий хорошо иллюстрирует кейс с другого предприятия, эксплуатирующего грузоподъемное оборудование: при анализе времени восстановления работоспособности перегрузочного оборудования в одном из портов мы выявили, что распределение времени восстановления работоспособности портальных кранов выглядит мультимодальным или близким к равномерному, а распределение времени восстановления работоспособности вилочных автопогрузчиков имеет явный максимум на девяти часах. Графики распределения времени восстановления работоспособности портальных кранов и вилочных автопогрузчиков приведены на рис. 5.

Наши гипотезы заключались в том, что выполнение восстановительных работ по портальным кранам фиксируют по факту готовно-

сти, а по вилочным автопогрузчикам с заведомо ложным искажением. В дальнейшем эти гипотезы нашли подтверждение при анализе работы бригад ТОиР органами производственного контроля.

Разобранный кейс указывает на преимущество анализа состояния СТЭ с применением статистического анализа по сравнению с традиционным коэффициентом готовности (КГ) и коэффициентом технического использования (КТИ).

На данный момент на многих предприятиях ремонт выполняется по фактическому состоянию и зачастую до возникновения инцидентов. Преимуществом такой системы является экономия ресурсов (человеческих и финансовых), а недостатком является внезапный выход из строя грузоподъемной техники.

Альтернативой такой системе выступает система планово-предупредительных ремонтов, при которой вероятность внезапного выхода из

стройка минимальна, но недостаток – замена деталей или узлов, у которых еще остался ресурс.

Наибольшим потенциалом к снижению ресурсоемкости технической эксплуатации перегрузочного оборудования, по мнению авторов, обладает индивидуальный подход к организации СТЭ, то есть некоторая комбинация этих систем с применением автоматизации при сборе статистических данных.

Выводы следующие.

1. Существующие параметры КГ и КТИ не дают провести детальную оценку состоя-

ния СТЭ. В настоящее время мероприятия по модернизации этой системы строятся на личном опыте и интуиции руководителей. Личный опыт невозможно в полном объеме передать преемнику.

2. Необходимо разработать систему показателей работы СТЭ, основанную на статистических данных, и методику анализа работы СТЭ на основе этих показателей.

3. Для корректной работы вышеупомянутой системы необходима автоматизация сбора информации.

Список литературы

1. ГОСТ Р 27.101-2021. Надежность в технике. Надежность выполнения задания и управление непрерывностью деятельности. Термины и определения.
2. ГОСТ Р 27.102-2021. Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения.
3. Belmoukari, B. Smart port: a systematic literature review / B. Belmoukari, J.F. Audy, P. Forget // Eur. Transp. Res. Rev., 2023.
4. Степанов, А.Л. Перегрузочное оборудование портов и транспортных терминалов: Учебник для вузов / А.Л. Степанов. – Санкт-Петербург : Политехника, 2016. – 430 с.
5. Головачев, П.А. Техническая эксплуатация и монтаж портовых подъемно-транспортных машин : учебник для институтов водного транспорта / П.А. Головачев, Ю.И. Гладунко. – М. : Транспорт, 1985. – 304 с.

References

1. GOST R 27.101-2021. Nadezhnost' v tekhnike. Nadezhnost' vypolneniya zadaniya i upravleniye nepreryvnost'yu deyatel'nosti. Terminy i opredeleniya.
2. GOST R 27.102-2021. Nadezhnost' v tekhnike. Nadezhnost' ob"yekta. Terminy i opredeleniya.
3. Belmoukari, B. Smart port: a systematic literature review / B. Belmoukari, J.F. Audy, P. Forget // Eur. Transp. Res. Rev., 2023.
4. Stepanov, A.L. Peregruzochnoye oborudovaniye portov i transportnykh terminalov: Uchebnik dlya vuzov / A.L. Stepanov. – Sankt-Peterburg : Politekhnik, 2016. – 430 s.
5. Golovachev, P.A. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya i montazh portovykh pod"yemno-transportnykh mashin : uchebnik dlya institutov vodnogo transporta / P.A. Golovachev, YU.I. Gladunko. – M. : Transport, 1985. – 304 s.

© А.Ю. Ганшкевич, В.В. Розов, Ф.О. Фадеев, 2025

УДК 504.05

В.В. ЗВЯГИНЦЕВ, К.А. ЛЕСНИКОВА, О.Ю. ЗВЯГИНЦЕВА, В.А. МОРОЗОВ
ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», г. Чита

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА В ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНАХ

Ключевые слова: загрязнение; индекс качества воздуха; пассажирские вагоны.

Аннотация. Цель – провести исследования качества воздуха в эксплуатируемых пассажирских вагонах на одном из участков российской железной дорогой. Задачи: провести измерения основных параметров воздуха в выбранных эксплуатируемых пассажирских вагонах; сделать анализ и выводы; предложить мероприятия по улучшению качества воздуха в пассажирских вагонах. Метод – инструментальный. Гипотеза исследования: качество воздуха в эксплуатируемых пассажирских вагонах может не соответствовать нормативным показателям. Результаты: полученные новые данные о качестве воздуха в пассажирских вагонах разных годов постройки и разных типов при движении поезда и его стоянках показали, что максимальные значения *AQI* обследуемых объектов получены в вагоне купейного типа с количеством мест 26 для пассажиров и 1989 г. выпуска, что соответствует «плохому» уровню среды. В других исследуемых более современных вагонах (выпуска XXI в.) качество воздуха при движении поезда определялось приемлемым уровнем. Все измеренные концентрации пыли *PM2.5* и *PM10* в воздухе вагонов при стоянке, как и при движении поезда, в сотни раз превышают нормативные значения предельно допустимой концентрации (ПДК), поэтому рекомендуется уменьшить интервал замены фильтров для улучшения качества воздуха в вагонах, а вагоны, построенные в прошлом столетии, нужно вывести из эксплуатации.

При оценке качества воздуха в эксплуатирующихся пассажирских вагонах могут проводиться замеры параметров микроклимата, состава воздуха, *VOC* (летучих органических

соединений), формальдегида, избытка углекислого газа и недостатка кислорода. В салонах скоростного и высокоскоростного железнодорожного моторвагонного подвижного состава, а также моторвагонного подвижного состава дальнего сообщения должны соблюдаться следующие параметры микроклимата [4]: температура воздуха в салоне должна быть не менее 20 °С и не более 24 °С, при этом при температуре наружного воздуха ниже 10 °С перепад температуры по вертикали на высоте 1 500/150 мм – не более 3 °С, по горизонтали на высоте 1 500 мм от пола, по ширине салона – не более 2 °С, по длине салона – не более 3 °С; относительная влажность не менее 30 % и не более 70 %; скорость движения воздуха должна быть не более 0,25 м/с при температуре наружного воздуха до 10 °С и не более 0,4 м/с при температуре наружного воздуха от 10 °С. В состав *VOC* могут входить химические вещества (из особенно значимых – бензол от выбросов транспорта и табачного дыма, формальдегид, выделяемый материалами) [2]. Оптимальное содержание *CO₂* в купе вагонов около 400 *ppm*, допустимое – до 1 000 *ppm*, однако врачи не рекомендуют превышать – 800 *ppm* [2]. Общим критерием качества воздуха является индекс качества (загрязненности) *AQI* [2]. Он представляет собой измерение концентрации загрязнений в воздухе и связанных с ними рисков для здоровья, подразделяющихся на шесть категорий (от хорошего, не представляющего опасности для здоровья, до опасного уровня) [2]. Также одной из важных проблем обеспечения необходимых санитарно-эпидемиологических требований на железнодорожном транспорте является высокая запыленность, которая может достигать более 100 мг/м³ [1; 5]. Среднесуточная ПДК частиц *PM2.5* и *PM10* в воздухе, согласно нормам РФ, должна не превышать 0,035 мг/м³ и 0,06 мг/м³

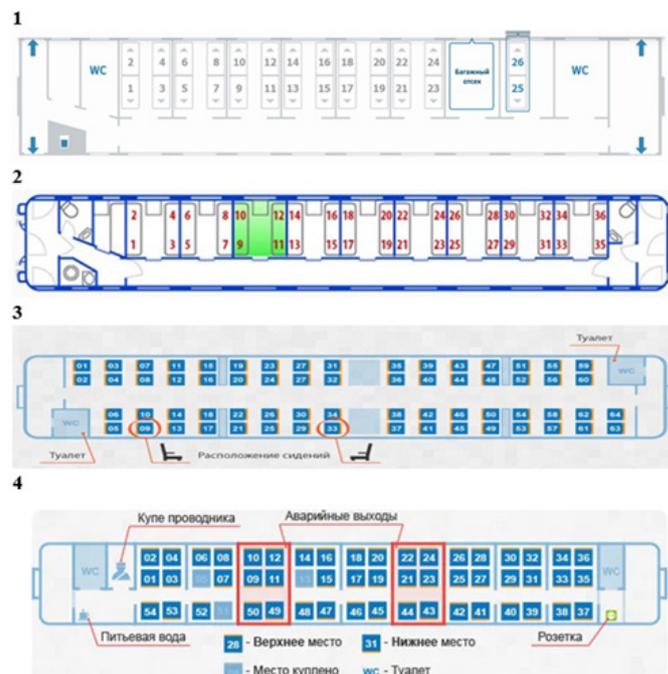


Рис. 1. Схемы исследуемых пассажирских вагонов: 1 – вагон 095 16162 купейного типа; 2 – вагон 094 15209 купейного типа; 3 – вагон 094 30158 общего типа; 4 – вагон 094 226370 плацкартного типа

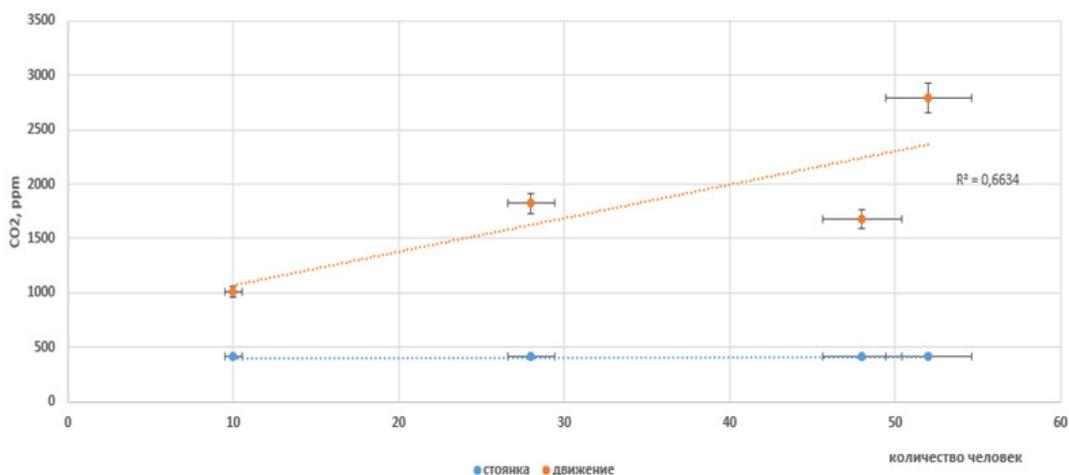


Рис. 2. Показатели CO₂ от количества человек, находящихся в вагонах

соответственно.

Материалы и методы исследования

Измерения проводились в ноябре 2024 г. во время движения и во время стоянки пассажирского поезда Забайкальской железной дороги разных годов постройки и разных типов

(рис. 1): вагон 095 16162 купейного типа с количеством мест 26, изготовитель – Германская Демократическая Республика (ГДР), 1989 г.; вагон 094 15209 купейного типа с количеством мест 36, изготовитель – Тверской Вагоностроительный завод (ТВЗ), 2007 г.; вагон 094 30158 общего типа (самолет) с количеством мест 56, изготовитель – ЗАО «Вагонмаш» Санкт-

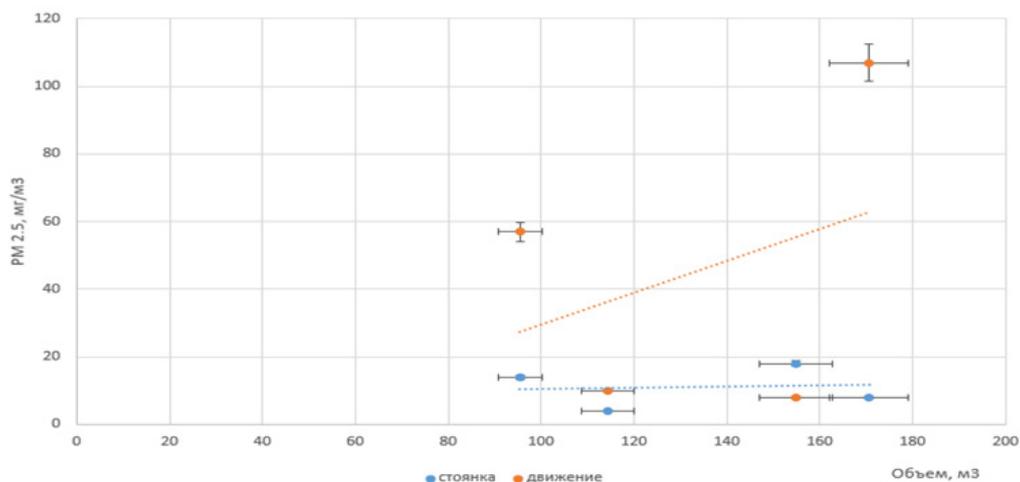


Рис. 3. Показатели пыли $PM_{2.5}$, mg/m^3 от объема вагона

Петербург, 2004 г.; вагон 094 226370 плацкартного типа с количеством мест 54, изготовитель – ТВЗ, 2005 г.

Измерения параметров воздуха вагонов проводились многофункциональным газовым анализатором *DM509, XMSJ* (Китай), имеющим сертификат Евротест. Согласно методике, указанной в инструкции прибора, были осуществлены замеры показателей CO_2 , температур, влажности, пыли разных фракций, формальдегида, летучих органических соединений и в целом *AQI*.

Результаты исследований и обсуждение

Показатели качества воздуха пассажирских вагонов изменялись в следующих пределах: $PM_{2.5}$ от 4 до $107 mg/m^3$; $PM_{1.0}$ от 2 до $67 mg/m^3$; PM_{10} от 5 до $141 mg/m^3$; $HCHO$ от 0,006 до $0,221 mg/m^3$; $TVOC$ от 69 до $146 mg/m^3$; CO_2 от 413 до $2\ 789 ppm$; $TEMP$ от 21 до $24\ ^\circ C$; HUM от 37 до 47 %. Основные результаты замеров представлены на рис. 2 и 3.

Самый высокий показатель CO_2 в вагоне плацкартного типа 094 26370 с количеством мест 54 составил $2\ 789 ppm$. Согласно предписаниям главного санитарного врача [5], значение должно быть не больше 0,1 % об. или $1\ 000\ cm^3$ ($1\ 000 ppm$), в нашем случае есть превышение почти в три раза.

Выявлено, что все замеры в вагонах показателей пыли $PM_{2.5}$ находились в пределах от 4 до $107 mg/m^3$, следовательно, наблюдается превышение нормативных значений пыли в

сотни раз, поскольку среднесуточная ПДК не должна быть больше $0,035 mg/m^3$. Это свидетельствует о неудовлетворительном состоянии системы вентиляции и очистки воздуха.

Для очистки воздуха пассажирских вагонов от пыли в настоящее время применяют сетчатые масляные фильтры многократного использования и кассетные фильтры со сменными тканевыми фильтрующими элементами [5]. Согласно руководству по техническому обслуживанию и текущему ремонту в пассажирских вагонах, фильтры в летний период меняются один раз в месяц, в зимний – в два месяца. Следовательно, рекомендуем уменьшить интервал замены фильтров для уменьшения пылевой нагрузки (согласно работе [5] лучше через 15 дней эксплуатации), а вагоны, построенные в прошлом столетии, желательно вывести из эксплуатации.

Полученные новые данные о качестве воздуха в пассажирских вагонах разных годов постройки и разных типов при движении поезда и его стоянках показали, что максимальные значения *AQI* обследуемых объектов получены в вагоне купейного типа с количеством мест 26 для пассажиров и 1989 г. выпуска, что соответствует «плохому» уровню среды. В других исследуемых более современных вагонах (выпуска XXI в.) качество воздуха при движении поезда определялось приемлемым уровнем. Все замеренные концентрации пыли $PM_{2.5}$ и PM_{10} в воздухе вагонов при стоянке, как и при движении поезда, в сотни раз превы-

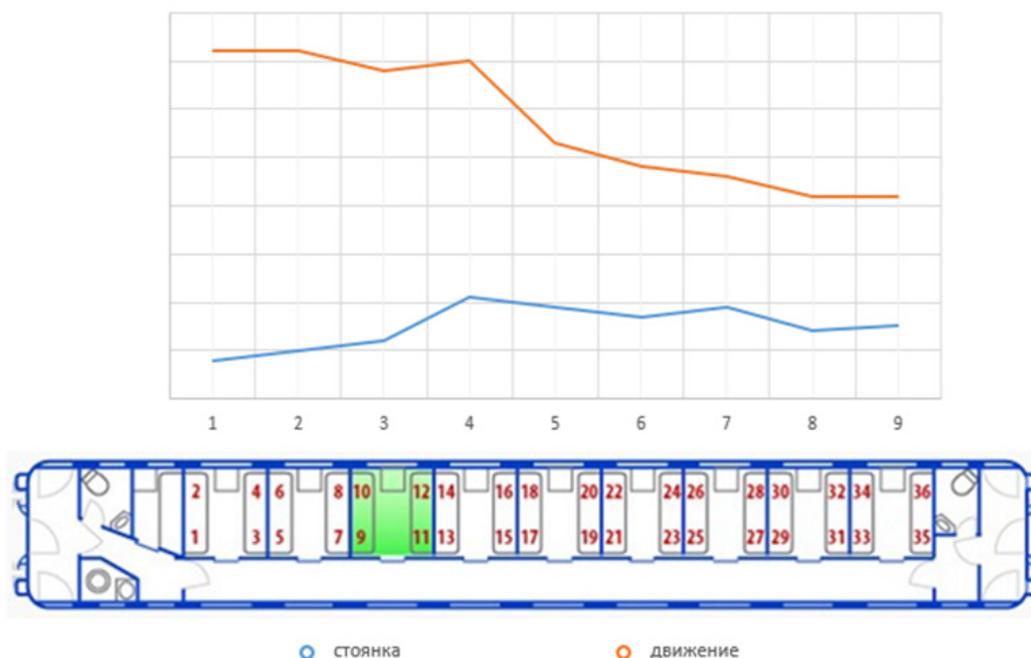


Рис. 4. Распределение пылевой нагрузки $PM_{2.5}$ mg/m^3 в вагоне купейного типа на стоянке и при движении поезда

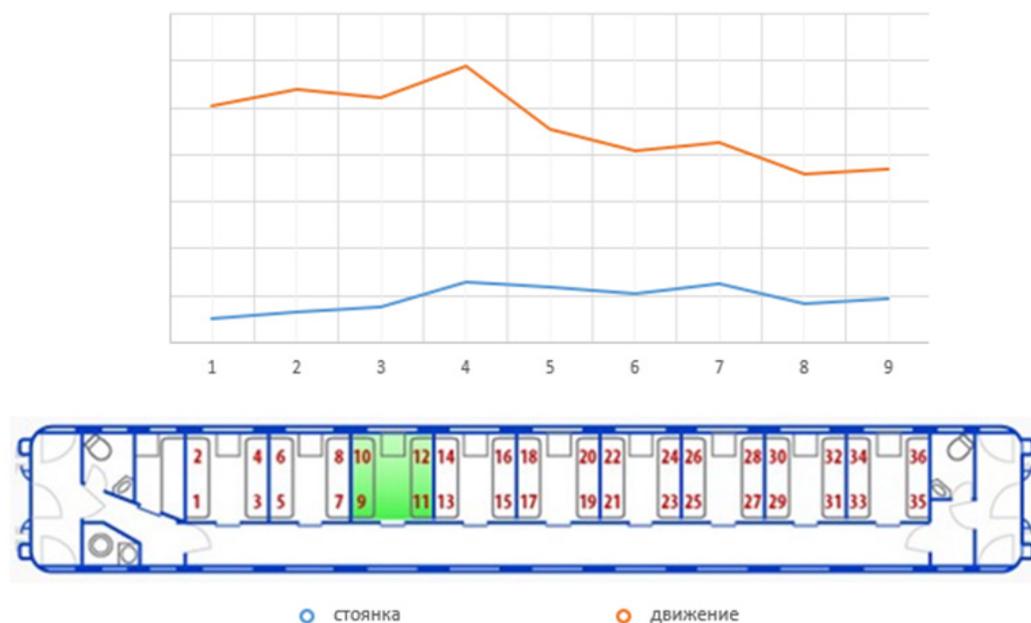


Рис. 5. Распределение пылевой нагрузки PM_{10} , mg/m^3 в вагоне купейного типа на стоянке и при движении поезда

шают нормативные значения ПДК.

Дополнительно в ноябре 2024 г. были произведены инструментальные замеры качества

воздуха в каждом купе купейного пассажирского вагона с целью определения распределения по нему загрязнений (рис. 4, 5 и 6).

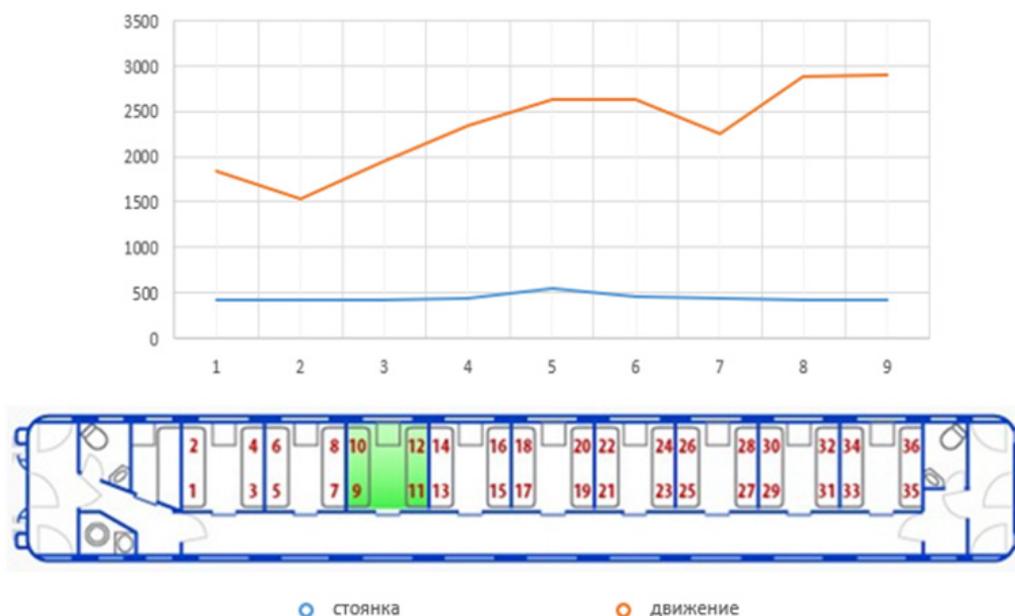


Рис. 6. Распределение CO_2 , ppm по купе вагона купейного типа на стоянке и при движении поезда

Инструментальные исследования распределения загрязнений по купейному вагону показали, что распределение пылевой нагрузки $PM_{2.5}$ и PM_{10} , mg/m^3 в вагоне купейного типа при движении поезда прямо пропорционально распределению CO_2 , ppm в вагоне. В первых купе вагона по движению поезда концентрация пыли больше, чем в последних купе.

Выводы

Полученные новые данные о качестве воздуха в пассажирских вагонах разных годов постройки и разных типов при движении поезда и его стоянках показали, что максимальные

значения AQI обследуемых объектов получены в вагоне купейного типа с количеством мест 26 для пассажиров и 1989 г. выпуска, что соответствует «плохому» уровню среды. В других исследуемых более современных вагонах (выпуска XXI в.) качество воздуха при движении поезда определялось приемлемым уровнем. Все замеренные концентрации пыли $PM_{2.5}$ и PM_{10} в воздухе вагонов при стоянке, как и при движении поезда, в сотни раз превышают нормативные значения ПДК, поэтому рекомендуется уменьшить интервал замены фильтров для улучшения качества воздуха в вагонах, а вагоны, построенные в прошлом столетии, нужно вывести из эксплуатации.

Список литературы

1. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов ж.д. транспорта: в 2 ч. Ч. 1. Безопасность на железнодорожном транспорте / под ред. К.Б. Кузнецова. – М. : Маршрут, 2005. – 576 с.
2. Звягинцев, В.В. Оценка экологической безопасности жилых квартир при высоком уровне загрязнения воздушного бассейна города / В.В. Звягинцев, Д.А. Лифатов, Е.Ю. Аксенова // Перспективы науки. – 2023. – № 12(170). – С. 116–120.
3. Сайт 1520. Все о ж/д. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://1520today.ru>.
4. СП 2.5.3650-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры». – Утв. пост. Главного гос. санитарного врача РФ от 16.10.2020: дата введ. 01.01.2021. – М., 2020. – 101 с.
5. Стоякин, Г.М. Пути улучшения характеристик климатических систем пассажирского подвижного состава / Г.М. Стоякин, А.В. Костин, С.Н. Науменко // Вестник Научно-исследовательско-

го института железнодорожного транспорта. – 2020. – Т. 79. – № 1. – С. 34–38.

References

1. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti: ucheb. dlya vuzov zh.d. transporta: v 2 ch. CH. 1. Bezopasnost' na zheleznodorozhnom transporte / pod red. K.B. Kuznetsova. – M. : Marshrut, 2005. – 576 s.
2. Zvyagintsev, V.V. Otsenka ekologicheskoy bezopasnosti zhilykh kvartir pri vysokom urovne zagryazneniya vozdušnogo basseyna goroda / V.V. Zvyagintsev, D.A. Lifatov, Ye.YU. Aksenova // Perspektivy nauki. – 2023. – № 12(170). – S. 116–120.
3. Sayt 1520. Vse o zh/d. [Electronic resource]. – Access mode : <https://1520today.ru>.
4. SP 2.5.3650-20 «Sanitarno-epidemiologicheskiye trebovaniya k otдел'nym vidam transporta i ob'yektam transportnoy infrastruktury». – Utv. post. Glavnogo gos. sanitarnogo vracha RF ot 16.10.2020: data vved. 01.01.2021. – M., 2020. – 101 s.
5. Stoyakin, G.M. Puti uluchsheniya kharakteristik klimaticheskikh sistem passazhirskogo podvizhnogo sostava / G.M. Stoyakin, A.V. Kostin, S.N. Naumenko // Vestnik Nauchno-issledovatel'skogo instituta zheleznodorozhnogo transporta. – 2020. – Т. 79. – № 1. – С. 34–38.

© В.В. Звягинцев, К.А. Лесникова, О.Ю. Звягинцева, В.А. Морозов, 2025

УДК 697.326-5

П.П. КОНДАУРОВ, В.В. ИВЛЕВ

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград

УЧЕТ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛА И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Ключевые слова: блочно-модульная котельная (БМК); индивидуальные тепловые пункты (ИТП); температура теплоносителя; теплогидравлические параметры; энергоустановка.

Аннотация. В статье рассматривается важность учета особенностей теплогидравлических параметров автономных источников тепла (АИТ) и индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) при совместном проектировании. Автор обращает внимание на температурный режим в обратном трубопроводе, постоянство расхода теплоносителя и совместимость оборудования. Особое внимание уделяется значимости этих факторов для обеспечения эффективной и безопасной работы системы теплоснабжения.

Целью исследования является анализ взаимного влияния теплогидравлических параметров работы АИТ и ИТП при проектировании комплекса энергоустановок.

Гипотеза исследования заключается в определении оптимальных технических решений для защиты энергоустановок от низкой температуры в обратном трубопроводе и обеспечении постоянного расхода в тепловой сети между источником теплоснабжения и индивидуальным тепловым пунктом.

Методы исследования: проведены теоретические исследования режимов работы блочно-модульной котельной и индивидуального теплового пункта на примере жилого комплекса, расположенного в городе Волгоград.

Результат исследования: рассмотренная в статье методика позволяет учесть значительное влияние температурного режима на безаварийную работу энергоустановок и оборудования в тепловом пункте, тем самым повышая качество проектных решений перед выполнением строительно-монтажных работ на объекте.

Объекты исследования

Объектом исследования является система автоматизации теплоснабжения жилого дома г. Волгоград, ул. Степана Разина, 25 при помощи блочно-модульной котельной (БМК) и индивидуального теплового пункта (ИТП).

Согласно паспорту блочно-модульной котельной БМК – 6 900 топливопотребляющими установками являются водогрейные котельные установки *VISSMANN Vitomax LW M22A*, мощностью 2 300 кВт в количестве трех штук. В техническом паспорте водогрейного котла указаны условия его эксплуатации (табл. 1).

В соответствии с «СП 89.13330.2016 Свод правил. Котельные установки» при необходимости поддержания постоянной температуры воды на входе в водогрейный котел следует предусматривать установку рециркуляционных насосов, которые могут входить в комплект поставки котла заводом-изготовителем или подбираться при проектировании в комплекте с трехходовым смесительным краном.

В свою очередь, пункт 15.41 предписывает, что для поддержания температуры после теплообменников отопления и вентиляции, горячего водоснабжения в заданных пределах необходимо устанавливать регуляторы на теплоносителях первичного контура. Тип регулятора (двух-, трехходовые) определяется проектом [1].

Для обеспечения безопасности предусматривается единый смешивающий насос при условии регулирования отопления с помощью смесительных клапанов, расположенных непосредственно в котельной. На рис. 1 приведена рекомендуемая схема [2].

Таблица 1. Условия эксплуатации

	Параметр	Требования/замечания
1	Объемный расход теплоносителя	Минимальный объемный расход теплоносителя не требуется
2	Температура обратной магистрали котла (минимальное значение): газ, жидкое топливо	55 °С, 50 °С
3	Минимальная температура котловой воды	70 °С
4	Максимальная разность температур. Для газа и жидкого топлива	50 °С

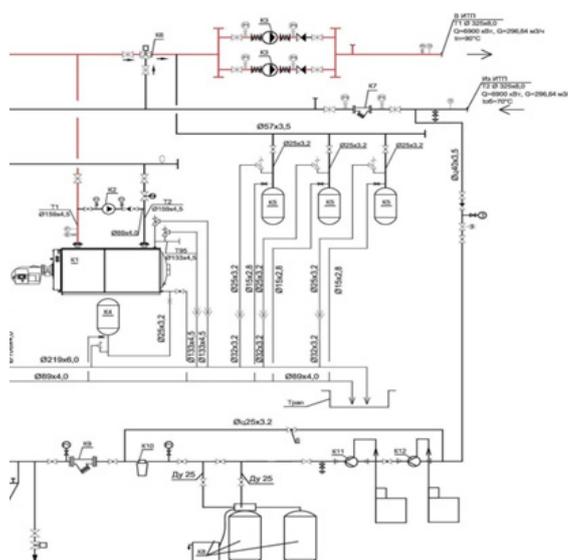


Рис. 1. Гидравлическая схема котельной

В соответствии с условиями, указанными в табл. 1 и на рис. 1, при виде топлива – газ по ГОСТ 64100-2016 [3], температура обратной магистрали котла должна составлять не менее 55 °С.

Использование двухступенчатой смешанной схемы присоединения теплообменников горячего водоснабжения (ГВС) к закрытой системе теплоснабжения при подключении к блочно-модульной котельной, работающей по графику 90/70 °С, нецелесообразно ввиду того, что после второй ступени ВПГ (В – водонагревательный, П – проточный, Г – газовый) температура теплоносителя будет составлять около 40 °С.

При смешивании с теплоносителем обратной магистрали системы отопления темпера-

тура смеси будет иметь значение меньше допустимого, т.е. котел будет вне рабочих параметров, поэтому в котельной следует устанавливать гидрострелку или двухступенчатую систему защиты котельных агрегатов с применением общего смесительного насоса.

При теплоснабжении от автономных и встроенных или крышных котельных рекомендуется предусматривать подключение потребителей тепловой энергии в зданиях через ИТП. При применении автономного источника теплоснабжения, где используется постоянное поддержание температуры без изменения количества теплоносителя, следует на вводе в ИТП установить трехходовой клапан для регулирования подачи тепла потребителю, тем самым будет обеспечено постоянство расхода в

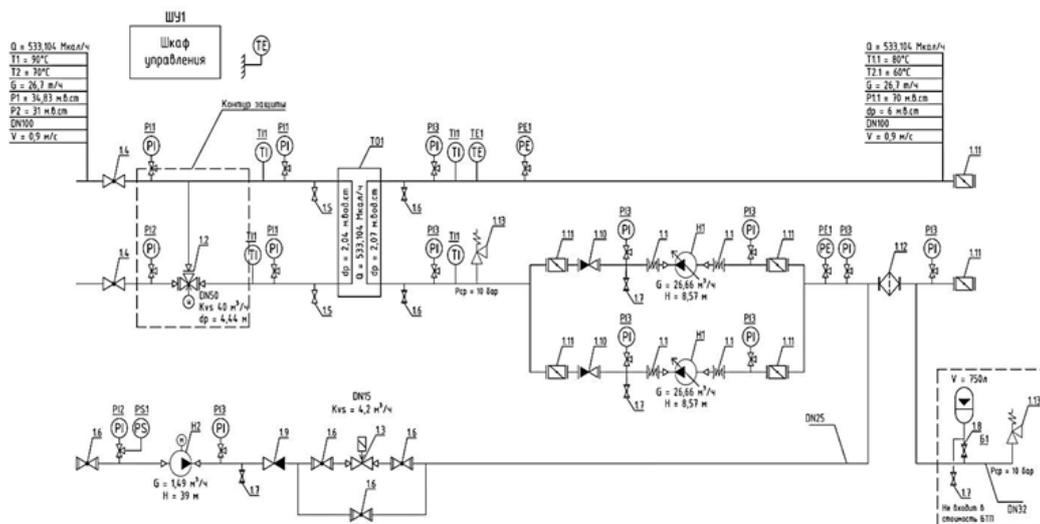


Рис. 2. Принципиальная схема модуля системы отопления

тепловой сети [4].

В нашем случае в ИТП перед теплообменным оборудованием на систему отопления устанавливается трехходовой клапан, который выполняет функцию поддержания постоянного расхода теплоносителя. Постоянный расход в сетевом контуре необходим для нормальной работы котельной. При закрытии регулирующего клапана отопления вода из подачи через переключку будет направляться в обратный трубопровод греющего контура без теплосъема. Таким образом, температура в трубопроводе греющего контура отопления будет подниматься до 90 градусов и затем использоваться в качестве греющего теплоносителя в первой ступени ГВС. А так как на первой ступени нет регулирующей арматуры, температура в ГВС будет значительно подниматься, что превысит допустимое значение (СП 30.13330.2020

пункт 5.1 «температуру горячей воды на выходе из ИТП здания следует принимать равной 65 °С») [5].

Авторами предложена схема с рекомендуемой обвязкой ИТП с использованием трехходового клапана в качестве защитного устройства от снижения расхода в тепловой сети, приведенная на рис. 2.

Заключение

Комплексный анализ позволил выявить наиболее подходящие технические решения при совместном проектировании автономных котельных и тепловых пунктов, которые позволяют обеспечить контроль температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе тепловой сети, а также поддержание постоянства его расхода.

Список литературы

1. СП 89.13330.2016 «Свод правил. Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76» (утв. Приказом Минстроя России от 16.12.2016 № 944/пр) (ред. от 15.12.2021).
2. Материалы для проектирования котельных и современных систем отопления Viessmann / А. Мировски, 2005. – С. 41–46.
3. ГОСТ 21563-2016. Котлы водогрейные. Общие технические требования.
4. СП510.1325800.2022. Тепловые пункты системы внутреннего теплоснабжения.
5. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий СНиП 2.04.01-85*.
6. Фоменко, М.И. Анализ методики расчета предохранительных клапанов, работающих в режиме истечения вскипающей жидкости / М.И. Фоменко, П.П. Кондауров // Перспективы науки. – 2024. – № 1(172). – С. 113–117.

References

1. SP 89.13330.2016 «Svod pravil. Kotel'nyye ustanovki. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP II-35-76» (utv. Prikazom Ministroya Rossii ot 16.12.2016 № 944/pr) (red. ot 15.12.2021).
2. Materialy dlya proyektirovaniya kotel'nykh i sovremennykh sistem otopeniya Viessmann / A. Mirovski, 2005. – S. 41–46.
3. GOST 21563-2016. Kotly vodogreynyye. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya.
4. SP510.1325800.2022. Teplovyye punkty sistemy vnutrennego teplosnabzheniya.
5. SP 30.13330.2020. Vnutrenniy vodoprovod i kanalizatsiya zdaniy SNiP 2.04.01-85*.
6. Fomenko, M.I. Analiz metodiki rascheta predokhranitel'nykh klapanov, rabotayushchikh v rezhime istecheniya vskipayushchey zhidkosti / M.I. Fomenko, P.P. Kondaurov // Perspektivy nauki. – 2024. – № 1(172). – С. 113–117.

© П.П. Кондауров, В.В. Ивлев, 2025

УДК 693.547.3

П.П. КОНДАУРОВ, Я.В. ШИШЛЯННИКОВ

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград

СИСТЕМА ОБОГРЕВА МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ НАБОРА ПРОЧНОСТИ

Ключевые слова: греющий трубопровод; система обогрева; температура выдержки; тепловой поток.

Аннотация. Целью исследования является разработка методики расчета систем обогрева железобетонных конструкций для ускорения набора прочности при отрицательных температурах. В качестве распределителя тепловой энергии по телу железобетонного элемента предлагается использовать систему полиэтиленовых трубопроводов с теплоносителем.

Предметом исследования выбраны расположение трубопроводов в теле конструкции, шаг труб, диаметр трубопроводов и температурный режим выдержки.

Методы исследования: проведены теоретические исследования процесса прогрева и поддержания температуры в монолитных железобетонных конструкциях с различными модулями поверхности.

Результат исследования: полученная методика позволяет выполнять расчет параметров укладки системы обогрева, определять параметры теплоносителя и тепловую мощность источника тепла.

В настоящее время в Российской Федерации осуществляется интенсивное строительство зданий и сооружений с использованием монолитно-каркасной технологии. Проведение бетонных работ в холодный период года ставит перед строителями задачу по обеспечению набора требуемой величины марочной прочности при отрицательных температурах.

К зимнему бетонированию относятся работы, выполняемые при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже 5 °С и минимальной суточной температуре ниже 0 °С.

Считается, что зимнее бетонирование может производиться при температуре воздуха до -40 °С [1]. Охлаждение бетонной смеси без противоморозных добавок до температуры ниже +2 °С ведет к прекращению процесса гидратации. Время набора марочной прочности при различной температуре смеси приведено на рис. 1.

Выбор технологии прогрева бетона зависит от вида конструкции, марки бетона и модуля поверхности охлаждения $M_{\text{п}}$, м^{-1} .

Бетонные конструкции с модулем поверхности охлаждения $M_{\text{п}} = 2-4 \text{ м}^{-1}$ бетонировать с использованием конвективного обогрева и быстротвердеющих цементов с противоморозными присадками.

Конструкции с $M_{\text{п}} = 4-6 \text{ м}^{-1}$ бетонировать с помощью предварительного разогрева бетонной смеси, нагревательных элементов в теле конструкции и греющей опалубки.

Последовательность циклов обогрева железобетонных конструкций представлена на рис. 2.

Наиболее энергоэффективным способом нагрева бетона является нагрев с помощью нагревательных элементов, внедренных непосредственно в тело конструкции. Чаще всего в качестве греющего элемента используют нагревательные провода.

Сущность способа заключается в передаче тепла бетону от нагретого провода, находящегося в теле прогреваемой конструкции, и дальнейшем распределении тепла вследствие теплопроводности. Существенными недостатками такого способа является трудность поддержания допустимого температурного градиента в теле конструкции, высокая температура нагревателя, малая площадь теплообмена.

В ряде случаев при ограниченном объ-

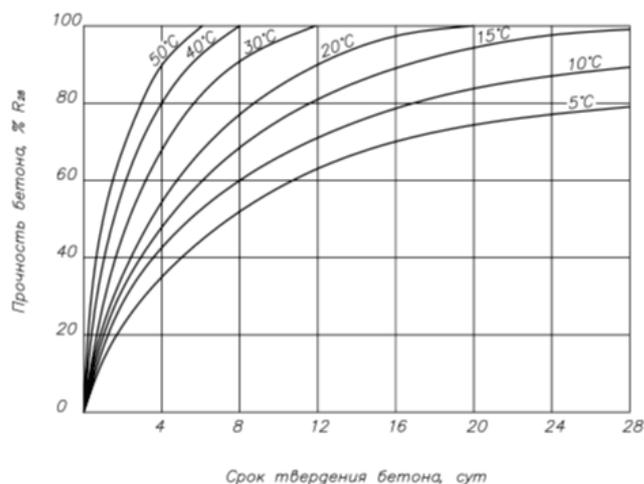


Рис. 1. График нарастания прочности бетона на портландцементе [2]

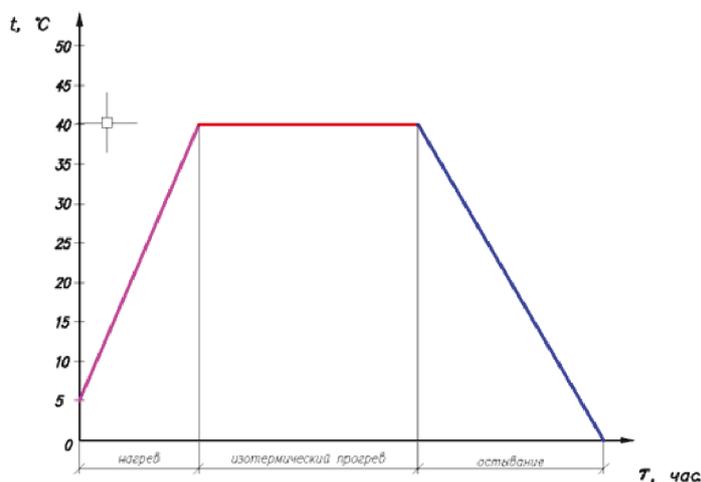


Рис. 2. Циклы обогрева железобетонных конструкций [2]

еме выделенной электрической мощности на строительной площадке отсутствует возможность использовать электрообогрев. В качестве альтернативного способа может быть применен обогрев за счет распределения тепловой энергии по полиэтиленовым трубопроводам с помощью теплоносителя.

Мощность источника тепла определяется из баланса:

$$Q_{\text{тепл}} \geq Q_{\text{огр}} + Q_{\text{н.о.}} + Q_{\text{н.б.}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{огр}}$ – потери тепла через наружные ограждения (опалубку, изоляцию), Вт; $Q_{\text{н.о.}}$ – расход тепла на нагревание поверхности кон-

струкций (щитов опалубки), Вт; $Q_{\text{н.б.}}$ – расход тепла на прогрев бетона, Вт.

Длину трубопроводов одного потока можно определить по выражению:

$$L = \frac{Q_{\text{хот}}}{m \cdot f \cdot k_{\tau} \cdot \Delta t_{\text{ср}}}, \quad (2)$$

где f – удельная площадь трубопровода, $\text{м}^2/\text{м}$; k_{τ} – коэффициент теплопередачи от теплоносителя к бетону, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; $\Delta t_{\text{ср}}$ – среднелогарифмическая температура между температурой теплоносителя и бетона, °C .

Удельная требуемая мощность, приходя-



Рис. 3. Зависимость изменения длины трубопровода от его диаметра, при прочих равных условиях

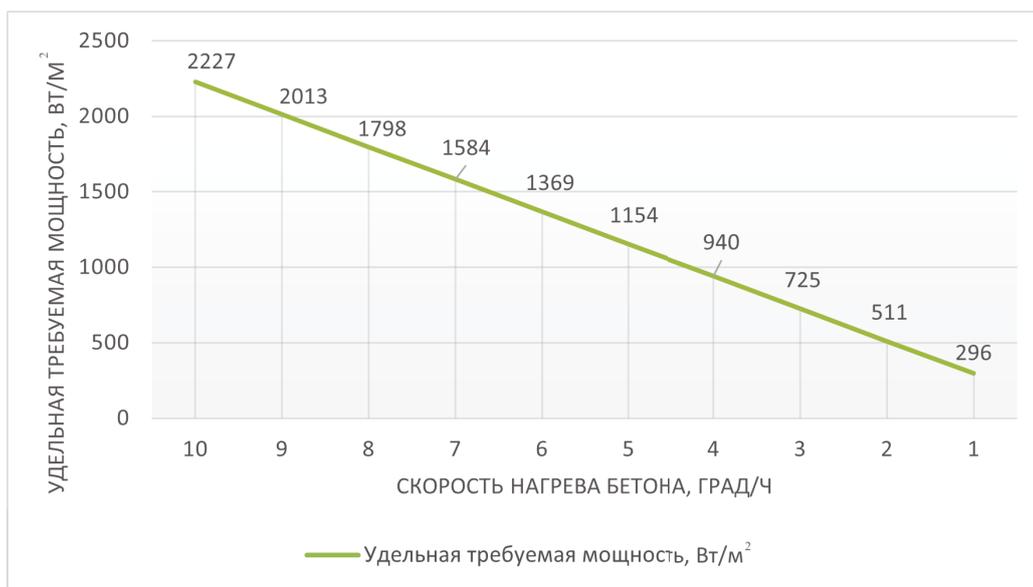


Рис. 4. Зависимость изменения удельной требуемой мощности от скорости нагрева бетона, при прочих равных условиях

щаяся на единицу площади прогреваемой конструкции, Вт/м², может быть определена по выражению:

$$P_{уд} = \frac{Q_{тепл}}{F}, \quad (3)$$

где F – определяющая площадь конструкции, м² (для плоских поверхностей принимается равной односторонней площади).

В качестве основного трубопровода, исходя

из экономической целесообразности, рекомендуется принимать трубу 16x2,2, так как увеличение калибра приводит к снижению общей длины змеевика не более чем на 6 %, при этом в стоимостном выражении затраты увеличиваются в среднем на 37 %. Связано это с ростом термического сопротивления стенки трубы и, как следствие, к уменьшению коэффициента теплопередачи от теплоносителя к бетону в среднем на 16 %.

Наиболее существенное влияние на тепло-

вую мощность источника и параметры обогревающего трубопровода (при прочих равных условиях) оказывает скорость нагрева бетона. При уменьшении темпа нагрева с максимального значения 10 град/ч (для элементов с модулем поверхности $M_{\text{п}} = 6-10 \text{ м}^{-1}$) до 1 град/ч удельная требуемая мощность уменьшается в восемь раз. По мнению авторов, с целью уменьшения тепловой мощности теплогенератора и длины трубопроводов темп нагрева должен быть обеспечен на минимально возмож-

ном уровне с учетом достижения критической прочности к моменту распалубки конструкции.

Замена греющего кабеля трубопроводом из сшитого полиэтилена позволяет увеличить шаг прокладки греющего проводника, облегчает регулирование температуры прогрева конструкции, исключает возможность поражения электрическим током, позволяет в дальнейшем использовать трубопровод для прокладки коммуникаций или в качестве отопительного элемента.

Список литературы

1. СП 435.1325800.2018. Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ. – М. : Стандартинформ, 2019. – 77 с.
2. МДС 12-48.2009 Зимнее бетонирование с применением нагревательных проводов / ЗАО «ЦНИИОМТП». – М. : ОАО «ЦПП», 2009.
3. ТР 80-98. Технические рекомендации по технологии бетонирования безобогревным способом монолитных конструкций с применением термоса и ускоренного термоса / Правительство Москвы. Комплекс перспективного развития города. – М., 1998.
4. Молодин, В.В. Бетонирование монолитных строительных конструкций в зимних условиях : монография / В.В. Молодин, Ю.В. Лунев ; науч. ред. Ю.А. Попов ; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2006. – 300 с.

References

1. SP 435.1325800.2018. Konstruktsii betonnyye i zhelezobetonnyye monolitnyye. Pravila proizvodstva i priyemki rabot. – M. : Standartinform, 2019. – 77 s.
2. MDS 12-48.2009 Zimneye betonirovaniye s primeneniyyem nagrevatel'nykh provodov / ZAO «TSNIIOMTP». – M. : ОАО «TSPP», 2009.
3. TR 80-98. Tekhnicheskiye rekomendatsii po tekhnologii betonirovaniya bezobogrevnym sposobom monolitnykh konstruksiy s primeneniyyem termosа i uskorennoгo termosа / Pravitel'stvo Moskvу. Kompleks perspektivnogo razvitiya goroda. – M., 1998.
4. Molodin, V.V. Betonirovaniye monolitnykh stroitel'nykh konstruksiy v zimnikh usloviyakh : monografiya / V.V. Molodin, YU.V. Lunev ; nauch. red. YU.A. Popov ; Federal'noye agentstvo po obrazovaniyu Rossiyskoy Federatsii, Novosibirskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitel'nyy universitet. – Novosibirsk : Novosibirskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitel'nyy universitet (Sibstrin), 2006. – 300 s.

© П.П. Кондауров, Я.В. Шишлянников, 2025

УДК 664:004.89

М.В. ГОНЧАРОВ, А.Д. БОХАНОВ, А.С. ТЕРЕХОВ

Смоленский филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Ключевые слова: автоматизированная сортировка; инструменты, искусственный интеллект; методы; оптимизация цепочки поставок; пищевая промышленность; преимущества; сокращение пищевых отходов.

Аннотация. Алгоритмы на основе искусственного интеллекта (ИИ) способны улучшать управление запасами, прогнозировать потребительский спрос и автоматизировать контроль качества. Применяя ИИ и машинное обучение, компании в данной области могут улучшить свою операционную эффективность, оптимизировать процесс принятия решений и предлагать новые продукты и услуги. Соответственно, целью научной статьи являются изучение различных аспектов применения технологий искусственного интеллекта в пищевой промышленности и оценка важности их интеграции в отрасль. Для достижения намеченной цели необходимо решение ряда ключевых задач: произвести исследование использования искусственного интеллекта в сфере питания, оценить потенциал внедрения нечеткой логики в данной отрасли, проанализировать роль искусственных нейронных сетей, а также акцентировать внимание на использовании технологий машинного зрения на базе искусственного интеллекта. Гипотеза предполагает, что искусственный интеллект и машинное обучение помогают прогнозировать потенциальные точки пищевых отходов в цепочке поставок. Выявляя неэффективность в области отходов, компании могут принять упреждающие меры по сокращению потерь продуктов питания и повышению устойчивости. Методами

исследования послужили анализ, синтез, технологии искусственного интеллекта. В итоге были разработаны рекомендации по применению искусственного интеллекта в пищевой промышленности.

Введение

Искусственный интеллект (ИИ – AI) – область информатики, воспроизводящая мыслительные процессы, обучение и накопление знаний человека. ИИ применяется в игровой сфере, промышленности, медицине, прогнозировании погоды, анализе данных и других областях [1]. Для реализации задач используются алгоритмы: машинное обучение, экспертные системы, нечеткая логика, искусственные нейронные сети и др. ИИ способствует принятию решений, снижению затрат, улучшению качества продукции и повышению рентабельности.

В пищевой промышленности ИИ оптимизирует производство, повышает качество продукции и анализирует потребительские предпочтения, помогая адаптироваться к рынку [2].

Автоматизация процессов, таких как контроль качества и управление запасами, снижает человеческий фактор и ошибки. Интеграция ИИ позволяет прогнозировать тенденции, что помогает компаниям оперативно реагировать на изменения спроса [6].

Основные результаты

Проанализируем ключевые направления

применения искусственного интеллекта и машинного обучения в пищевой промышленности и производстве напитков.

1. Контроль качества и безопасность продуктов питания: *AI* и машинное обучение анализируют данные с датчиков и камер для выявления дефектов, примесей и нарушений, обеспечивая высокий уровень безопасности и качества в реальном времени [3].

2. Прогнозирование обслуживания: *AI* предсказывает поломки оборудования и потребности в техобслуживании, анализируя исторические данные и показания сенсоров, что снижает время бездействия и минимизирует перебои.

3. Оптимизация поставок: *AI* анализирует данные по цепочке поставок, включая запасы, маршруты и прогнозы спроса, улучшая логистику, сокращая расходы и повышая эффективность.

4. Индивидуальные рекомендации: *AI* обрабатывает данные о клиентах, их покупках и предпочтениях, предоставляя персонализированные предложения, что повышает обслуживаемость и лояльность.

5. Прогнозирование потребительского спроса: *AI* изучает исторические продажи и тренды в соцсетях для точного прогноза спроса, позволяя компаниям настраивать производство и запасы, снижая излишки.

6. *AI* оптимизирует рецепты, анализируя предпочтения потребителей и пищевую ценность, а также используется для сенсорного анализа вкуса, текстуры и аромата продуктов, улучшая рецепты и качество, автоматизирует сортировку продуктов по размеру, цвету и качеству, снижая затраты, помогает сократить пищевые отходы, выявляя проблемы в цепочке поставок [4].

7. *AI*-чат-боты упрощают клиентское обслуживание, обеспечивая мгновенные ответы.

Блокчейн обеспечивает прозрачность и безопасность в цепочке поставок, отслеживая происхождение продуктов, управляя отзывами, проверяя соответствие поставщиков, борясь с подделками и защищая данные криптографически. Это повышает доверие потребителей, предоставляя проверяемую информацию о происхождении, методах производства и безопасности продуктов [5].

Смарт-контракты автоматизируют контроль качества, используя данные *IoT* для про-

активного управления. Блокчейн также фиксирует экологически чистые и этичные практики, обеспечивая соответствие принципам *Fair Trade* и экологичным методам [7]. Прозрачность данных облегчает аудит и соблюдение нормативов, позволяя компаниям демонстрировать соответствие стандартам.

С растущим интересом потребителей к безопасности продуктов и запросом на прозрачность в цепочках поставок блокчейн в аграрном секторе и пищевой промышленности имеет значительный потенциал роста. По данным *Data Bridge Market Research*, ожидается, что мировой рынок блокчейн-технологий в сельском хозяйстве и продовольствии будет расти на 32,0 % в год с 2021 по 2028 гг.

Заключение

Подводя итоги вышеизложенного, можно утверждать, что внедрение искусственного интеллекта в пищевую отрасль создает новые возможности для повышения производственной эффективности и качества. Прежде всего использование ИИ помогает оптимизировать управление цепочками поставок.

Предиктивные аналитические системы позволяют наладить запас сырья, сводя к минимуму потери и снижая затраты.

Второй важный аспект – это автоматизация контроля качества. Системы на основе машинного обучения способны анализировать и выявлять несоответствия в процессе производства, что делает возможным быстрое реагирование на потенциальные дефекты.

Некоторые компании уже применяют алгоритмы для предсказания потребительских предпочтений, что позволяет лучше планировать производство и уменьшать избыток товаров.

В сочетании с *IoT*-устройствами ИИ помогает собирать и анализировать данные в реальном времени, что дает более полное представление о процессах потребления.

И наконец, использование искусственного интеллекта может значительно ускорить инновации в создании новых продуктов, предлагая современные рецепты и комбинации ингредиентов, соответствующие рыночным тенденциям и предпочтениям клиентов. Внедрение таких новшеств становится ключевым для сохранения конкурентоспособности в пищевой промышленности.

Список литературы

1. Марченкова, Е.Р. Технологическая схема классификации данных лазерного сканирования поверхности земли / Е.Р. Марченкова, Е.А. Сазонова // Место и роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности страны : сборник материалов международной научной конференции, Смоленск, 09 декабря 2022 года. Том 4. – Смоленск : Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2022. – С. 94–103.
2. Сазонова, Е.А. Аналитический обзор экономического эффекта и результативности концепции цифрового сельского хозяйства / Е.А. Сазонова, Е.Р. Марченкова // Органическое сельское хозяйство – перспективы развития : МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ (С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ), Махачкала, 28–29 октября 2021 года. – Махачкала : Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2021. – С. 304–309.
3. Сазонова, Е.А. Цифровые модели местности. Оценка прогресса в развитии способов и средств исследования поверхности земли / Е.А. Сазонова, Е.Р. Марченкова // Место и роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности страны: сборник материалов международной научной конференции, Смоленск, 09 декабря 2022 года. Том 4. – Смоленск : ФГБОУ ВО СГСХА, 2022. – С. 180–187.
4. Сазонова, Е.А. Предметное разграничение качества товара и качества услуг / Е.А. Сазонова, Е.Р. Марченкова // Глобальный научный потенциал. – 2018. – № 4(85). – С. 59–61.
5. Сазонова, Е.А. Тенденции и перспективы развития российского рынка мясной продукции в условиях пандемии новой коронавирусной инфекции / Е.А. Сазонова, Е.Р. Марченкова // Актуальные вопросы экономики и управления, Смоленск, 21–22 октября 2021 года. – Смоленск : Издательство «Маджента», 2021. – С. 395–398.
6. Теленкова, О.В. Тенденции и перспективы развития консолидации регионального рынка страховых услуг / О.В. Теленкова, Е.Р. Марченкова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 5-1(47). – С. 168–170.
7. Тимчук, Е.Г. Применение искусственного интеллекта в пищевой промышленности / Е.Г. Тимчук // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2022. – Т. 61. – № 3. – С. 21–42.

References

1. Marchenkova, Ye.R. Tekhnologicheskaya skhema klassifikatsii dannykh lazernogo skanirovaniya poverkhnosti zemli / Ye.R. Marchenkova, Ye.A. Sazonova // Mesto i rol' agrarnoy nauki v obespechenii prodovol'stvennoy bezopasnosti strany : sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Smolensk, 09 dekabrya 2022 goda. Tom 4. – Smolensk : Smolensk: FGBOU VO Smolenskaya GSKHA, 2022. – S. 94–103.
2. Sazonova, Ye.A. Analiticheskiy obzor ekonomicheskogo effekta i rezul'tativnosti kontseptsii tsifrovogo sel'skogo khozyaystva / Ye.A. Sazonova, Ye.R. Marchenkova // Organicheskoye sel'skoye khozyaystvo – perspektivy razvitiya : MATERIALY VSEROSSIYSKOY NAUCHNO-PRAKTICHESKOY KONFERENTSII (S MEZHDUNARODNYM UCHASTIYEM), Makhachkala, 28–29 oktyabrya 2021 goda. – Makhachkala : Dagestanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im. M.M. Dzhambulatova, 2021. – S. 304–309.
3. Sazonova, Ye.A. Tsifrovyye modeli mestnosti. Otsenka progressa v razvitii sposobov i sredstv issledovaniya poverkhnosti zemli / Ye.A. Sazonova, Ye.R. Marchenkova // Mesto i rol' agrarnoy nauki v obespechenii prodovol'stvennoy bezopasnosti strany: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Smolensk, 09 dekabrya 2022 goda. Tom 4. – Smolensk : FGBOU VO SSGSKHA, 2022. – S. 180–187.
4. Sazonova, Ye.A. Predmetnoye razgranicheniye kachestva tovara i kachestva uslug / Ye.A. Sazonova, Ye.R. Marchenkova // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2018. – № 4(85). – S. 59–61.
5. Sazonova, Ye.A. Tendentsii i perspektivy razvitiya rossiyskogo rynka myasnoy produktsii v usloviyakh pandemii novoy koronavirusnoy infektsii / Ye.A. Sazonova, Ye.R. Marchenkova //

Aktual'nyye voprosy ekonomiki i upravleniya, Smolensk, 21–22 oktyabrya 2021 goda. – Smolensk : Izdatel'stvo «Madzhenta», 2021. – S. 395–398.

6. Telenkova, O.V. Tendentsii i perspektivy razvitiya konsolidatsii regional'nogo rynka strakhovykh uslug / O.V. Telenkova, Ye.R. Marchenkova // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2016. – № 5-1(47). – S. 168–170.

7. Timchuk, Ye.G. Primeneniye iskusstvennogo intellekta v pishchevoy promyshlennosti / Ye.G. Timchuk // Nauchnyye trudy Dal'rybvтуza. – 2022. – Т. 61. – № 3. – S. 21–42.

© М.В. Гончаров, А.Д. Боханов, А.С. Терехов, 2025

УДК 658.5:004.89

М.Д. ДУДНИК, М.Б. СУХАНОВ

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

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ключевые слова: искусственный интеллект; машиностроение; организация производства; стандартизация; управление качеством продукции.

Аннотация. Целью данной статьи является обзор и анализ подходов к управлению качеством продукции в машиностроении. Задачи исследования:

- 1) выявить наиболее актуальные вопросы стандартизации на промышленном предприятии;
- 2) рассмотреть назначение статистических методов в управлении качеством продукции;
- 3) проанализировать основные подходы к применению методов машинного обучения в управлении качеством машиностроительной продукции.

Основной метод исследования – контент-анализ научной литературы. Новизна исследования обусловлена необходимостью более широкого применения машинного обучения в управлении качеством продукции. Практическая значимость работы заключается в возможности снизить издержки производства за счет применения нейросетей при организации производственных процессов.

Результаты: актуальной задачей промышленных предприятий является стандартизация маркировки выпускаемой продукции, деталей и комплектующих. Широкий арсенал статистических методов позволяет оценить качество промышленной продукции определенного вида по конкретному показателю, анализировать качество производства деталей машиностроения, отслеживать ход производственного процесса и воздействовать на него, оценивать риски и причины отказа оборудования.

Внедрение технологий искусственного ин-

теллекта в основном направлено на решение следующих задач: оптимизация технологических процессов, повышение эффективности работы оборудования, оптимизация распределения рабочих ресурсов, оперативное выявление дефектов производства и предотвращение простоев в работе машин, анализ работы и прогнозирование отказов оборудования.

Введение

Машиностроение фокусируется на разработке, проектировании и производстве машин, механизмов и оборудования для выполнения различных задач [5]. Развитие Индустрии 4.0 сопровождается переходом к управлению сложными структурированными совокупностями знаний, связанными с ними объектами и, как следствие, трансформацией моделей управления при организации производства и контроле качества продукции на машиностроительных предприятиях. Несмотря на большое число публикаций в сфере обеспечения качества, тематика поддержки принятия решений в данной области исследована слабо [4].

Качество продукции машиностроительных предприятий во многом предопределено степенью зрелости применяемых на них процессов, связанных с качеством (контроль, улучшение, планирование). В стандарте *ISO 9000-2015* качество продукции и услуг организации определяется способностью удовлетворять потребителей и преднамеренным или непреднамеренным влиянием на соответствующие заинтересованные стороны. В концепции всеобщего управления качеством – *Total Quality Control (TQC)* – оно рассматривается не как конечный



Рис. 1. Области применения методов статистики в управлении качеством продукции в машиностроении

результат производства изделия, а на каждом этапе его создания. При этом контроль качества осуществляется последовательно в несколько этапов. Дальнейшее развитие концепции *TQC* связано с применением причинно-следственной диаграммы Исикавы (диаграмма из рыбьих костей) для поиска и визуализации причин (в том числе и показателей качества), которые приводят к проблеме.

Для анализа и управления качеством продукции в машиностроении в основном применяются статистические методы. Машинное обучение во многом основано на методах математической статистики, но не только на них. Его модели предназначены для максимально точного прогнозирования, а статистические модели – для исследования взаимосвязи между переменными.

Материалы и методы

По теме исследования был выполнен поиск литературы в ноябре и декабре 2024 г. в научной электронной библиотеке *eLibrary* и на портале <https://www.researchgate.net>. Следующим этапом стал контент-анализ найденных и отобранных публикаций.

Статистические методы в маркировке продукции

Ключевым инструментом для сокращения стоимости жизненного цикла и ускорения цикла инноваций является внедрение идентификации и прослеживаемости с помощью маркировки машиностроительной продукции [9]. Это особенно важно при выполнении государственных оборонных заказов. В системах идентификации машиностроительной продукции маркировке подлежат узлы, агрегаты и

комплектующие. Необходимым условием маркировки является уникальность кодирования. Статистический анализ позволяет исследовать изменения, связанные с маркировкой товаров. На маркировку изделий машиностроения распространяется ГОСТ 26828-86.

Статистические методы в управлении качеством промышленной продукции

К основным направлениям применения статистических методов в машиностроительном производстве [3] целесообразно отнести и прогнозирование качества продукции (рис. 1).

Поведение любого показателя качества может быть описано математической моделью с помощью закона распределения случайной величины, а моделирование процесса осуществлено с помощью теоретических уравнений, либо с помощью статистической обработки фактических данных [6].

Разновидностью статистических методов являются методы частотного анализа. Построение гистограммы позволяет оценить качество продукции определенного вида (марки, модели) по конкретному показателю качества. На гистограмме по оси абсцисс показываются величины границ интервалов группирования, а по оси ординат – частоту попадания измеренной величины в эти интервалы. На гистограмме оценки качества продукции высота столбиков на гистограмме соответствует проценту выпуска продукции определенного вида, а в подписях на горизонтальной оси указывается название вида продукции (марка или модель). Один из столбиков показывает процент брака среди всех анализируемых видов продукции. Вывод о качестве технологического процесса может быть сделан путем сравнения заданного процента выпуска продукции конкретного вида с про-

центом выпуска продукции, полученным расчетным путем. Обычно требуется, чтобы процент выпуска продукции был не менее заданного значения. Важным является и процент брака. По построенной гистограмме можно сделать вывод о виде закона распределения рассматриваемого показателя качества, который с точки зрения математической статистики представляет собой случайную величину.

К методам, применяемым для анализа качества производства деталей машиностроения, относятся заполнение контрольных листов (контрольных карт Шухарта), частотный анализ содержащихся в нем данных, построение кумулятивной кривой и диаграммы Парето с выполнением *ABC*-анализа.

При наличии данных о дефектах продукции и процессе производства анализ причин и последствий отказов может осуществляться методом *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*. Он позволяет проанализировать уровень качества при производстве машиностроительных деталей с учетом требований заказчика, например, сборочных деталей для автомобильной промышленности [2]. *FMEA* можно считать статистическим методом, поскольку в его методологии применяют различные статистические инструменты анализа качества (контрольные листки, контрольные карты, гистограммы, диаграммы Парето, диаграммы разброса, группировку данных по общим признакам, контрольные карты). В работе [8] предложена методология управления рисками на основе *FMEA*-анализа и метода «галстук-бабочка».

Машинное обучение в управлении качеством продукции

Машинное обучение применяется для классификации, прогнозирования и кластеризации [4]. Классификация подразумевает отнесение объекта к заранее известному классу. Предсказание значения некоторой характеристики объекта, процесса или явления – это задача прогнозирования. Оно может осуществляться с помощью как регрессионного анализа, так и нейросетей. В последнем случае есть возможность обрабатывать большие объемы данных, работать с входными данными параллельно, находить закономерности. Качество прогнозирования с помощью нейросети зависит от объема обучающей выборки.

Кластеризация (кластерный анализ) – это

разбиение элементов некоторого множества на группы (кластеры), состоящие из похожих друг на друга объектов. Состав этих групп до кластеризации неизвестен.

В управлении качеством продукции возможна, например, такая роль машинного обучения: на этапе классификации идентификация причины дефекта с помощью диаграммы Исикавы [4]. Затем система поддержки принятия решений может выдавать рекомендации по его устранению и предотвращению подобных дефектов.

Современный этап развития подходов к управлению качеством продукции в машиностроении обусловлен способностью искусственных нейронных сетей быстро обрабатывать большие объемы данных и извлекать из них полезную информацию.

Технологии искусственного интеллекта в машиностроении при успешном применении позволяют решать следующие задачи: поиск оптимальных режимов технологических процессов; оптимизация распределения ресурсов; сокращение затрат времени на производство; оперативное выявление дефектов; прогнозирование отказов оборудования.

Прогнозирование может выполняться как классическими методами математической статистики, так и с помощью машинного обучения. Задачам прогнозирования часто предшествует кластеризация объектов на группы (разделение на группы). Это обусловлено тем, что прогнозирование целесообразно для однородных групп, то есть для групп, содержащих объекты, сходные по одному или нескольким признакам. Например, для прогнозирования потребности в металлорежущем и кузнечно-прессовом оборудовании была предложена система его кластеризации, предполагающая комплексную группировку станочного оборудования по технологическим, техническим, эргономическим, экономическим и прочим признакам [10]. Эта система предназначена быть инструментом в управлении моделью балансировки спроса и предложения на оборудование.

В работе [4] представлен программный код (в роли шаблона) для оценки качества продукции. Анализ этого кода, написанного на языке *Python*, позволяет сделать вывод о том, что в нем подключаются библиотеки *NumPy*, *TensorFlow* и *Keras*.

Библиотека *NumPy* (сокращенно от *Numerical Python*) предназначена для работы с

многомерными массивами, позволяет выполнять различные операции с матрицами любой размерности. Это библиотека с открытым исходным кодом.

Назначение фреймворка *TensorFlow* – построение и тренировки нейронной сети для автоматического поиска образов и их классификации на основе глубокого машинного обучения. В основном *API* для работы с этой библиотекой реализованы для *Python*, но есть реализации и для других языков программирования. Модели в *TensorFlow* представлены в виде графов, состоящих из вершин и путей между ними.

Программная библиотека *Keras* обеспечивает возможность взаимодействия пользователя с искусственными нейросетями при настройке параметров слоев в модели, обработки ввода и вывода данных, преобразования информации, поступающей на вход модели, подборки наборов данных (*data sets*), виртуализации моделей и подготовки их к работе, обучения, тестирования, сборки и запуска программно-реализованной нейросети.

Для выбора архитектуры нейросети и ее машинного обучения необходимы данные о качестве продукции. Алгоритм выбора нейросети для определения качества продукции приведен в работе [5].

Оценку качества продукции можно рассматривать как задачу классификации объектов. Среди методов, применяемых для этого, отметим алгоритм *K*-ближайших соседей (*K-Nearest Neighbors (KNN)*) в связи с тем, что он часто применяется и оказался более точным по сравнению с такими методами классификации и регрессии, как «случайный лес» или *Random Forest (RF)* и градиентный бустинг на деревьях *XGBoost* [1]. Применение алгоритмов машинного обучения для классификации объектов позволяет решать задачу оценки качества продукции автоматически.

Задача классификации объектов является

задачей выбора принадлежности объекта к одному из нескольких классов. Такой выбор осуществляется обычно по нескольким критериям. Альтернативный применению нейросетей подход для решения задачи многокритериального выбора возможен на основе экспертных оценок и метода анализа иерархий (метода Саати) [11].

Следует отличать метрики для оценки качества продукции от метрик для оценки качества обучения нейронной сети. Метрики для оценки качества продукции зависят от ее назначения. Для оценки качества обучения нейросети, как правило, применяются следующие метрики: точность (*accuracy*), полнота (*recall*), точность (*precision*), *F*-метрика (*F1-score*).

Задачи классификации, прогнозирования и кластеризации могут решаться и без программирования с помощью такого программного обеспечения, как *Loginom (ETL-платформа уровня предприятия, российская разработка)*. Из приложений с открытым кодом, предназначенных для анализа данных, отметим аналитическую платформу *Knime Analytics Platform*.

Заключение

Дальнейшее развитие подходов к управлению качеством продукции, стандартизации и организации производства предполагает применение как методов математической статистики, так и искусственных нейронных сетей и их глубокого обучения, что может привести к повышению уровня цифровизации предприятий. При внедрении искусственного интеллекта в машиностроение необходимо учитывать вопросы безопасности человека, общества, государства и оборудования, приватности персональных данных и этические аспекты. Эти вопросы и аспекты необходимо принимать во внимание при формировании корпоративных стратегий машиностроительных предприятий и планировании инновационной деятельности.

Список литературы

1. Cengel, T.A. Classification of Orange Features for Quality Assessment Using Machine Learning Methods / T.A. Cengel, B. Gencturk, E.T. Yasin, M.B. Yildiz, I. Cinar, O. Ozbek, M. Koklu // *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*. – 2024. – No. 38(3). – P. 403–413.
2. Stasiak-Betlejewska, R. The Product and Process Quality Level Analysis in the Automotive Elements Production Management / R. Stasiak-Betlejewska, A. Baloch // *Management Systems in Production Engineering*. – 2024. – No. 32. – P. 514–524.
3. Гузанов, Б.Н. Статистические методы анализа и управления качеством машиностроитель-

ной продукции / Б.Н. Гузанов, А.С. Кривоногова // Техническое регулирование в едином экономическом пространстве : Сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Екатеринбург, 20 мая 2020 года / Под научной редакцией Б.Н. Гузанова. – Екатеринбург : Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2020. – С. 69–79.

4. Конев, К.А. Использование методов машинного обучения в задачах принятия решений при обеспечении качества в приборостроении / К.А. Конев // Экономика. Информатика. – 2022. – Т. 49. – № 4. – С. 820–832.

5. Ляпунцова, Е.В. Исследование и выбор нейронной сети для определения качества продукции / Е.В. Ляпунцова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 2. – С. 36–40.

6. Мартышкин, А.П. Статистические методы в системе управления качеством продукции машиностроения / А.П. Мартышкин, А.М. Майоров // Эпоха науки. – 2024. – № 37. – С. 56–61.

7. Новикова, Т.А. Эволюция подходов к управлению качеством продукции машиностроения / Т.А. Новикова, Е.В. Ляпунцова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 2. – С. 571–575.

8. Полякова, К.А. Управление рисками процесса контроля качества выпускаемой продукции / К.А. Полякова, И.А. Манакова // Управленческий учет. – 2023. – № 11-2. – С. 396–404.

9. Сафронов, О.Е. Организационно-экономическая модель решения проблемы внедрения передового инструментария маркировки и прослеживаемости узлов, агрегатов и комплектующих изделий в целях оптимизации стоимости жизненного цикла машиностроительной продукции / О.Е. Сафронов // Экономическое развитие России. – 2024. – Т. 31. – № 4. – С. 29–34.

10. Система кластеризации оборудования в прогнозировании потребности предприятий машиностроения России в металлорежущем и кузнечно-прессовом оборудовании / К.С. Еленев, Т.Б. Малкова, Ю.Я. Еленева, С.А. Кудряшов // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14. – № 4. – С. 1483–1504.

11. Суханов, М.Б. Критериальный анализ при выборе конструктора многофункционального чат-бота для автоматизации HR-процессов на предприятиях текстильной и легкой промышленности / М.Б. Суханов, В.С. Пузырева // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 1(127). – С. 69–77.

References

3. Guzanov, B.N. Statisticheskiye metody analiza i upravleniya kachestvom mashinostroitel'noy produktsii / B.N. Guzanov, A.S. Krivonogova // Tekhnicheskoye regulirovaniye v yedinom ekonomicheskom prostranstve : Sbornik statey VII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, Yekaterinburg, 20 maya 2020 goda / Pod nauchnoy redaktsiyey B.N. Guzanova. – Yekaterinburg : Rossiyskiy gosudarstvennyy professional'no-pedagogicheskiy universitet, 2020. – S. 69–79.

4. Konev, K.A. Ispol'zovaniye metodov mashinnogo obucheniya v zadachakh prinyatiya resheniy pri obespechenii kachestva v priborostroyenii / K.A. Konev // Ekonomika. Informatika. – 2022. – T. 49. – № 4. – S. 820–832.

5. Lyapuntsova, Ye.V. Issledovaniye i vybor neyronnoy seti dlya opredeleniya kachestva produktsii / Ye.V. Lyapuntsova // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskkiye nauki. – 2024. – № 2. – S. 36–40.

6. Martyshkin, A.P. Statisticheskiye metody v sisteme upravleniya kachestvom produktsii mashinostroyeniya / A.P. Martyshkin, A.M. Mayorov // Epokha nauki. – 2024. – № 37. – S. 56–61.

7. Novikova, T.A. Evolyutsiya podkhodov k upravleniyu kachestvom produktsii mashinostroyeniya / T.A. Novikova, Ye.V. Lyapuntsova // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskkiye nauki. – 2024. – № 2. – S. 571–575.

8. Polyakova, K.A. Upravleniye riskami protsesssa kontrolya kachestva vypuskayemoy produktsii / K.A. Polyakova, I.A. Manakova // Upravlencheskiy uchet. – 2023. – № 11-2. – S. 396–404.

9. Safronov, O.Ye. Organizatsionno-ekonomicheskaya model' resheniya problemy vnedreniya

peredovogo instrumentariya markirovki i proslezhivayemosti uzlov, agregatov i komplektuyushchikh izdeliy v tselyakh optimizatsii stoimosti zhiznennogo tsikla mashinostroitel'noy produktsii / O.Ye. Safronov // Ekonomicheskoye razvitiye Rossii. – 2024. – T. 31. – № 4. – S. 29–34.

10. Sistema klasterizatsii oborudovaniya v prognozirovanii potrebnosti predpriyatiy mashinostroyeniya Rossii v metallorazrabotke i kuznechno-pressovom oborudovanii / K.S. Yelenev, T.B. Malkova, YU.YA. Yeleneva, S.A. Kudryashov // Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo. – 2024. – T. 14. – № 4. – S. 1483–1504.

11. Sukhanov, M.B. Kriterial'nyy analiz pri vybore konstruktora mnogofunktsional'nogo chatbota dlya avtomatizatsii HR-protsessov na predpriyatiyakh tekstil'noy i legkoy promyshlennosti / M.B. Sukhanov, V.S. Puzyreva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 1(127). – S. 69–77.

© М.Д. Дудник, М.Б. Суханов, 2025

УДК 658.562

С.А. СУМБУРОВ, Л.М. ОВЕЧКИН

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»;

АО «НПО «Техномаш» имени С.А. Афанасьева», г. Москва

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНУТРЕННЕГО АУДИТА СМК

Ключевые слова: внутренний аудит; информационное моделирование; мероприятия; оптимизация; система менеджмента качества.

Аннотация. Статья посвящена анализу процесса внутреннего аудита системы менеджмента качества (СМК), а также методам и инструментам информационного моделирования, применяемым для оптимизации этого процесса. Цель работы – повысить эффективность аудиторских процедур и улучшить систему управления качеством в организациях. Для достижения цели необходимо решить задачу по рассмотрению современных подходов к информационному моделированию и их интеграции во внутренний аудит. В исследовании использованы методы анализа, сравнения и прогнозирования. В результате разработаны мероприятия по повышению эффективности внутренних аудитов СМК с помощью информационного моделирования.

Введение

Внутренний аудит СМК представляет собой ключевой элемент, который позволяет оценить соответствие процессов и процедур установленным стандартам, а также выявить области для улучшения. Однако, несмотря на важность внутреннего аудита, многие организации сталкиваются с проблемами, связанными с его неэффективностью [1]. Текущие процессы внутреннего аудита часто оказываются недостаточно гибкими, не автоматизированными и не адаптированными к быстро меняющимся условиям рынка. Информационное моделирование представляет собой мощный инструмент,

позволяющий визуализировать, анализировать и улучшать бизнес-процессы, применение которого может значительно повысить эффективность аудиторских процедур.

Концепция внутреннего аудита СМК

Ключевыми аспектами внутреннего аудита СМК являются его независимость, объективность и систематичность. При этом важно, чтобы аудиторы обладали достаточной квалификацией и понимали специфику деятельности аудируемой организации. Внутренний аудит должен стать не просто формальной процедурой, а интегрированной частью стратегических инициатив организации [1].

Концепция внутреннего аудита СМК может быть представлена в виде нескольких этапов, каждый из которых требует методического подхода и применения информационных технологий.

1. Первый этап – это планирование аудита, что подразумевает определение целей, объектов, сроков и необходимых ресурсов.

2. Второй этап включает в себя сбор и анализ информации о системе управления качеством, что включает документирование процессов, интервьюирование сотрудников и анализ результатов предыдущих аудитов. На этом этапе важно создать модель процесса, позволяющую отображать связи и зависимости между элементами СМК [2].

3. Третий этап представляет собой непосредственное исполнение аудита, где проверяются фактические результаты выполнения процессов и соответствие установленным требованиям. На этом этапе необходимо оценить внедренные меры и сопоставить их с нормативными документами и стандартами, что ста-

новится основой для дальнейших выводов. Важным аспектом является документирование всех полученных данных и их формирование в виде отчетов, которые впоследствии станут основой для принятия управленческих решений.

4. Четвертым этапом внутреннего аудита являются оценка и составление рекомендаций на основе результатов аудита. Аудиторы должны не только выявить несоответствия, но и предложить пути их устранения, продумать механизм реализации рекомендованных мер и мониторинга их выполнения.

Внутренний аудит, основанный на принципах информационного моделирования, может значительно усилить его эффективность. Создание моделей процессов позволит наглядно представить взаимосвязи и зависимости, а также идентифицировать потенциальные слабые места. Использование информационных технологий способствует автоматизации аудита, что помогает минимизировать человеческий фактор и повысить скорость обработки данных.

Для достижения поставленных целей важно также учитывать требования норм и стандартов, таких как ГОСТ Р ИСО 19011-2021 [3], которым должна соответствовать система менеджмента качества организации.

Методы информационного моделирования

Правильное применение методов информационного моделирования помогает в трансформации сложных данных в структуру, которая упрощает анализ, интерпретацию и внедрение изменений.

Одним из распространенных методов является моделирование, которое фокусируется на потоках информации и последовательности действий. Этот подход выявляет критические этапы процесса внутреннего аудита и помогает выделить взаимодействия между различными элементами системы. Таким образом, становятся заметными узкие места, что открывает возможности для усовершенствования.

Кроме того, метод бизнес-процессов – *Business Process Modeling (BPM)* – позволяет визуализировать весь процесс внутреннего аудита от начала до конца. При помощи различных нотаций, например, модели *BPMN*, можно

представить каждый шаг аудита – от планирования до составления отчета. Этот уровень детализации помогает участникам понять распределение ответственности и этапы, которые требуют особого внимания. Эффективное использование *BPM* повышает вовлеченность сотрудников, так как визуализация позволяет всем участникам процесса видеть и понимать свои роли.

Метод агента-ориентированного моделирования – *Agent-Based Modeling (ABM)* – также может быть применен в анализе внутреннего аудита. Он фокусируется на взаимодействии индивидуальных агентов в процессе, что способствует лучшему пониманию не только явных, но и скрытых процессов взаимодействия различных элементов. Такие модели могут симулировать поведение аудиторов, управленцев и других участников процесса, учитывая различные сценарии и условия, что может помочь выявить потенциальные улучшения и устранить проблемы.

Методология системного анализа используется для исследования взаимосвязей между элементами внутреннего аудита. Система рассматривается как целое, а не просто набор отдельных процессов. Это подходит для оценки влияния изменения одного элемента системы на функционирование других. Кроме количественных методов, качественные подходы также занимают важное место в процессах информационного моделирования. Исследования и анкеты позволят собрать информацию о восприятии внутреннего аудита среди сотрудников, что может помочь в дальнейших усовершенствованиях.

Веб-технологии также открыли новые возможности для информационного моделирования процессов. Использование облачных платформ, которые позволяют коллективно работать над моделями в режиме реального времени, значительно увеличивает скорость и качество получаемых результатов.

Автоматизация процессов, связанных с формированием отчетов, тоже содействует повышению качества внутреннего аудита. Инструменты автоматизации, такие как системы для анализа больших данных, позволяют оперативно обрабатывать информацию и генерировать отчеты, которые ранее требовали бы много часов ручной работы. Это позволяет внутреннему аудитору сосредоточиться на анализе

и принятии решений вместо выполнения рутинных задач.

Разработка моделей для внутреннего аудита

Модели внутреннего аудита могут быть классифицированы по различным критериям, включая уровень детализации, функциональную направленность и тип используемых технологий. Существующие модели часто являются абстрактными, что делает их трудными для применения на практике. Поэтому при разработке новых моделей необходимо учитывать не только содержание и структуру самого аудита, но и специфику процессов, проходящих в организации.

Визуализация процессов внутреннего аудита помогает участникам процесса быстрее и легче воспринимать информацию. Такие графические инструменты, как диаграммы потоков, блок-схемы и картографические представления, позволяют проиллюстрировать этапы аудита, его взаимодействие с другими процессами внутри организации.

Тестирование предложенных моделей

В процессе тестирования предложенных моделей внутреннего аудита СМК особое внимание уделяется их применимости и эффективности в реальных условиях. Тестирование позволяет выявить не только теоретическую обоснованность моделей, но и их соответствие практическим требованиям организаций различного профиля.

Одной из ключевых моделей была модель, ориентированная на интеграцию ИТ-технологий в процесс внутреннего аудита. Она включает в себя использование специализированного программного обеспечения для автоматизации сбора и анализа данных. Результаты тестирования показали, что время, затрачиваемое на подготовку к аудиту, сокращается на 30 %, а точность выявления несоответствий, связанных с качеством услуг или продукции, возрастает на 25 % по сравнению с традиционными методами.

Другой важной моделью стала модель, основанная на методах оценивания риска. В ее основе лежал принцип, что аудит должен быть

сосредоточен на тех областях, где вероятность возникновения проблем наиболее высока [4]. При тестировании этой модели учреждения, в которых она была внедрена, отметили снижение числа критических замечаний по итогам аудитов на 40 %. Это подтверждает, что целенаправленный подход к анализу рисков позволяет более эффективно использовать ресурсы и сосредоточиться на наиболее важных аспектах.

Параллельно с тестированием проводился анализ данных, собранных в ходе аудитов. Это позволило выявлять закономерности и разрабатывать предложения по дальнейшему улучшению процессов. Модели стали основой для генерации выходной информации. Прозрачность и системность работников с каждым аудиторскими циклами значительно возросла.

Основной итог тестирования заключается в том, что предложенные модели проявили свою состоятельность. Также подчеркнута необходимость постоянного мониторинга и актуализации процессов внутреннего аудита в соответствии с изменениями внутренней и внешней среды организаций.

Проблемы текущих процессов внутреннего аудита

Одной из основных проблем является недостаток автоматизации процессов внутреннего аудита. Чаще всего аудиторские проверки выполняются вручную, что приводит к увеличению временных затрат и вероятности человеческой ошибки. Кроме того, многие организации испытывают недостаток квалифицированных кадров. Низкий уровень подготовки и недостаточное понимание принятых стандартов могут привести к неэффективному выполнению функций аудита, что, в свою очередь, уменьшает ценность аудиторского процесса для организации.

Еще одной серьезной проблемой является недостаток интеграции различных процессов. Аудиторские проверки зачастую изолированы от других функций управления качеством в организации. Это создает сложности в интерпретации результатов, которые могут быть недоступны или неправильно истолкованы из-за отсутствия взаимосвязи с другими процессами.

Интеграция информационных технологий в аудит

Использование программного обеспечения для внутреннего аудита системы управления качеством позволяет установить четкие стандарты для обработки информации. Необходимо упомянуть значимость электронных документов и систем хранения данных. Использование таких платформ, как *Electronic Document Management (EDM)*, дает возможность быстро получать доступ к необходимой документации и ранее проведенным аудиторским работам, что оптимизирует подготовительный этап для проведения аудита. Кроме того, аудиторы используют в своей работе более усовершенствованный вариант программного обеспечения «Экспресс Аудит: Проф». А начиная с 2005 г. предприятие Audit NET ежегодно выпускает обновленные версии систем *AuditNetStandart* и *Audit NET Professional* [5].

Успех интеграции информационных технологий также зависит от уровня навыков сотрудников. Профессиональный уровень аудиторов должен соответствовать требованиям к использованию современных программных решений. Системы мониторинга в реальном

времени предоставляют информацию о состоянии процессов СМК, позволяя аудиторам более оперативно реагировать на проблемные зоны и рекомендовать конкретные изменения.

Заключение

В ходе исследования была выявлена значительная проблема, связанная с неэффективностью текущих процессов внутреннего аудита, что, в свою очередь, негативно сказывается на общей системе управления качеством в организациях. Информационное моделирование позволяет визуализировать и анализировать процессы, выявлять узкие места и разрабатывать стратегии для их улучшения. Внедрение таких методов в практику внутреннего аудита может значительно повысить его эффективность, а также улучшить качество принимаемых решений. В частности, использование таких инструментов, как *Business Process Model and Notation (BPMN)* и *Unified Modeling Language (UML)*, позволяет создавать четкие и понятные модели, которые могут быть использованы как для обучения сотрудников, так и для анализа текущих процессов.

Список литературы

1. Рахманов, М.Л. Система менеджмента качества предприятия: квалификация специалистов службы качества / М.Л. Рахманов // Компетентность. – 2023. – № 8. – С. 4–9.
2. Халилюлина, Н.Б. Проблематика внедрения цифровых технологий в процессе внутреннего аудита системы менеджмента качества предприятия радиоэлектронной отрасли / Н.Б. Халилюлина, Ю.Ю. Черемухина // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 7(133). – С. 93–96.
3. ГОСТ Р ИСО 19011–2021 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента. – Введ. 2021-04-21. – М. : Стандартиформ, 2021. – 40 с.
4. Сысоева, И.А. Методика оценки и управления рисками системы менеджмента качества / И.А. Сысоева // Современные научные исследования и инновации. – 2023. – № 8.
5. Казурова, Д.В. Особенности проведения аудита системы менеджмента качества с использованием компьютерных технологий / Д.В. Казурова, С.В. Чекайкин // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 85-1. – С. 22–26.

References

1. Rakhmanov, M.L. Sistema menedzhmenta kachestva predpriyatiya: kvalifikatsiya spetsialistov sluzhby kachestva / M.L. Rakhmanov // Kompetentnost'. – 2023. – № 8. – S. 4–9.
2. Khalilyulina, N.B. Problematika vnedreniya tsifrovyykh tekhnologiy v protsesse vnutrennego audita sistemy menedzhmenta kachestva predpriyatiya radioelektronnoy otrasli / N.B. Khalilyulina, YU.YU. Cheremukhina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 7(133). – S. 93–96.
3. GOST R ISO 19011–2021 Rukovodyashchiye ukazaniya po auditu sistem menedzhmenta. –

Vved. 2021-04-21. – М. : Standartinform, 2021. – 40 s.

4. Sysoyeva, I.A. Metodika otsenki i upravleniya riskami sistemy menedzhmenta kachestva / I.A. Sysoyeva // Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i innovatsii. – 2023. – № 8.

5. Kazurova, D.V. Osobennosti provedeniya audita sistemy menedzhmenta kachestva s ispol'zovaniyem komp'yuternykh tekhnologiy / D.V. Kazurova, S.V. Chekaykin // Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya. – 2022. – № 85-1. – S. 22–26.

© С.А. Сумбуров, Л.М. Овечкин, 2025

УДК 330

М.В. БАТЮКОВ, В.А. ГРЕЧУШКИН, В.М. КРАВЧЕНКО, Г.И. ПОЛЕННИКОВА
Липецкий институт кооперации – филиал АНО ВО «Белгородский университет
кооперации, экономики и права», г. Липецк

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ПРОДУКТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ СИСТЕМУ ГРУППЫ НЛМК

Ключевые слова: производственная система; цифровизация; цифровой продукт.

Аннотация. Многие компании пытаются внедрить цифровые технологии в свои производственные системы с целью повысить эффективность бизнеса. При этом не всем удается добиться реального результата. Цифровизация – это продолжение развития производственной системы. Ошибка – делать цифру ради цифры, тратя ресурсы и внимание на «хайповые» технологии. Следует идти от реальных проблем и задач. Цифра – инструмент достижения целей. Степень зрелости внедряемых продуктов должна соответствовать степени зрелости развития производственной системы организации. Целью исследования являются рассмотрение и анализ основных элементов цифровых продуктовых решений в Группе компаний НЛМК. Для достижения цели исследования поставлены задачи: показать направления и результаты кардинальных изменений от внедрения цифровых продуктов в основном и вспомогательных производствах. В исследовании использовались методы сравнительного, логического, экономико-статистического и графического анализов. Гипотезой исследования устанавливается влияние активного применения новых цифровых технологий и подходов в компании на возможности сквозного планирования и повышения операционной эффективности, существенно меняя формат взаимодействия компании с клиентами и давая инструменты повышения безопасности труда и снижения воздействия на окружающую среду. В качестве достигнутых результатов показаны корпоративные цифровые решения, внедренные в производственные процессы Группы НЛМК, с достижением более 10 % роста операционной эффек-

тивности компании в текущем стратегическом цикле: от относительно простых, связанных с онлайн-визуализацией данных для управления технологией, до сложных ансамблей математических моделей, оптимизирующих целые производственные переделы. Изменения, связанные с цифровизацией, носят системный характер и изменяют процессы на всех уровнях Компании.

Цифровые технологии приводят к кардинальным изменениям в работе предприятий обрабатывающей и добывающей промышленности по восьми направлениям.

1. Снабжение.

Снижение затрат на сырье и энергоносители за счет применения алгоритмов прогнозирования цен, а также сокращение расходов за счет автоматизации процессов управления контрактами и анализа по категориям.

2. Выбор поставщиков и погрузка/разгрузка сырья.

Использование методов углубленной аналитики позволяет повысить производительность порта и склада. Полная автоматизация процессов погрузки/разгрузки сырья повышает безопасность и производительность труда.

3. Управление производственными процессами.

Повышение производительности, уменьшение потерь выхода продукции примерно и снижение энергопотребления за счет использования алгоритмов углубленной аналитики для более эффективного управления процессами. Роботизация опасных видов работ повышает безопасность труда операторов.

4. Техническое обслуживание и ремонт

Таблица 1. Охват основного производства Группы НЛМК цифровыми продуктами [1]

Вид деятельности	Цифровой продукт
Добыча	Снижение удельного расхода электроэнергии, оптимизация удельного расхода топлива и износа шин, модель оптимизации измельчения и обогащения
Обогащение и коксохимическое производство (КХП)	Оптимизация состава шихты КХП, прогнозирование H_2S в приземном слое, стабилизация MgO , экологический контроль работы коксовых батарей
Доменное производство	Стабилизация Si (ДП-5, ДП-7), прогноз подвисяния печи (ДП-7), баланс щелочей
Сталеплавильное производство	Заказ температуры КЦ-1, визуализация цикла плавки КЦ-1, оптимизация подбора слябов
Цех горячего проката (ЦГП)	Оптимизация ритма прокатки, минимизация обрывов полосы прокатного производства, оптимизация укладки проката в вагон ЦГП, прогноз разрушения роликов рольгангов
Цех холодного проката (ЦХП)	Оптимизация укладки проката в вагон ЦХП, модель работы печей, снижение количества обрывов полосы на стане 1 400
Нанесение покрытий	Оптимизация расхода лакокрасочных материалов (ЛКМ) (грунт, эмаль), прогноз сгорания подушек опор

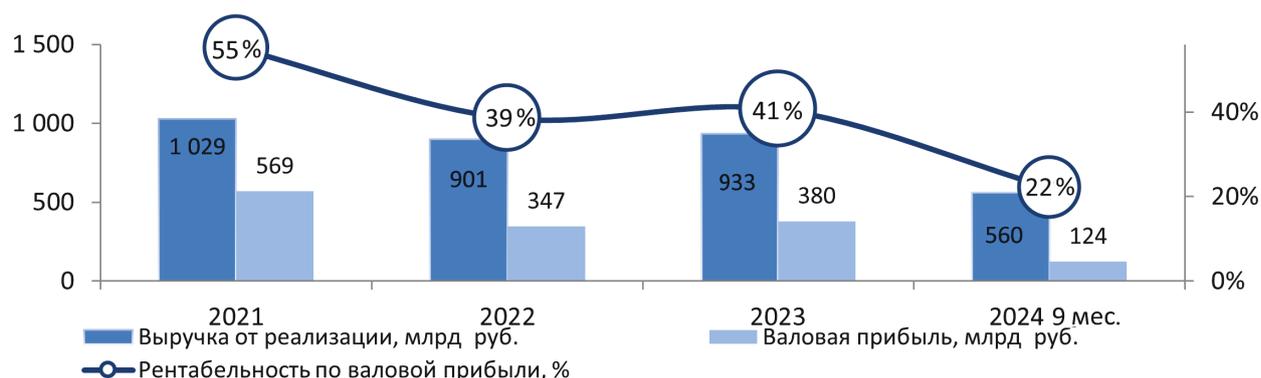


Рис. 1. Основные финансовые результаты ПАО «НЛМК», млрд руб.

(ТОиР) и инженерное обеспечение.

Цифровизация ТОиР позволяет увеличить общую эффективность оборудования (ОЭО), оптимизировать чистое время ремонта и повысить безопасность труда за счет отслеживания данных о состоянии здоровья персонала и использования средств дистанционной диагностики.

5. Цепочка поставок, планирование и логистика.

Автоматизация внутренней логистики и создание комплексного «цифрового двойника» с охватом поставщиков и потребителей позволяют повысить производительность, сосре-

доточить производственное планирование на наиболее выгодных направлениях и сократить оборотный капитал.

6. Вспомогательные службы, исследования и разработки.

Мероприятия по цифровизации и автоматизации повышают производительность, а проведение исследований и разработок на основе модели *Agile* с использованием данных и ориентацией на потребности рынка позволяет сократить сроки вывода продуктов на рынок.

7. Цифровая система управления эффективностью.

Таблица 2. Примеры реализации цифровых продуктов в Группе НЛМК [3]

Цифровой продукт	Локация	Краткое описание	Эффекты
Сервис динамической укладки штабеля	Липецк, Агломерационный цех	Система динамической укладки штабеля позволяет правильно рассчитать количество и дозировку извести на тонну материалов	Снижение расхода кокса в доменных печах
Динамический выпуск Доменной печи № 7	Липецк, доменное производство, Доменный цех № 2	Прогноз уровня жидкого (чугуна и шлака) в горне доменной печи на основе показателей работы доменной печи и информации от датчиков уровня, оценка вязкости и основности шлака	Дополнительное производство чугуна
Интеллектуальная система диспетчеризации	Стойленский ГОК, Старый Оскол	Рассчитывает и предоставляет подсказки поезному диспетчеру для оптимального распределения составов между различными участками	Увеличение объемов перевозки горной массы
Модель S_i Доменной печи № 5. Доменный цех № 1	Липецк, доменное производство, Доменный цех № 1	Прогнозирование массовой доли кремния в чугуне на доменной печи № 5 на основе показателей работы доменной печи	Дополнительное производство чугуна
Сервис выдачи рекомендаций по оптимизации цен закупки лома	НЛМК-Сорт, Вторчермет	Сервис рекомендует дельту к изменению текущей цены для каждого из типов поставщиков лома и каждого из заготовительных участков, чтобы достигнуть плановой цели по закупке металлолома с меньшими затратами	Сокращение расходов на закупку металлолома
Сервис заказа температуры на агрегате печь-ковш	Липецк, Конвертерный Цех № 1	Бригадир установки непрерывной разливки стали заказывает оптимальную t стали, опираясь на основные технологические показатели и рекомендации, представленные в сервисе	Снижение удельного расхода электроэнергии и электродов
Сервис рекомендации для управления ритмом прокатки на стане 2 000	Липецк, Цех горячего проката	Сервис рассчитывает и выдает рекомендацию оптимального темпа выдачи из печи для следующего сляба	Сокращение паузы между слябами
Сервис ферросплавов	Липецк, Конвертерный Цех № 1	На основании разработанной методики сервис мониторинга усвоения ферросплавов позволяет проводить гибкий бизнес-анализ по выявлению аномалий усвоения	Экономия ферросплавов (Mn , $FeMn$, $FeSi$, $SiMn$)
Система центрирования полосы на основе машинного зрения	Липецк, Цех горячего проката	Специализированное программное обеспечение (ПО) в течение 15 мс обрабатывает сигнал, идентифицирует угловые точки и границы полосы, определяет смещение полосы от оси прокатки	Сокращение внеплановых простоев стана. Снижение выхода брака
Экологический контроль работы коксовых батарей	Липецк, коксохимическое производство	С помощью видеокамер система в режиме реального времени определяет негерметичность дверей, фиксирует состояние дверей и с помощью машинного зрения самостоятельно определяет наличие эмиссии	Снижение эмиссии контролируемых веществ в атмосферу и улучшение условий труда
Распределение энергоресурсов для эффективной работы собственной теплоэлектростанции	Липецк, ТЭЦ	Цифровое решение позволяет связать воедино основные параметры, характеризующие эффективность работы котельного оборудования	Решение позволит сократить потребление природного газа

Предиктивное обслуживание оборудования	Липецк, конвертерные цеха	Система предиктивной диагностики на основе машинного обучения, которая анализирует данные с датчиков и прогнозирует возможные поломки	Позволит сократить внеплановые простои оборудования и снизить затраты на ремонты
--	---------------------------	---	--

Обеспечив прозрачность ключевых показателей эффективности (КПЭ) в режиме реального времени и используя единый источник достоверных данных, можно эффективнее решать проблемы и проводить двусторонние обсуждения отчетности.

8. Маркетинг и продажи.

Увеличение маржи за счет переноса всех продаж на удобные для покупателей цифровые платформы, на которых имеется возможность применять динамическое ценообразование на микроуровне.

Одна из причин, почему некоторые компании терпят неудачу при цифровизации заключается в том, что в этом процессе слишком часто делается упор на технологическую сторону инноваций и недооценивается необходимость соответствующих организационных и культурных преобразований [4].

Диджитализация – это продолжение развития производственной системы, которая состоит из четырех основных компонентов [5].

1. Система целеполагания и управления.
2. Поведенческие установки.
3. Инструменты и практики.
4. Компетенции сотрудников.

При отсутствии хотя бы одного из них ни производственная система, ни цифровизация не даст долгосрочного позитивного результата.

Таким образом, реализация разнообразных цифровых продуктов в Группе НЛМК с учетом уровня ее производственной системы и работы по решению конкретных задач позволяет повышать операционную эффективность и быстрее достигнуть стратегических целей компании.

Список литературы

1. Официальный сайт компании НЛМК [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://nlmk.com/ru/responsibility/social-responsibility>.
2. Корпоративный портал НЛМК [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://nlmk.one/stream>.
3. Корпоративный журнал Группы компаний НЛМК [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.up-pro.ru/library/personnel_management/motivation/vyshe-kachestvo.html.
4. От культа «цифры» к реальным деньгам [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://logirus.ru/articles/solution/ot_kulta_tsifry_k_realnym_dengam.html.
5. Металлоснабжение и сбыт. Электронный журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://metalinfo.ru/ru/news/127621>.

References

1. Ofitsial'nyy sayt kompanii NLMK [Electronic resource]. – Access mode : <https://nlmk.com/ru/responsibility/social-responsibility>.
2. Korporativnyy portal NLMK [Electronic resource]. – Access mode : <https://nlmk.one/stream>.
3. Korporativnyy zhurnal Gruppy kompaniy NLMK [Electronic resource]. – Access mode : http://www.up-pro.ru/library/personnel_management/motivation/vyshe-kachestvo.html.
4. Ot kul'ta «tsifry» k real'nyy den'gam [Electronic resource]. – Access mode : <https://logirus.ru>.

articles/solution/ot_kulta_-tsifry-_k_realnym_dengam.html.

5. Metallosnabzheniye i sbyt. Elektronnyy zhurnal [Electronic resource]. – Access mode : <https://metalinfo.ru/ru/news/127621>.

© М.В. Батюков, В.А. Гречушкин, В.М. Кравченко, Г.И. Поленникова, 2025

УДК 657.6

О.Н. МОНГУШ, Р.Э. МОНГУШ, А.О. ДОСТАЙ, А.Н. АК
ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет», г. Кызыл

ПЛАНИРОВАНИЕ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Ключевые слова: бюджетирование, ориентированное на результат; государственные учреждения; зарубежный опыт; программно-целевое планирование; среднесрочное планирование; финансовое планирование; финансово-хозяйственная деятельность (ФХД).

Аннотация. Исследование направлено на выявление и решение системных проблем планирования финансово-хозяйственной деятельности государственных учреждений РФ. Целью является разработка комплекса мер по совершенствованию системы планирования ФХД. Гипотеза исследования заключается в том, что внедрение современных методов планирования и повышение квалификации персонала позволят существенно повысить эффективность финансового управления госучреждениями. Методологическую основу составили анализ нормативной базы, изучение зарубежного опыта, методы сравнительного и системного анализа. В результате исследования выявлены ключевые недостатки действующей системы планирования ФХД и предложены конкретные механизмы их устранения, включая внедрение бюджетирования, ориентированного на результат, программно-целевого и среднесрочного планирования. Разработаны рекомендации по комплексному совершенствованию системы финансового планирования в государственных учреждениях.

Планирование ФХД играет ключевую роль в обеспечении эффективного функционирования государственных учреждений. Как отмечают Ю.С. Афанасьева и И.В. Саттарова, современные подходы к финансовому планированию в бюджетных организациях должны учитывать множество факторов и быть адаптированы к

текущим экономическим реалиям [1].

Особенности планирования ФХД в различных типах госучреждений имеют свою специфику. Так, в образовательных учреждениях анализ финансово-экономических показателей отчетности служит основой для подготовки плана ФХД [2]. В то же время в учреждениях здравоохранения существуют свои проблемы и аспекты финансового планирования, обусловленные спецификой их деятельности [3].

Одним из важных аспектов финансового планирования в госучреждениях является планирование закупок товаров, работ и услуг. Л.С. Коробейникова и К.А. Иванников провели факторный анализ причин изменения плана-графика закупок бюджетных учреждений, выявив ряд ключевых факторов, влияющих на этот процесс [4].

Нормативно-правовое регулирование финансового планирования в госучреждениях постоянно совершенствуется. А.В. Пичушкин рассматривает изменения в порядке применения классификации операций сектора государственного управления (КОСГУ) с 2023 г., которые необходимо учитывать при планировании расходов [5].

Различные аспекты финансового планирования в госучреждениях разных типов рассматриваются в работах Д.И. Решетняка (муниципальные учреждения) [6], М.В. Тюлькина (учреждения культуры) [7], Д.А. Фадеевой (бюджетные учреждения в целом) [8]. Авторы анализируют особенности и проблемы планирования ФХД в этих сферах.

Анализ практики планирования ФХД государственных учреждений в Российской Федерации показывает наличие ряда проблем и недостатков (табл. 1).

Одна из ключевых проблем – это недостаточная гибкость и адаптивность системы

Таблица 1. Проблемы планирования ФХД в госучреждениях РФ и пути их решения

Проблемы	Пути решения
Недостаточная гибкость и адаптивность системы планирования	Внедрение методов сценарного планирования
Слабая взаимосвязь стратегического и операционного планирования	Обеспечение четкой увязки целей и задач с мероприятиями и показателями
Формальный подход, недостаточный учет рисков, отсутствие критериев оценки	Повышение квалификации персонала, внедрение современных методов и технологий
Недостаточная эффективность и прозрачность использования средств	Адаптация зарубежного опыта бюджетирования, ориентированного на результат
Нестабильность и непредсказуемость бюджетного процесса	Внедрение систем среднесрочного финансового планирования
Дублирование функций, разобщенность мероприятий различных ведомств	Применение методов программно-целевого планирования

финансового планирования к изменяющимся экономическим условиям. Планы ФХД зачастую составляются на основе устаревших данных и не учитывают текущую ситуацию, что приводит к неэффективному расходованию бюджетных средств [2].

Другой проблемой является слабая взаимосвязь между стратегическим и операционным уровнями планирования. Долгосрочные цели и задачи учреждений не всегда находят отражение в краткосрочных планах ФХД, что снижает эффективность их реализации [6]. Кроме того, нередко наблюдаются формальный подход к составлению планов, недостаточный учет рисков и отсутствие четких критериев оценки результатов [3].

Для решения указанных проблем необходимо внедрение новых подходов и инструментов финансового планирования. В частности, целесообразно использование методов сценарного планирования, позволяющих учитывать различные варианты развития событий и оперативно корректировать планы [1]. Также важно обеспечить тесную взаимосвязь стратегического и операционного уровней планирования, четко увязав цели и задачи учреждений с конкретными мероприятиями и показателями их выполнения [7].

Повышению качества финансового планирования в госучреждениях может способствовать внедрение современных информационных технологий и автоматизированных систем. Они позволят оптимизировать процесс сбора и об-

работки данных, повысить скорость и точность расчетов, обеспечить оперативный мониторинг и контроль исполнения планов [4].

Большое значение имеет также повышение квалификации и профессионального уровня сотрудников, занятых в сфере финансового планирования. Необходимо регулярное проведение обучающих мероприятий, семинаров, курсов повышения квалификации, направленных на освоение современных методов и технологий планирования, обмен опытом и лучшими практиками [5].

Полезным могут быть изучение и адаптация успешного зарубежного опыта финансового планирования в государственных учреждениях. Так, в ряде развитых стран (США, Канада, Великобритания и др.) широко используются методы бюджетирования, ориентированного на результат (БОР). Суть БОР заключается в распределении бюджетных ресурсов не по видам затрат, а по ожидаемым результатам деятельности учреждений [7]. Это позволяет повысить эффективность и прозрачность использования средств, усилить ответственность за достижение поставленных целей.

Другим примером успешной зарубежной практики является внедрение систем среднесрочного финансового планирования, охватывающего период от трех до пяти лет. Такой подход обеспечивает большую стабильность и предсказуемость бюджетного процесса, позволяет учесть долгосрочные последствия принимаемых решений [8].

Интересен опыт некоторых стран (Франция, Южная Корея) по применению методов программно-целевого планирования в государственных учреждениях. Он предполагает формирование комплексных программ, объединяющих мероприятия различных ведомств и организаций для достижения общих целей. Такой межведомственный подход способствует консолидации ресурсов, устранению дублирования функций и повышению эффективности их использования [1].

Конечно, прямое копирование зарубежного опыта без учета российской специфики невозможно и нецелесообразно. Однако изучение и адаптация лучших мировых практик, несомненно, могут способствовать совершенствованию системы финансового планирования в отечественных государственных учреждениях.

Следует отметить, что повышение эффективности планирования ФХД в госучреждениях требует комплексного подхода, включающего совершенствование нормативно-правовой базы,

внедрение современных методов и технологий, повышение квалификации персонала, изучение и адаптацию лучшего зарубежного опыта. Только при условии системной работы по всем этим направлениям можно будет обеспечить высокое качество и результативность финансового планирования, отвечающего современным требованиям и способствующего успешному развитию государственных учреждений России.

Таким образом, эффективное планирование финансово-хозяйственной деятельности является залогом стабильного функционирования и развития государственных учреждений. Оно требует комплексного подхода, учета специфики конкретной сферы, следования нормативным требованиям и применения современных методов финансового менеджмента. Дальнейшее совершенствование системы финансового планирования будет способствовать повышению эффективности использования бюджетных средств и улучшению качества государственных услуг.

Список литературы

1. Афанасьева, Ю.С. Современные подходы к финансовому планированию в бюджетных организациях / Ю.С. Афанасьева, И.В. Саттарова // Устойчивое развитие: геополитическая трансформация и национальные приоритеты : Материалы XIX Международного конгресса с элементами научной школы для молодых ученых. В 2-х томах, Москва, 30–31 марта 2023 года / Отв. редакторы выпуска: А.В. Семенов, П.Н. Кравченко. Том 1. – Москва : Московский университет им. С.Ю. Витте, 2023. – С. 40–47.
2. Власова, О.М. Практические аспекты анализа финансово-экономических показателей отчетности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения, как основа для подготовки плана финансово-хозяйственной деятельности / О.М. Власова, Л.М. Коржуева, А.М. Трофимова // ФОРМИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ и ФИНАНСОВЫХ УСЛОВИЙ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Казань, 01 сентября 2022 года. – Уфа : Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2022. – С. 6–12.
3. Волчкова, М.А. Основные аспекты и проблемы планирования финансовой деятельности учреждения здравоохранения / М.А. Волчкова // Актуальные проблемы управления здоровьем населения : Сборник научных трудов V Всероссийской научно-практической конференции, Нижний Новгород, 24 февраля 2022 года / Под общей редакцией И.А. Переслегиной. Том Выпуск XV. – Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2022. – С. 28–32.
4. Куликова, Е.С. Маркетинг территории в контексте цифровой экономики / Е.С. Куликова // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 8(122). – С. 89–91.
5. Ладыгина, Е.Е. Информационное обеспечение маркетинговых решений / Е.Е. Ладыгина, В.А. Дикарева, Е.Н. Андрущак // Наука и бизнес: пути развития. – 2015. – № 3(45). – С. 111–113.
6. Малышева, О.С. Концепция оптимизации налогообложения инвестиционной деятельности предприятия, направленная на обеспечение устойчивого финансового развития / О.С. Малышева,

А.М. Хафизов, Р.И. Кудояров, М.Э. Гафаров, С.А. Шарафутдинов, А.И. Сагитов // Наука и бизнес: пути развития. – 2017. – № 11(77). – С. 54–57.

7. Коробейникова, Л.С. Факторный анализ причин изменения плана-графика закупок товаров, работ, услуг бюджетных учреждений / Л.С. Коробейникова, К.А. Иванников // Современная экономика: проблемы и решения. – 2023. – № 3(159). – С. 100–111.

8. Пичушкин, А.В. Изменения в порядке применения КОСГУ с 2023 года / А.В. Пичушкин // Бюджетный учет. – 2022. – № 11(215). – С. 16–19.

9. Решетняк, Д.И. Финансовое планирование в государственных (муниципальных) учреждениях / Д.И. Решетняк // Современный взгляд на развитие аграрно-промышленного комплекса : Материалы I Региональной научно-практической конференции студентов СПО, Махачкала, 11 мая 2023 года. – Махачкала : Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джембулатова, 2023. – С. 50–55.

10. Тюлькин, М.В. Планирование финансово-хозяйственной деятельности государственных учреждений культуры / М.В. Тюлькин // В сборнике: Виттевские чтения – 2024. Материалы XXIV международного Конгресса молодой науки. – М., 2024. – С. 1535–1544.

References

1. Afanas'yeva, YU.S. Sovremennyye podkhody k finansovomu planirovaniyu v byudzhetykh organizatsiyakh / YU.S. Afanas'yeva, I.V. Sattarova // Ustoychivoye razvitiye: geopoliticheskaya transformatsiya i natsional'nyye priority : Materialy XIX Mezhdunarodnogo kongressa s elementami nauchnoy shkoly dlya molodykh uchenykh. V 2-kh tomakh, Moskva, 30–31 marta 2023 goda / Otv. redaktory vypuska: A.V. Semenov, P.N. Kravchenko. Tom 1. – Moskva : Moskovskiy universitet im. S.YU. Vitte, 2023. – S. 40–47.

2. Vlasova, O.M. Prakticheskiye aspekty analiza finansovo-ekonomicheskikh pokazateley otchetnosti federal'nogo gosudarstvennogo byudzhethnogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya, kak osnova dlya podgotovki plana finansovo-khozyaystvennoy deyatel'nosti / O.M. Vlasova, L.M. Korzhuyeva, A.M. Trofimova // FORMIROVANIYE SOTSIAL'NO-EKONOMICHESKIKH i FINANSOVYKH USLOVIY INNOVATIONNOGO RAZVITIYA : Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Kazan', 01 sentyabrya 2022 goda. – Ufa : Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Aeterna», 2022. – S. 6–12.

3. Volchkova, M.A. Osnovnyye aspekty i problemy planirovaniya finansovoy deyatel'nosti uchrezhdeniya zdavookhraneniya / M.A. Volchkova // Aktual'nyye problemy upravleniya zdorov'yem naseleniya : Sbornik nauchnykh trudov V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Nizhniy Novgorod, 24 fevralya 2022 goda / Pod obshchey redaktsiyey I.A. Peresleginyoy. Tom Vypusk XV. – Nizhniy Novgorod: Federal'noye gosudarstvennoye byudzhethnoye obrazovatel'noye uchrezhdeniye vysshego obrazovaniya «Privolzhskiy issledovatel'skiy meditsinskiy universitet» Ministerstva zdavookhraneniya Rossiyskoy Federatsii, 2022. – S. 28–32.

4. Kulikova, Ye.S. Marketing territorii v kontekste tsifrovoy ekonomiki / Ye.S. Kulikova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 8(122). – S. 89–91.

5. Ladygina, Ye.Ye. Informatsionnoye obespecheniye marketingovykh resheniy / Ye.Ye. Ladygina, V.A. Dikareva, Ye.N. Andrushchak // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2015. – № 3(45). – S. 111–113.

6. Malysheva, O.S. Kontseptsiya optimizatsii nalogooblozheniya investitsionnoy deyatel'nosti predpriyatiya, napravlennaya na obespecheniye ustoychivogo finansovogo razvitiya / O.S. Malysheva, A.M. Khafizov, R.I. Kudoyarov, M.E. Gafarov, S.A. Sharafutdinov, A.I. Sagitov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2017. – № 11(77). – S. 54–57.

7. Korobeynikova, L.S. Faktornyy analiz prichin izmeneniya plana-grafika zakupok tovarov, rabot, uslug byudzhetykh uchrezhdeniy / L.S. Korobeynikova, K.A. Ivannikov // Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya. – 2023. – № 3(159). – S. 100–111.

8. Pichushkin, A.V. Izmeneniya v poryadke primeneniya KOSGU s 2023 goda / A.V. Pichushkin // Byudzhethnyy uchetch. – 2022. – № 11(215). – S. 16–19.

9. Reshetnyak, D.I. Finansovoye planirovaniye v gosudarstvennykh (munitsipal'nykh) uchrezhdeniyakh / D.I. Reshetnyak // Sovremennyy vzglyad na razvitiye agrarno-promyshlennogo

kompleksa : Materialy I Regional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov SPO, Makhachkala, 11 maya 2023 goda. – Makhachkala : Dagestanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni M.M. Dzhambulatova, 2023. – S. 50–55.

10. Tyul'kin, M.V. Planirovaniye finansovo-khozyaystvennoy deyatel'nosti gosudarstvennykh uchrezhdeniy kul'tury / M.V. Tyul'kin // V sbornike: Vittevskiye chteniya – 2024. Materialy XXIV mezhdunarodnogo Kongressa molodoy nauki. – M., 2024. – S. 1535–1544.

© О.Н. Монгуш, Р.Э. Монгуш, А.О. Достай, А.Н. Ак, 2025

УДК 005.32

Ю.Е. РАСПЕВАЛОВА, В.Н. ЛАЗАРЕВ

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», г. Ульяновск

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА: ПОНЯТИЕ И СУЩНОСТЬ

Ключевые слова: менеджмент; организационная культура; организация; сущность культуры организации.

Аннотация. Цель статьи – рассмотреть и проанализировать понятие «организационная культура» в историческом срезе экономической науки, определить его сущность. Задачи: собрать и систематизировать информацию о термине «культура организации» в трудах отечественных и зарубежных ученых, структурировать подходы и методы изучения рассматриваемой темы. Гипотеза исследования: каждая организация обладает собственной самобытной культурой, которая включает в себя множество аспектов (от духовных и моральных качеств коллектива предприятия до материального обеспечения фирмы), это сущностное ядро компании настолько важно для ее жизнедеятельности, что позволяет оставаться конкурентоспособной в кризисных ситуациях, а при неправильном ведении организационной культуры предприятие и вовсе может развалиться. Методы: анализ экономической, междисциплинарной, научно-методической, научно-популярной литературы, материалов научно-практических конференций, количественный и качественный анализ полученных данных. Достигнутые результаты: в статье рассмотрены подходы к пониманию термина «организационная культура» в историческом контексте, проанализированы выводы российских и зарубежных ученых. Структурирована сама сущность культуры организации и разобрана по компонентам.

Анализ термина «культура организации» необходимо начать с рассмотрения понятия «культура». Термин этот междисциплинарный: он рассматривается не только в экономике, менеджменте, но и философии, психологии, педагогике и других науках. Первые упомина-

ния термина «культура» встречаются в мировой литературе примерно со II века до н.э. Впервые его применили в трактате о земледелии в Древнем Риме, далее ученые использовали термин «культура» в значении «возделывать», «обрабатывать». В какой бы дисциплине мы не рассматривали исследуемое понятие, оно всегда будет обозначать нечто, усовершенствованное и возделанное руками человека, то, что принесло пользу обществу и передается из поколения в поколение.

Т.О. Соломанидина рассматривает термин «культура» с двух точек зрения [6], придавая данному понятию узкий, направленный смысл, или же, наоборот, широкий, многообразный. В узком смысле термин «культура» выражает собой духовный смысл жизни людей, их веками создаваемые ценности, традиции, устои, правила поведения, границы, принятые в обществе, каноны вежливости. Нравственность, мораль, этические нормы часто служат синонимом понятия «культура».

В глобальном смысле термину «культура» придается более масштабное значение, выражающее собой не только качество процесса взаимодействия индивидуумов, но также и результаты их совместной работы, которые служат на благо общества. Термином «культура» многие обозначают выдающиеся успехи и итоги практических трудов людей в технике, медицине, искусстве. С широкой точки зрения культура включает в себя также базы знаний людей в самых разных сферах, законодательные нормативные акты, социальные институты, которые, в свою очередь, построены на принятых обществом традициях. Эти устои полезны для общества, имеют ценность для нескольких поколений и приносят человечеству пользу. Такая базовая система прочно закрепляется в жизнедеятельности и создает собой культуру данного общества. Укоренившиеся в общественном сознании паттерны поведения создают своего рода культурный код, который

может быть привязан к местности, национальной принадлежности, профессиональному этикету и другим областям. Произведения искусства, театр, кино, научные достижения – все это в нашем понимании является культурой.

Корпоративная культура – более узконаправленное определение культуры, поставленной в рамки морально-нравственной, экономико-управленческой среды какого-либо предприятия. Начнем рассмотрение термина в историческом срезе экономических концепций. В научных трудах А. Смита, Д. Рикардо и других ученых классической экономической теории понятие «организационная культура» не изучалось. В трудах К. Маркса отрицается наличие производственной культуры в условиях капиталистического способа производства [6]. Неоправданно высокая эксплуатация наемного труда как раз и является первопричиной напряженной моральной атмосферы среди рабочих, считал К. Маркс и не видел решения проблемы в условиях капитализма.

Административная школа менеджмента внесла свои коррективы в понимание организационной культуры [4]. Например, А. Файоль утверждал, что корпоративный дух и есть один из факторов управления компанией. Это можно рассматривать в качестве прообраза современного понимания термина. В рамках неоинституциональной и институциональной экономической науки особое внимание уделялось изучению воздействия правил и норм на характер организационной культуры. Также изучались социально-психологические характеристики данного экономического явления. Дж.К. Гэлбрейт считал, что культура – важный элемент обеспечения устойчивости развития компании к различным типам институциональных изменений [4].

В системе координат неоинституциональной экономической науки сформирована глубокая база инструментов, необходимых для разнопланового изучения организационной культуры компаний. Постнеоклассическая парадигма дала возможность развить подходы к изучению рассматриваемого вопроса. Ученые последовали синергетическому методу, показатели организационной культуры даже ввели в состав сбалансированной системы показателей деятельности компании [3]. В экономической науке СССР (В.С. Немчинов, Л.В. Канторович, Л.И. Абалкин, К.В. Островитянов, А.В. Дорохов и др.) непосредственно понятие «организа-

ционная культура» не использовалось. Тем не менее имели место попытки широкого использования таких элементов в плановой экономике, как социалистические соревнования, субботники, системы морального поощрения труда и др.

В постнеоклассической парадигме (И. Адизес, Г. Бэккер, И.Р. Пригожин, М. Портер, Ф. Котлер, А. Крейг, Р. Каплан, Д. Нортон, Ф. Лалу и др.) мы видим комплексное изучение организационной культуры как одного из основных факторов стратегического развития. Происходят попытки интегрировать целый кластер научных исследований в отчетность компаний, а также в оценку эффективности их деятельности. Развивается синергетический подход к освоению организационной культуры. Ученые 1990-х гг. рассматривают культуру организации как уникальную систему правил и норм поведения. Эти паттерны, в свою очередь, имеют грандиозное влияние на группы людей, под их влиянием люди объединяются в организацию, а компания достигает необходимых результатов и реализации поставленных целей [6].

Э. Шейн выводит следующее определение: «организационная культура – это совокупность коллективных базовых правил, изобретенных, открытых или выработанных определенной группой людей по мере того, как она училась решать проблемы, связанные с адаптацией к внешней среде и внутренней интеграцией, и разработанных достаточно хорошо для того, чтобы считаться ценными» [7].

С. Мишон, П. Штерн, Л. Смирнич, Г. Морган под термином «организационная культура» понимали: совокупность действий, традиции, знаки, передающиеся через устную речь, другие средства выражения (язык жестов, цифровые системы) каждому сотруднику, от старых к молодым, из уст в уста. Тем самым создается атмосфера, присущая конкретному трудовому коллективу конкретной фирмы.

М. Пакановский говорил, что организационная культура – это не просто одна из составляющих проблемы, это сама проблема в целом. Мы же скажем, что культура – это не то, что организация имеет, а то, чем она является.

Российские ученые Р.Л. Кричевский, Ю.Г. Одегов, П.В. Журавлев, В.В. Томилов рассматривали организационную культуру как сложную структуру, соединяющую в себе множество элементов, включая моральные принципы, кадровую политику, дресс-код, принятые формы коммуникации, взаимодействия с заказ-

чиками и даже критерии оценки товаров.

В.В. Козлов, А.О. Блинов, О.В. Василевская, В.А. Спивак, С.А. Карпов утверждают, что корпоративная культура включает в себя как материальные, так и духовные ценности. Причем эти аспекты рассматриваются не самостоятельно, а во взаимосвязи с воздействием на окружение и на работников организации [2]. Огромное воздействие на формирование культуры организации оказывают: удовлетворенность работников условиями труда, взаимное уважение и сотрудничество между сотрудниками, а также то, связывает ли работник свой дальнейший карьерный рост именно с этой компанией, считает ли он себя частью компании, видит ли перспективы развития, соответствует ли его мировоззрение сложившимся (или требуемым) в организации нормам поведения. Таким образом, мы подошли к изучению корпоративной культуры.

Э. Шейн замечает три уровня организационной культуры, которые начинаются с поверхности, затрагивают глубинные ценности и, наконец, находят даже скрытые качества. На первом уровне Э. Шейн отмечает, что исследование происходит на стыке внешних факторов, архетипов и наблюдаемых моделей поведения. Все это видит каждый участник процесса, но не интерпретирует, так как более глубокого познания требует следующая грань сущностной структуры организации, а именно ценностные ориентации и верования. Эти аспекты уникальны тем, что могут быть проверены в физическом мире и только через социальный консенсус. Но самую интересную и глубокую часть занимает так называемое «коллективное бессознательное» – те ключи, что принимаются коллективом подсознательно и бездоказательно. Это базовые предложения, которые лежат в основе ценностей предприятия.

Сущность организационной культуры должна заключать в себе ответы на вопросы:

- Кто мы?
- Какие мы?
- Как должен быть организован трудовой коллектив, что в нем поощряется, а что пресекается?

Культуру работы компании можно описать

подробно и сформулировать в формальных документах, часто она базируется на моральных принципах основателя компании, его жизненном кредо и стиле руководства. Принципы «игры» должны быть приняты всеми участниками организационного процесса. Каждый работник чувствует свою связь с другими членами коллектива, оценивая свое место и роль в организационном процессе, делая выводы о себе как личности, при этом воздействуя на весь микроклимат в обществе. Принятые способы коммуникации и манеры общения напрямую воздействуют на атмосферу в команде. Адекватная корпоративная политика имеет и свой качественный итог – довольного клиента, который захочет вернуться в компанию снова. Следовательно, корпоративная культура влияет как на внутренние отношения, так и на взаимодействие с клиентами.

Материальное обеспечение также входит в корпоративную политику и напрямую определяет способы общения внутри фирмы. Здание, интерьер, планировка помещений задают корпоративную культуру. Оснащение техническими средствами способно задать инновационный курс ведения документации, организации контроля, отчетности, коммуникаций.

Именно культура фирмы является тем ядром, которое связывает воедино каждый винтик в такой сложной структуре: от настроения рядового сотрудника и качества произведенного продукта до чистой прибыли владельцев компании. Именно культура предприятия является залогом стремительного роста [5]. Она позволяет создать эффективную рабочую обстановку, в которой будут довольны и работники, и заказчик. И хотя нет единого мнения о том, что она собой представляет, с уверенностью можно сказать, что любая компания развивается через ее работников, систему труда, взаимоотношения внутри коллектива и иные аспекты, которые оказывают влияние на заинтересованные стороны, потребителей, а также на то, как общество в целом воспринимает эту компанию. Другими словами, культура организации выстраивает репутацию компании.

Список литературы

1. Баланов, Д.С. Понятие организационной культуры и ее сущность / Д.С. Баланов, А.К. Гаврилина // Интерактивная наука. – 2023. – № 5(81). – С. 46–47.

2. Понятие и структура организационной культуры / А.А. Жидков, К.С. Гордеев, К.В. Слюзнева [и др.] // Современные научные исследования и инновации. – 2019. – № 1(93). – С. 13.
3. Катковская, И.В. Организационная культура предприятия и ее влияние на организационную эффективность / И.В. Катковская // Молодой ученый. – 2016. – № 15(119). – С. 305–308.
4. Коваленко С.В. Влияние корпоративной культуры предприятия на организационную эффективность / С.В. Коваленко, О.И. Юрасова // Теория и практика общественного развития. – 2014. – № 3. – С. 279–282.
5. Логинова, О.Б. Организационная культура как фактор эффективности деятельности предприятий малого бизнеса / О.Б. Логинова. – М. : Инфра-М, 2014. – 226 с.
6. Соломанидина, Т.О. Организационная культура в таблицах, тестах, кейсах и схемах. Учебно-методические материалы / Т.О. Соломанидина. – М. : ИНФРА-М, 2021. – 395 с.
7. Шейн, Э. Организационная культура и лидерство. Построение. Эволюция. Совершенствование : пер. с англ. / Э.Шейн. – Санкт-Петербург : Питер, 2002. – 335 с.

References

1. Balanov, D.S. Ponyatiye organizatsionnoy kul'tury i yeye sushchnost' / D.S. Balanov, A.K. Gavrilina // Interaktivnaya nauka. – 2023. – № 5(81). – S. 46–47.
2. Ponyatiye i struktura organizatsionnoy kul'tury / A.A. Zhidkov, K.S. Gordeyev, K.V. Slyuzneva [i dr.] // Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i innovatsii. – 2019. – № 1(93). – S. 13.
3. Katkovskaya, I.V. Organizatsionnaya kul'tura predpriyatiya i yeye vliyaniye na organizatsionnyuyu effektivnost' / I.V. Katkovskaya // Molodoy uchenyy. – 2016. – № 15(119). – S. 305–308.
4. Kovalenko S.V. Vliyaniye korporativnoy kul'tury predpriyatiya na organizatsionnyuyu effektivnost' / S.V. Kovalenko, O.I. Yurasova // Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya. – 2014. – № 3. – S. 279–282.
5. Loginova, O.B. Organizatsionnaya kul'tura kak faktor effektivnosti deyatel'nosti predpriyatiy malogo biznesa / O.B. Loginova. – M. : Infra-M, 2014. – 226 s.
6. Solomanidina, T.O. Organizatsionnaya kul'tura v tablitsakh, testakh, keysakh i skhemakh. Uchebno-metodicheskiye materialy / T.O. Solomanidina. – M. : INFRA-M, 2021. – 395 s.
7. Sheyn, E. Organizatsionnaya kul'tura i liderstvo. Postroyeniye. Evolyutsiya. Sovershenstvovaniye : per. s angl. / E.Sheyn. – Sankt-Peterburg : Piter, 2002. – 335 s.

© Ю.Е. Распевалова, В.Н. Лазарев, 2025

УДК 005

Ч.Р. САФИУЛЛИНА¹, А.В. БОБРОВ², Р.Т. САФИУЛЛИН¹, О.В. ИЛЮШИН³, А.А. ГУЛЯКОВ¹

¹ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;

²ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма»;

³ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

ОЦЕНКА И КАЧЕСТВО СНА СТУДЕНТОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Ключевые слова: дневной сон; качество сна; медицина; ночной сон; общее состояние; сон; студент.

Аннотация. Целью данной работы является изучение качества сна студентов в Республике Татарстан. Задачами исследования было определить механизм сна, дать определение сна, а также оценить качество сна студентов Республики Татарстан. Гипотеза исследования заключается в понимании качества и гигиены сна, в понимании того, как плохой сон влияет на студентов. Методами исследования были проведение анкетирования на оценку качества сна студентов в Республике Татарстан и тестирования методики эпвортской шкалы сонливости. Наше исследование наглядно показывает оценку качества сна студентов, а также то, с какими проблемами они сталкиваются.

Актуальность

В последнее время особое внимание уделяется проблеме нарушений сна в молодом возрасте, так как нарушение сна имеет сильное влияние на здоровье, а тема здоровья и здорового образа жизни выходит на первый план наравне с другими ценностями человека. Здоровый образ жизни и соблюдение гигиены сна являются важным составляющим хорошего качества сна. Расстройство сна – достаточно распространенное нарушение, которое связано с влиянием ряда эндогенных и экзогенных факторов. Такие симптомы стресса, как повышенная утомляемость, нарушения сна, чрезмерное употребление алкогольных напитков, избыточная дневная сонливость, тревога, раздражительность, депрессия, личностные вну-

тренные проблемы являются обычными для студентов, и значительно реже отмечаются среди лиц, занимающихся физическими упражнениями [1].

Сон является неотъемлемым физиологическим процессом пребывания в состоянии с минимальным уровнем мозговой активности и пониженной реакцией на окружающий мир. На сегодняшний день все больше и больше молодых людей от 15 и до 30 лет страдают различными расстройствами сна, что сказывается на эмоционально-волевой, когнитивной сфере жизни человека. Следовательно, появляется бессонница. Если человек страдает бессонницей или постоянно недосыпает, это может привести к различным патологиям и заболеваниям, начиная от нервных и заканчивая более серьезными недугами. Так, сахарный диабет второго типа на 28 % чаще развивается у тех, кто имеет длительность сна менее шести часов. Растет риск гипертонии, чаще возникают ишемическая болезнь сердца и инсульты. В целом у малоспящих людей на 12 % выше смертность [1; 2].

Каждый день мы развиваемся, получаем опыт при обучении в университете, колледже и т.д., и для нас это имеет решающее значение. Важно начинающим студентам предоставить благоприятную среду для обучения, в которой они могут получить знания, навыки, чтобы они могли построить свой собственный путь, успешно устроиться на работу и внести свой вклад в науку и в общество в целом. Но мы с вами понимаем, что за такой опыт нужно «платить», и «платить» порою очень дорого, поэтому очень важно, чтобы годы учебы были как можно более эффективными, надо снизить риск заболеваемости организма [3]. Главным препятствием на пути к успеху является высокая дневная сонливость от нерегулярного ре-

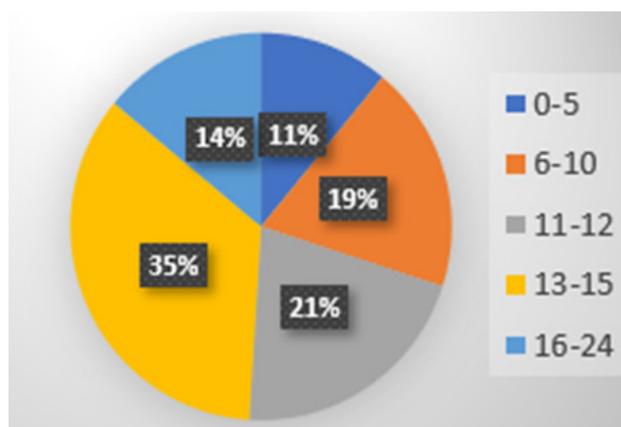


Рис. 1. Распределение ответов в % соотношении «Эпвортская шкала сонливости»

жима сна среди студентов. Лишение сна определяется как получение недостаточного сна для поддержания адекватной дневной бдительности. В литературе недостаток сна часто называют либо острой депривацией сна, либо хронической частичной депривацией сна [6]. Более типично, что недосыпание состоит из хронического частичного недосыпания, когда студент получает некоторый, но недостаточный сон. Сонливость может быть очевидным следствием недосыпания, но часто вызвана другими обстоятельствами, чаще всего нарушениями сна. Чтобы понять последствия сонливости и недосыпания, необходимы знания о нормальном сне и его влиянии на обучение, память и производительность. Не менее важны потенциальные вмешательства, поскольку они могут предоставить возможность улучшить результаты в области здравоохранения и образования для этой демографической группы [4; 5].

Результаты исследования и их обсуждения

В исследовании приняло участие 539 студентов, из которых 272 юношей (50,5 %) и 267 девушек (49,5 %) в возрасте от 18 до 30 лет (средний возраст $23 \pm 0,5$ лет). Было проведено масштабное анкетирование на оценку качества сна среди студентов Республики Татарстан по методике эпвортской шкалы сонливости во всех вузах. В результате анкетирования оценки качества сна студентов и методики эпвортской шкалы сонливости мы получили следующие данные. Эпвортская шкала сонливости используется для измерения дневной сонливости. Она была представлена в 1991 г.

доктором Мюрреем Джонсом из больницы Эпворта в Мельбурне, Австралия. Тест состоит из восьми пунктов. В каждом из них испытуемого просят оценить вероятность того, что он заснет, по шкале от нуля до трех в восьми различных повседневных ситуациях. Для получения количественного выражения дневной сонливости баллы всех пунктов суммируются. Максимальная сумма полученных баллов равна 24.

Интерпретация результатов:

- 0–8 баллов – норма;
- 9–12 баллов – легкая сонливость;
- 13–16 баллов – средняя сонливость;
- более 16 баллов – тяжелая сонливость.

Анкетирование по эпвортской шкале сонливости показало, что 11 % студентов набрали от 0 до 5 баллов, что говорит о норме, и проблемы с дневной сонливостью маловероятны. 19 % студентов набрали от 6 до 10 баллов, что говорит о норме с тенденцией к избыточности. 35 % студентов набрали от 13 до 15 баллов, что говорит о средней избыточной дневной сонливости. 14 % студентов набрали от 16 до 24 баллов, что говорит о высоком уровне избыточности дневной сонливости (гиперсомния) (рис. 1).

Анализ результатов анкетирования оценки качества сна студентов Республики Татарстан предоставил нам значительные результаты о том, что каждый день с шести до восьми утра просыпаются 29,5 % студентов. До шести утра просыпаются 28 %. А остальные 42,6 % процентов студентов просыпаются после восьми утра (рис. 2).

Результаты анкетирования показали, что 28,8 % студентов никогда не высыпаются, а 39,7 % студентов были удовлетворены своим

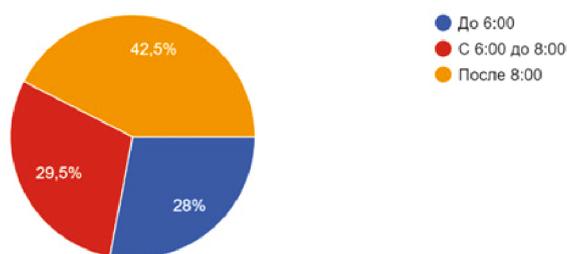


Рис. 2. Распределение ответов в % соотношении «В какое время Вы просыпаетесь?»

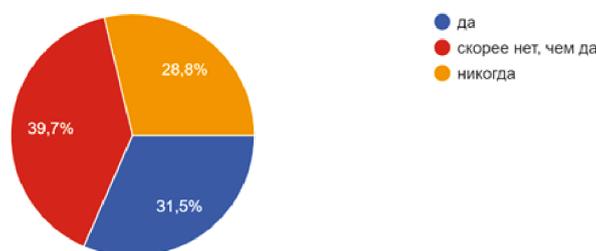


Рис. 3. Распределение ответов в % соотношении «Хватает ли времени у Вас выспаться?»

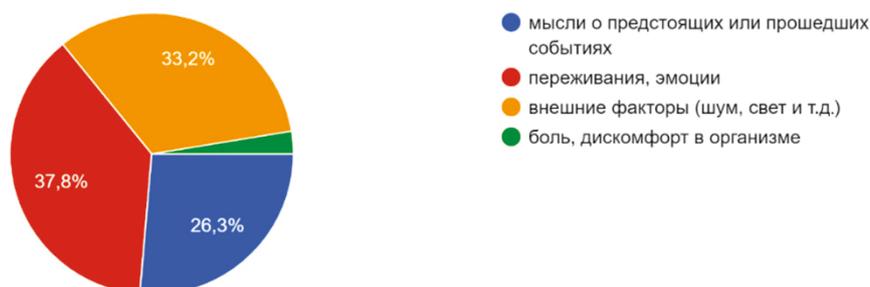


Рис. 4. Распределение ответов в % соотношении «Что Вам мешает уснуть?»

сном. Однако остальные 31,5 % студентов высыпаются хорошо (рис. 3).

Выяснилось, что у 37,8 % студентов полноценному качественному сну мешают различные переживания или эмоции, а иногда и то и другое. 33,2 % студентов не могут уснуть из-за внешних факторов, а остальным респондентам 26,3 % мешают мысли, которые они прокручивают у себя в голове о предстоящих и прошедших событиях (рис. 4).

На вопрос «Хотите ли Вы спать на занятиях?» самое большое количество студентов ответили «Иногда» (36,5 %), остальные дали ответы «Никогда» (33,4 %) и «Почти всегда»

(30,1 %) (рис. 5).

Выявилась тенденция к употреблению медицинских препаратов: 42,3 % студентов периодически употребляют снотворные препараты или другие медицинские препараты, прочие студенты (26,3 %) очень редко использовали медицинские препараты, а остальные 31,4 % никогда не принимали медицинские препараты для засыпания (рис. 6).

Для борьбы со сном большее количество студентов отдало свое предпочтение медицинским препаратам – 40,1 % (из них женщин в два раза больше, чем мужчин). Другие студенты прибегают к тонизирующим напиткам 33 %

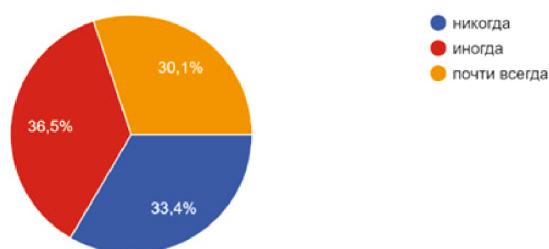


Рис. 5. Распределение ответов в % соотношении «Хотите ли Вы спать на занятиях?»

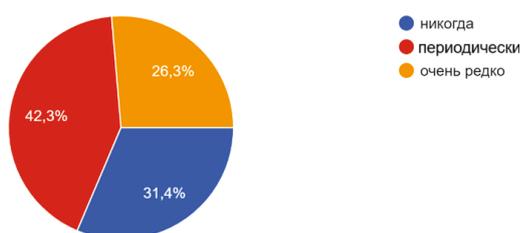


Рис. 6. Распределение ответов в % соотношении «Используете ли Вы лекарственные препараты (например: снотворные препараты) для того, чтобы уснуть?»

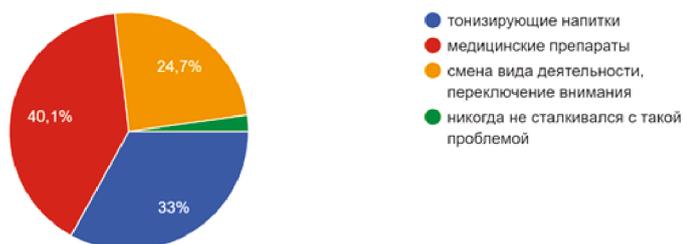


Рис. 7. Распределение ответов в % соотношении «Что Вы чаще всего используете для борьбы со сном?»

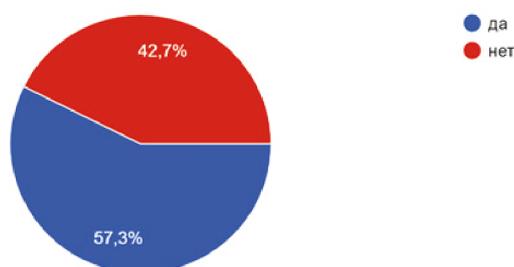


Рис. 8. Распределение ответов в % соотношении «Влияет ли сон на Вашу успеваемость?»

(чаще мужчины, чем женщины). 24,7 % прибегают к смене вида деятельности, переключению

внимания (рис. 7).

Большинство студентов (57,3 %) ответило,

что сон влияет на успеваемость, 42,7 % респондентов ответили, что сон на их успеваемость не влияет (рис. 8).

Анализ результатов по 10-ти балльной шкале оценки качества сна (где 1 – совершенно не высыпаясь, 10 – высыпаясь очень хорошо) показал, что 419 студентов отметили качество сна цифрой 3. Это говорит о том, что больше половины опрошенных студентов не высыпаяются.

Заключение

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что более 35 % студентов, основную часть которых составляют женщины, имеют среднюю избыточную дневную сонливость. При этом большинство

студентов (40,1 %), основную массу которых составляют женщины, прибегают к разным медицинским препаратам для того, чтобы улучшить сон, и 33 %, большая часть которых – мужчины, прибегают к различным напиткам. Также у 57,3 % студентов сон влияет на успеваемость в учебе.

Сон всегда был неотъемлемой частью нашей жизни, и его дефицит может привести к различным последствиям, поэтому у большинства опрошенных студентов уже имеются нарушения нормы и гигиены сна. Качество сна всегда будет отражаться на психическом, эмоциональном и физиологическом состоянии студентов, и все это в совокупности будет влиять на обучение. Поэтому важно следить за своим организмом и соблюдать нормы гигиены сна для потенциала сохранения здоровья.

Список литературы

1. Уолкер, М. Зачем мы спим. Новая наука о сне и сновидениях / М. Уолкер. – М. : Азбука Аттикус, 2018. – 312 с.
2. Ковальзон, В.М. Основы сомнологии. Физиология и нейрохимия цикла «бодрствование – сон» / В.М. Ковальзон. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 287 с.
3. Акимов, О.Е. Правда о Фрейте и психоанализе / О.Е. Акимов. – М. : 2005. – 279 с.
4. Бескова, И.А. Природа сновидений (эпистемологический анализ) / И.А. Бескова РАН, Ин-т философии. – М., 2005. – 239 с.
5. Вейн, А.М. Гиперсомнический синдром (Нарколепсия и другие формы патологической сонливости) / А.М. Вейн. – М. : Медицина, 2014. – 213 с.
6. Тропин, Н.Н. Гигиена сна и здоровье человека / Н.Н. Тропин. – М. : Мысль, 2020. – 169 с.

References

1. Uolker, M. Zachem my spim. Novaya nauka o sne i snovideniyakh / M. Uolker. – M. : Azbuka Attikus, 2018. – 312 s.
2. Koval'zon, V.M. Osnovy somnologii. Fiziologiya i neyrokhiimiya tsikla «bodrstvovaniye – son» / V.M. Koval'zon. – M. : Binom. Laboratoriya znaniy, 2014. – 287 s.
3. Akimov, O.Ye. Pravda o Freyde i psikhoanalize / O.Ye. Akimov. – M. : 2005. – 279 s.
4. Beskova, I.A. Priroda snovideniy (epistemologicheskii analiz) / I.A. Beskova RAN, In-t filosofii. – M., 2005. – 239 s.
5. Veyn, A.M. Gipersomnicheskiy sindrom (Narkolepsiya i drugiye formy patologicheskoy sonlivosti) / A.M. Veyn. – M. : Meditsina, 2014. – 213 s.
6. Tropin, N.N. Gigiyena sna i zdorov'ye cheloveka / N.N. Tropin. – M. : Mysl', 2020. – 169 s.

УДК 574(075.8)

Д.Р. ФАХРЕЕВА
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический
университет», г. Казань

ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Ключевые слова: диаграмма Исикавы; документированная информация; экологический менеджмент; электронный документооборот.

Аннотация. Целью статьи является исследование использования электронного документооборота в качестве инструмента экологического менеджмента. Для достижения цели с помощью диаграммы Исикавы было проведено исследование проблем внедрения электронного документооборота в систему экологического менеджмента и выявлены наиболее важные проблемы и причины их возникновения. Далее были изучены существующие решения и технологии для электронного документооборота в сфере экологического менеджмента. На основе вышеизложенного была произведена разработка рекомендаций для внедрения электронного документооборота в систему экологического менеджмента. Разработка рекомендаций осуществлялась с помощью *SWOT*-анализа. В результате было выявлено, что электронный документооборот может быть использован в качестве эффективного инструмента экологического менеджмента.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 14001-2016 «Национальный стандарт Российской Федерации. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» система экологического менеджмента предприятия должна включать в себя документированную информацию. Документированная информация – это информация, которая должна управляться и поддерживаться организацией, и сам носитель, который ее содержит. Использование документированной информации ста-

новится более эффективным, если она представлена в цифровой форме. Цифровизация экологической документации регулируется нормативно-правовыми актами. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 г. предусматривает развитие системы государственного экологического мониторинга, формирование единой информационной системы, обеспечение открытости и доступности информации о состоянии окружающей среды. Федеральный проект «Чистая страна» направлен на рекультивацию наиболее опасных объектов накопленного экологического вреда. Проект включает использование цифровых технологий для мониторинга состояния окружающей среды и контроля за ходом работ по рекультивации. Цели устойчивого развития ООН включают ряд экологических задач, таких как борьба с изменением климата, сохранение морских экосистем, рациональное использование ресурсов. Для достижения этих целей необходимо развивать цифровые технологии и обмен информацией между странами. Эти документы создают основу для внедрения электронного документооборота в экологический менеджмент. Они подчеркивают важность использования цифровых технологий для повышения эффективности управления экологической документацией, обеспечения ее прозрачности и доступности. Особенности развития нововведений в работу с экологической документацией исследовались в работах М.В. Ламиховой [1]. Работа с экологической отчетной документацией рассматривалась в исследованиях Г.Н. Соколовой [2]. Развитие цифровизации в сфере экологии изучалось в работах Е.Г. Семутниковой [3]. Однако исследования в области использования электронного документооборота в экологичес-

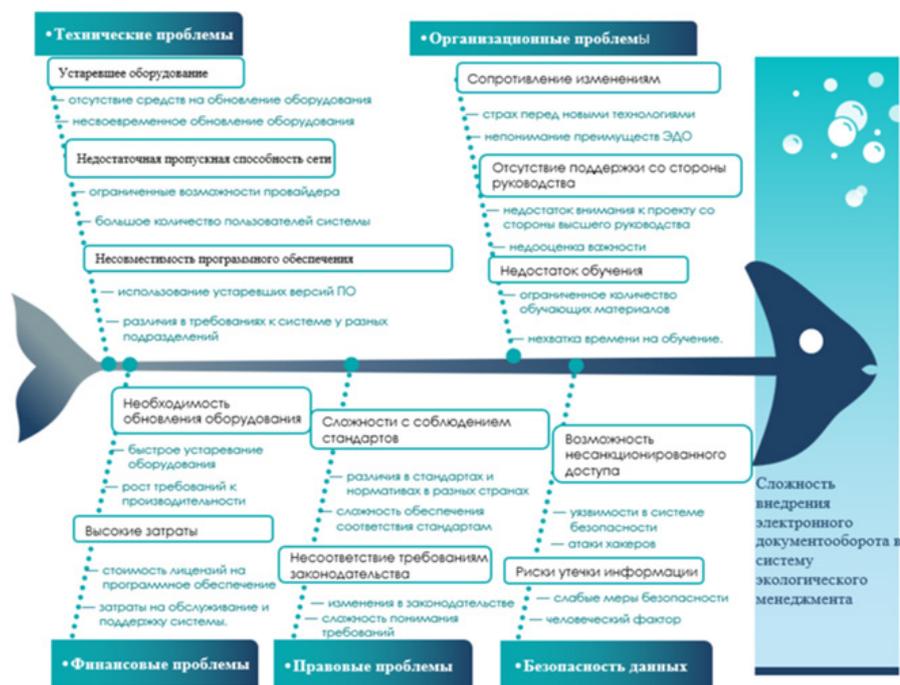


Рис. 1. Диаграмма Исикавы по сложности внедрения электронного документооборота в систему экологического менеджмента

ком менеджменте не проводились. В соответствии с этим целью данной статьи является исследование электронного документооборота как инструмента экологического менеджмента. Для достижения цели необходимо решение следующих задач:

- 1) исследование проблем внедрения электронного документооборота в систему экологического менеджмента;
- 2) изучение существующих решений и технологий для электронного документооборота в сфере экологического менеджмента;
- 3) разработка рекомендаций для внедрения электронного документооборота в систему экологического менеджмента.

Электронный документооборот (ЭДО) – это документооборот с использованием автоматизированной информационной системы (системы электронного документооборота). При внедрении электронного документооборота в систему экологического менеджмента возникают проблемы. В данном исследовании для выявления этих проблем была использована диаграмма Исикавы.

На этом этапе были определены основные категории проблем, с которыми сталкиваются организации при внедрении электрон-

ного документооборота в систему экологического менеджмента. Основные категории могут включать: технические проблемы, организационные проблемы, финансовые проблемы, правовые проблемы, безопасность данных.

Эти категории представляют собой «голову рыбы» в диаграмме Исикавы. Они будут служить основой для дальнейшего анализа.

Далее производится выявление причин возникновения проблем. Для каждой категории проблем были выявлены возможные причины их возникновения.

После определения категорий и причин было осуществлено построение диаграммы Исикавы. Диаграмма представляет собой графическое изображение, где каждая категория проблем представлена в виде «головы рыбы», а причины возникновения этих проблем – в виде «косточек».

Анализ диаграммы позволил определить, что причины «Технические проблемы» и «Организационные проблемы» являются наиболее важными. Для этого команда оценивает количество и силу связей между проблемами и причинами, так как они имеют наибольшее коли-

чество связей с причинами.

Далее для достижения цели были изучены существующие решения и технологии для электронного документооборота в сфере экологического менеджмента: системы управления документами (*DMS*), электронные подписи, облачные технологии, аналитика и отчетность, искусственный интеллект и машинное обучение, блокчейн.

На основе решения двух предыдущих задач были разработаны рекомендации для внедрения электронного документооборота в систему экологического менеджмента. Разработка рекомендаций осуществлялась на основе *SWOT*-анализа. Согласно данной методике были выявлены сильные стороны, слабые стороны, возможности и угрозы.

Сильные стороны: повышение эффективности работы, снижение затрат, улучшение контроля над процессами, обеспечение доступа к документам из любой точки мира, защита от несанкционированного доступа.

Слабые стороны: необходимость обучения сотрудников, риски потери или повреждения данных, сложность интеграции с другими системами, высокие затраты на внедрение и обслуживание.

Возможности: развитие технологий, интеграция с другими системами, обучение и развитие сотрудников.

Угрозы: технические сбои, кибератаки, изменения в законодательстве.

На основе данного анализа были сформированы рекомендации по внедрению электрон-

ного документооборота в систему экологического менеджмента:

- провести обучение сотрудников;
- обеспечить техническую поддержку;
- внедрить меры безопасности;
- интегрировать систему с другими информационными системами;
- регулярно обновлять систему;
- оценивать эффективность системы;
- создать культуру использования электронного документооборота;
- использовать облачные технологии;
- разработать политику управления рисками;
- вовлекать сотрудников в процесс внедрения.

Эти рекомендации помогут организациям успешно внедрить систему электронного документооборота и получить от нее максимальную отдачу.

Таким образом, электронный документооборот представляет собой эффективный инструмент для экологического менеджмента. Внедрение ЭДО способствует оптимизации процессов управления экологической документацией, повышению эффективности работы и снижению затрат на печать и хранение бумажных документов. Для успешного внедрения электронного документооборота в систему экологического менеджмента необходимо учитывать ряд факторов, таких как наличие соответствующей инфраструктуры, обучение персонала, обеспечение безопасности данных и соблюдение законодательных требований.

Список литературы

1. Ламихова, М.В. Экологическая документация с учетом нововведений / М.В. Ламихова // Экология производства. – 2019. – № 5(178). – С. 8–18.
2. Соколова, Г.Н. Отчетная экологическая документация в современных условиях / Г.Н. Соколова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 1(50). – С. 100–102.
3. Семутникова, Е.Г. Цифровизация в сфере экологии: новые возможности для города / Е.Г. Семутникова // Вестник Университета Правительства Москвы. – 2023. – № 2(60). – С. 61–66.

References

1. Lamikhova, M.V. Ekologicheskaya dokumentatsiya s uchetom novovvedeniy / M.V. Lamikhova // Ekologiya proizvodstva. – 2019. – № 5(178). – S. 8–18.

2. Sokolova, G.N. Otchetnaya ekologicheskaya dokumentatsiya v sovremennykh usloviyakh / G.N. Sokolova // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2020. – № 1(50). – S. 100–102.

3. Semutnikova, Ye.G. Tsifrovizatsiya v sfere ekologii: novyye vozmozhnosti dlya goroda / Ye.G. Semutnikova // Vestnik Universiteta Pravitel'stva Moskvyy. – 2023. – № 2(60). – S. 61–66.

© Д.Р. Фахреева, 2025

Abstracts and Keywords

I.R. Bukhtiyarov, Y. Musaeva, A.B. Shakirov

Using The Unixcoder Model to Find Vulnerabilities in Source Code

Keywords: unixcoder; vulnerability; large language model; transformer.

Abstract. In the era of great development of digital technologies, high priority is given to the security of developed solutions, in particular various types of applications in various programming languages. Searching for vulnerabilities in the source code is an important task in ensuring this security. Classic vulnerability detection tools are static code analyzers and language models; currently, the quality parameters of solutions for various types of vulnerabilities do not always meet the requirements of information security. The aim of this study is to improve the quality of vulnerability detection using language models. To achieve this goal, the main task is to demonstrate the feasibility of applying the Unixcoder model for the automatic detection of vulnerabilities in program source code. The model was tested on data from the VulDeePecker dataset, which made it possible to evaluate its performance on real snippets of program code. Unixcoder demonstrated high accuracy (Precision 94.5 %), recall (Recall 93.8 %) and F1-score (94.1 %), surpassing the quality parameters of one of the classic transformer models (**BERT**) with accuracy (Precision 91.0 %), recall (Recall 90.2 %) and F1-score (90.6 %). The obtained results confirm the effectiveness of Unixcoder for automatic detection of vulnerabilities in source code. This approach can be integrated into software security processes, which will automate code analysis, reduce the likelihood of missing critical vulnerabilities and increase the overall reliability of software systems.

A.B. Goncharova, E.P. Kolpak, N.A. Gasratova

Spatial Heterogeneity in the Predator-Prey System

Keywords: population; predator; prey; stability; points of attraction; mathematical model.

Abstract. Mathematical models of interacting populations do not always predict variants of spatial distribution of groups of individuals. One of the objectives of the work is to explain periodic fluctuations in predator-prey systems not only in time but also in space. Accounting for spatial distribution is based on a model for a distributed predator-prey system. The trophic function of the prey takes into account intraspecific losses of the prey and the features of its growth under conditions of small numbers. The conditions for the presence of fixed points for a local model of unstable according to Lyapunov, but stable according to Lagrange are determined. For a linear range, conditions for the possible formation of spatial structures are found. The main causes of their occurrence in mathematical interpretation are low mobility of prey individuals and low birth rate.

S.V. Palmov, A.A. Diyazitdinova

Exploration of Generative Adversarial Networks for Creating Images with Simple Structure

Keywords: generative adversarial network; neural network; machine learning; deep learning; artificial intelligence; data analysis; Python.

Abstract. Neural networks currently represent the most in-demand class of machine learning algorithms. These models require vast datasets for training, with volumes often reaching dozens of terabytes. Researchers are frequently unable to access such extensive datasets. Machine learning techniques, specifically generative adversarial networks (**GANs**), provide a promising alternative for addressing this challenge by creating novel "content". The study aimed to evaluate the hypothesis that GANs could generate images sufficiently similar to original ones to form representative datasets. To

achieve this, the following tasks were addressed: generation of training data, development of Python code, execution of a series of experiments and presentation of the results in tables. The study employs methods of comparative analysis, machine learning and mathematical statistics. The results obtained from the research confirm the validity of the formulated hypothesis.

G.F. Shipulin, I.V. Kalutsky, A.E. Priymak

Security Issues in Decentralized Applications

Keywords: decentralized application; smart contract; vulnerabilities; protection tools; information security.

Abstract. The article shows the relevance of the security issues of decentralized applications. The aim of the work is to identify features that make it possible to form a classification of vulnerabilities in decentralized applications for the possibility of building a protection strategy, regardless of their structural complexity. The hypothesis of the study suggests that in the context of the dynamic development of decentralized applications and blockchain technologies, an approach based on protecting components from appropriate attack vectors will allow in the future to form a multi-level protection methodology for developing and already functioning decentralized systems. The main tasks include analyzing the architecture of decentralized applications, forming criteria for classifying vulnerabilities of decentralized applications, considering specific vulnerabilities, means of finding and closing them. The research methods are based on a review and analysis of modern developments in the field of building and protecting decentralized applications. The paper reveals the concept of decentralized applications, describes the architecture of decentralized applications and the interaction of their main components: "wallets", smart contracts, decentralized storage and blockchain platforms. A classification of vulnerabilities of decentralized applications based on their components is proposed: smart contracts, decentralized storage, blockchain platforms and third-party services used, client vulnerabilities and vulnerabilities of decentralized and distributed networks, vulnerabilities of consensus algorithms. Common vulnerabilities of smart contracts as the most vulnerable components of decentralized applications are described, as well as ways to close them.

A.V. Aab, S.A. Gutyar, M.E. Ivanova, A.V. Murygin

Analysis of Errors in the Creation of a Unified Information Space at the Enterprises of the Rocket and Space Industry

Keywords: unified information space; error minimization; implementation of information systems; product lifecycle.

Abstract. The article discusses errors that occur at various stages of the implementation of an information system for supporting the life cycle of product production within the boundaries of an integrated unified information environment at an enterprise in the rocket and space industry. The classification of errors is carried out and measures are proposed to minimize them in conditions of complex technological processes and a high degree of responsibility typical of the industry. The purpose of the study is to analyze errors, identify their causes and develop approaches to minimize them that arise in the process of creating a unified information space within the framework of the production management system and the lifecycle of manufactured products. To achieve this goal, the following tasks are highlighted: to classify and describe errors that occur at the stages of design, development and implementation of a single information space; to propose approaches to minimizing errors that take into account the specifics of the rocket and space industry. The results achieved are as follows: the analysis of errors and the proposed approaches to their minimization, taking into account the specifics of the rocket and space industry, will improve the efficiency of managing information resources of the enterprise.

Installation of Bored Injection Piles Using Discharge-Pulse Technology

Keywords: foundation; piles; discharge-pulse technology; compaction; construction.

Abstract. The paper examines the device of borehole injection piles using discharge-pulse technology. The purpose of this article is to consider the significance and advantages of using borehole injection piles created using discharge-pulse technology. The main focus is on the relevance of this method and its key advantages. The results demonstrate high efficiency compared to traditional pile driving methods. The technology helps to increase the bearing capacity of piles due to soil compaction, which, in turn, reduces its precipitation.

D.V. Haritonov, V.I. Rubtsov

Hardware Acceleration Techniques for Neural Network Object Recognition Algorithms

Keywords: algorithm; hardware acceleration; neural network recognition; object recognition.

Abstract. The study aims to determine the optimal hardware acceleration methods for neural network algorithms in mobile systems. The objectives are to analyze modern architectures of specialized accelerators, conduct a comparative analysis, perform experimental performance evaluations, and assess the obtained results. The research hypothesis assumes that the use of specialized neural processors significantly enhances computational efficiency while maintaining energy efficiency. The study used methods of literature review, experimental modeling, and comparative analysis.

The results are as follows: the conducted experiment demonstrated a significant increase in real-time performance of the algorithms, confirming the effectiveness of the proposed approach.

This article examines the existing methods of hardware acceleration of neural network algorithms. It includes a detailed review of the architecture of specialized accelerators and a comparative analysis aimed at determining the most suitable solutions for mobile hardware. A full-scale experiment was conducted, demonstrating a substantial performance improvement in real time, and the results were analyzed.

N.I. Shuvalov, V.I. Rubtsov

A Computer Model of a Quadcopter with Adjustable Rotor Tilt

Keywords: UAV; tilted rotors; UAV computer model; UAV control system.

Abstract. The study aims to determine the impact of adjustable rotor tilt on the maneuverability and stability of a quadcopter. The objectives are to develop a computer model of a quadcopter with adjustable rotor tilt; to simulate the aircraft's performance in a confined space; to evaluate the dynamic characteristics and positioning accuracy; to compare the results with traditional designs. The research hypothesis suggests that the implementation of an adjustable rotor tilt system enhances the maneuverability and stability of the quadcopter during complex maneuvers. The research methods included modeling in Matlab/Simscape, analysis of transient and impulse responses, numerical experiments, and comparative analysis. The results are as follows: the developed model demonstrated improved maneuverability, enhanced stability, and precise trajectory tracking, confirming the effectiveness of the proposed approach.

This article examines the advantages of a quadcopter with adjustable rotor tilt, and describes its benefits compared to conventional designs. A computer model of the aircraft was developed and a simulation of an unmanned aerial vehicle with adjustable rotor tilt was conducted to maneuver the vehicle within a limited space and fulfill the technical requirements.

Yan Chuanchao, Yu Wenhua, Qin Zhuojun, A.N. Volkov

Discontinuity of Acceleration in Pneumatic Drive Based on Rocker Mechanism with Spring Accumulator

Keywords: acceleration jump; mathematical modeling; energy losses; compensation algorithm; responsive; Mathcad; optimization.

Abstract. A mathematical model of the acceleration of the output link of a mechatronic pneumatic drive based on a rocker mechanism with a spring accumulator developed. A study conducted on the phenomenon of acceleration jump under different energy compensation algorithms. The influence of various factors on the amplitude of the acceleration jump analyzed. A method for determining the energy compensation position corresponding to the minimum acceleration jump amplitude proposed.

R.A. Yafizova, V.A. Pykhtin, A.P. Dvorsky

Robotics: Technologies, Benefits and Challenges of Modern Production

Keywords: robotics; industry; automation; innovation.

Abstract. The purpose of this article is to analyze the current state of robotics in industry, identify its advantages and disadvantages, and explore the prospects for the introduction of robots in various industries. The article explores the impact of robotic systems on the efficiency of production processes, product quality and occupational safety, and also examines the impact of robots on job cuts and the economic sustainability of enterprises. The analysis highlights the potential of robotics as a key factor for increasing competitiveness and creating new jobs in related fields.

O.O. Gorshkova

Technical Solutions for Improving the Tread Unit of a Vertical Steel Tank

Keywords: tractor unit; reliability; reverse bending; vertical steel tank; brand; toroidal ring.

Abstract. The aim of the study was to identify ways to increase the reliability of vertical steel tanks by improving the tractor unit. Research methods included study, analysis, generalization, and addition of existing research on this topic, systematization of the results of practical experience. A number of possible options for improving the tractor unit have been identified, aimed at increasing the reliability of tanks, reducing the number of failures during their operation, and increasing the remaining resource. The advantages and disadvantages of the solutions considered are determined.

A.Yu. Ganshkevich, V.V. Rozov, F.O. Fadeew

An Integrated Approach to Optimizing the Processes of Technical Operation of Lifting Structures Using Remote Technologies

Keywords: availability factor; technical utilization factor; downtime; technical operation system; statistical analysis.

Abstract. The purpose of the article is to suggest a new approach to assessing the state of the technical operation system in production. The objectives of the study include identifying the main types of downtime, determining the causes of their occurrence and factors that increase the length of downtime. The hypothesis of the study is the need to investigate the causes and duration of downtime, as it will enable to adjust the system of equipment operation to minimize unproductive use of enterprise resources. The paper uses methods of regulatory documentation analysis, data classification and purification, statistical analysis, and case studies from production. As a result of the work, a new

coefficient of total downtime is proposed, which takes into account technical, administrative and logistical factors; the need to develop a system of performance indicators for technical operation and automation of statistical data collection is substantiated.

V.V. Zvyagintsev, K.A. Lesnikova, O.Yu. Zvyagintseva, V.A. Morozov

A Study of Air Quality in Operated Passenger Cars

Keywords: pollution; air quality index; passenger cars.

Abstract. The aim is to conduct a study of the air quality in operating passenger wagon on one of the sections of the Russian railway. Tasks: to measure the main air parameters in the selected operating passenger cars; to make an analysis and conclusions; to propose measures to improve the air quality in passenger cars. The main research method is instrumental. Research hypothesis assumes that the air quality in operating passenger cars may not meet the standard indicators. The results are as follows: the obtained new data on the air quality in passenger cars of different years of construction and different types during the movement of the train and its stops showed that the maximum AQI values of the surveyed objects were obtained in a compartment car with 26 passenger seats and manufactured in 1989, which corresponds to a "poor" level of the environment. In other more modern cars studied (manufactured in the 21st century), the air quality during the movement of the train was determined to be acceptable. All measured concentrations of PM_{2.5} and PM₁₀ dust in the air of carriages during parking, as well as during the movement of the train, are hundreds of times higher than the standard MAC values, therefore it is recommended to reduce the interval for replacing filters to improve the air quality in carriages, and carriages built in the last century should be decommissioned.

P.P. Kondaurov, V.V. Ivlev

Features of Thermohydraulic Parameters of Autonomous Heat Sources and Individual Heating Points in Joint Design

Keywords: thermohydraulic parameters; power plant; BMK; ITP; coolant temperature.

Abstract. The article discusses the importance of taking into account the features of thermohydraulic parameters of autonomous heat sources (AHS) and individual heating points (IHP) in joint design. The author draws attention to the temperature regime in the return pipeline, the constant flow of coolant and the compatibility of equipment. Special attention is paid to the importance of these factors for ensuring efficient and safe operation of the heat supply system.

The purpose of the study is to analyze the mutual influence of the thermohydraulic parameters of the AHS and IHP operation in the design of a complex of power plants. The hypothesis of the study is to determine the optimal technical solutions for protecting power plants from low temperatures in the return pipeline and ensuring constant flow in the heat network between the heat supply source and the individual heating point.

Research methods were theoretical studies of the operating modes of a block modular boiler house and an individual heating point have been carried out using the example of a residential complex located in the city of Volgograd. The result of the study is as follows: the methodology considered in the article allows us to take into account the significant influence of the temperature regime on the trouble-free operation of power plants and equipment in the heating point, thereby improving the quality of design solutions before performing construction and installation work at the facility.

P.P. Kondaurov Ya.V. Shishlyannikov

Heating System for Monolithic Reinforced Concrete Structures Used to Accelerate Strength Gain

Keywords: heating system; heat flow; holding temperature; heating pipeline.

Abstract. The purpose of the study is to develop a calculation method for heating systems of reinforced concrete structures to accelerate strength gain at sub-zero temperatures. It is proposed to use a system of polyethylene pipelines with a coolant as a distributor of thermal energy throughout the body of a reinforced concrete element.

The subject of the study is the location of pipelines in the body of the structure, the pitch of the pipes, the diameter of the pipelines and the holding temperature mode.

Research methods were theoretical studies of the process of heating and maintaining temperature in monolithic reinforced concrete structures with different surface modules were carried out.

The research result is as follows: the obtained method allows calculating the parameters of laying the heating system, determining the parameters of the coolant and the thermal power of the heat source.

M.V. Goncharov, A.D. Bokhanov, A.S. Terekhov

Prospects for Applying Artificial Intelligence and Machine Learning in Automation of Food Production Processes and Quality Control

Keywords: automated sorting; tools; artificial intelligence; methods; supply chain optimization; food industry; benefits; food waste reduction.

Abstract. Artificial intelligence (AI) based algorithms can improve inventory management, predict consumer demand, and automate quality control. By applying AI and machine learning, companies in this field can improve their operational efficiency, optimize decision-making, and offer new products and services. Accordingly, the objective of the research paper is to study various aspects of the application of artificial intelligence technologies in the food industry and assess the importance of their integration into the industry. To achieve this goal, it is necessary to solve a number of key tasks, such as: to conduct a study of the use of artificial intelligence in the field of nutrition, to assess the potential for implementing fuzzy logic in this industry, to analyze the role of artificial neural networks. Also, focus on the use of machine vision technologies based on artificial intelligence. The hypothesis suggests that artificial intelligence and machine learning help predict potential points of food waste in the supply chain. By identifying inefficiencies and waste areas, companies can take proactive measures to reduce food loss and improve sustainability. The research methods were analysis, synthesis, and artificial intelligence technologies. As a result, recommendations were developed for the application of artificial intelligence in the food industry.

M.D. Dudnik, M.B. Sukhanov

Product Quality Management in Mechanical Engineering Based on Mathematical Statistics and Machine Learning Methods

Keywords: product quality management; standardization; organization of production; mechanical engineering; artificial intelligence.

Abstract. The purpose of this article is to review and analyze approaches to product quality management in mechanical engineering. Research objectives are to identify the most pressing issues of standardization in an industrial enterprise; to consider the purpose of statistical methods in product quality management; to analyze the main approaches to the application of machine learning methods in quality management of machine building products. Research methods included content analysis of scientific literature. The novelty of the research is due to the need for a wider application of machine learning in product quality management. The practical significance of the work lies in the possibility of reducing production costs through the use of neural networks in the organization of production processes. The results are as follows: an urgent task of industrial enterprises is the standardization of labeling of manufactured products, parts and components. A wide range of statistical methods makes it possible to assess the quality of a certain type of industrial product by a specific indicator, analyze the quality of production of machine-building parts, monitor and influence the progress of the production process, and assess the risks and causes of equipment failure. The introduction of artificial intelligence

technologies is mainly aimed at solving the following tasks: optimizing technological processes, improving the efficiency of equipment, optimizing the allocation of resources, promptly identifying production defects and preventing machine downtime, analyzing work and predicting equipment failures.

S.A. Sumburov, L.M. Ovechkin

Information Modeling of the Internal Audit Process of the QMS

Keywords: internal audit; information modeling; measures; optimization; quality management system.

Abstract. The article is devoted to the analysis of the internal audit process of the quality management system (QMS), as well as information modeling methods and tools used to optimize this process. The purpose of the work is to increase the effectiveness of audit procedures and improve the quality management system in organizations. To achieve this goal, it is necessary to solve the problem of considering modern approaches to information modeling and their integration into internal audit. The research uses methods of analysis, comparison and forecasting. As a result of the work, measures have been developed to improve the effectiveness of internal audits of the QMS using information modeling.

M.V. Batyukov, V.A. Grechushkin, V.M. Kravchenko, G.I. Polennikova

Implementation of Digital Products in NLMK Group's Production System

Keywords: digitalization; digital product; production system.

Abstract. Many companies are trying to integrate digital technologies into their production systems to increase business efficiency. However, not everyone can achieve a real result. Digitalization is a continuation of the development of the production system. It is a mistake to make a number for the sake of a number, wasting resources and attention on "hype" technologies. It is necessary to move away from real problems and tasks. Digit is a tool for achieving goals. The degree of maturity of the implemented products should correspond to the degree of maturity of the development of the production system of the organization. The purpose of the study is to review and analyze the main elements of digital product solutions in the NLMK Group of Companies. To achieve the purpose of the study, the following tasks were set: to show the directions and results of fundamental changes from the introduction of digital products in the main and auxiliary industries. The research used methods of comparative, logical, economic, statistical and graphical analyses. The hypothesis of the study establishes the impact of the active use of new digital technologies and approaches in the company on the capabilities of end-to-end planning and increased operational efficiency, significantly changing the format of the company's interaction with clients and providing tools to improve labor safety and reduce the impact on the environment. The achieved results include corporate digital solutions implemented in the production processes of NLMK Group, achieving more than 10 % growth in the company's operational efficiency in the current strategic cycle: from relatively simple ones related to online data visualization for technology management, to complex ensembles of mathematical models that optimize entire production stages. Changes associated with digitalization are systemic in nature and change processes at all levels of the company.

O.N. Mongush, R.E. Mongush, A.O. Dostay, A.N. Ak

Planning of Financial and Economic Activities of State Institutions

Keywords: financial and economic activities; government agencies; financial planning; result-oriented budgeting; program and target planning; medium-term planning; foreign experience.

Abstract. The research is aimed at identifying and solving systemic problems of planning financial and economic activities of government agencies of the Russian Federation. The aim is to develop a set

of measures to improve the system of planning financial and economic activities. The hypothesis of the study is that the introduction of modern planning methods and staff training will significantly improve the efficiency of financial management of public institutions. The methodological basis was the analysis of the regulatory framework, the study of foreign experience, methods of comparative and systematic analysis. As a result of the research, the key shortcomings of the current system of planning financial and economic activities have been identified and specific mechanisms for their elimination have been proposed, including the introduction of results-based budgeting, program-oriented and medium-term planning. Recommendations have been developed for the comprehensive improvement of the financial planning system in public institutions.

Yu.E. Raspevalova, V.N. Lazarev

Organizational Culture: Concept and Essence

Keywords: organizational culture; essence of organizational culture; management; organization.

Abstract. The purpose of the article is to consider and analyze the concept of "organizational culture" in the historical context of economic science, to determine its essence. The objectives are to collect and systematize information about the term "organizational culture" in the works of domestic and foreign scientists, to structure approaches and methods for studying the topic under consideration. The research hypothesis suggests that each organization has its own unique culture, which includes many aspects, ranging from the spiritual and moral qualities of the enterprise's team to the material support of the company, this essential core of the company is so important for its functioning that it allows it to remain competitive in crisis situations, and if the organizational culture is improperly managed, the enterprise may completely collapse. The research methods included analysis of economic, interdisciplinary, scientific and methodological, popular science literature, materials of scientific and practical conferences; quantitative and qualitative analysis of the data obtained. The results are as follows: the article considers approaches to understanding the term "organizational culture" in a historical context, analyzes the conclusions of Russian and foreign scientists. The very essence of the organization's culture is structured and broken down into components.

Ch.R. Safullina, A.V. Bobrov, R.T. Safullin, O.V. Ilyushin, A.A. Gulyakov

Improving the Production Technology of “Salmon Caviar in Jars” Based on the Developed Production Control Program

Keywords: sleep; student; sleep quality; medicine; general condition; daytime sleep; night sleep.

Abstract. The purpose of this work is to study the quality of sleep of students in the Republic of Tatarstan. The objectives of the study were to determine the mechanism of sleep, as well as to give definitions of sleep. To assess the quality of sleep of students in the Republic of Tatarstan. The hypothesis of the study is considered to be in understanding the quality and hygiene of sleep, to understand how poor sleep affects students, as well as external factors to maintain their health. The research methods were, in conducting a questionnaire to assess the quality of sleep of students in the Republic of Tatarstan, and the Epworth sleepiness scale. Our study clearly shows the assessment and quality of sleep of students, as well as the problems they face.

D.R. Fakhreeva

Electronic Document Management as a Tool of Environmental Management

Keywords: electronic document management; environmental management; documented information; Ishikawa diagram.

Abstract. The purpose of the article is to study the use of electronic document management

as an environmental management tool. To achieve the goal, using the Ishikawa diagram, a study was conducted of the problems of implementing electronic document management in the environmental management system and the most important problems and causes of their occurrence were identified. Next, existing solutions and technologies for electronic document management in the field of environmental management were studied. Based on the above, recommendations were developed for the implementation of electronic document management in the environmental management system. The recommendations were developed using SWOT analysis. As a result, it was revealed that electronic document management can be used as an effective environmental management tool.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ List of Authors

И.Р. БУХТИЯРОВ аспирант Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Москва E-mail: van4elotti@gmail.com	I.R. BUKHTIYAROV Postgraduate student, National Research Nuclear University MPhI, Moscow E-mail: van4elotti@gmail.com
Я. МУСАЕВА аспирант Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Москва E-mail: yasamin.tm@gmail.com	Y. MUSAEVA Postgraduate student, National Research Nuclear University MPhI, Moscow E-mail: yasamin.tm@gmail.com
А.Б. ШАКИРОВ кандидат технических наук Сколковского института науки и технологий, г. Москва E-mail: anuar.shakirov@aramcoinnovations.com	A.B. SHAKIROV Candidate of Science (Engineering), Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow E-mail: anuar.shakirov@aramcoinnovations.com
А.Б. ГОНЧАРОВА кандидат физико-математических наук, доцент кафедры вычислительных методов механики деформируемого тела Санкт-Петербургского государственного университета, г. Санкт-Петербург E-mail: goncharovaab@yandex.ru	A.B. GONCHAROVA Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Computational Methods of Mechanics of Deformable Solids, St. Petersburg State University, St. Petersburg E-mail: goncharovaab@yandex.ru
Е.П. КОЛПАК доктор физико-математических наук, профессор кафедры вычислительных методов механики деформируемого тела Санкт-Петербургского государственного университета, г. Санкт-Петербург E-mail: petrovich_pmpu@mail.ru	E.P. KOLPAK Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Department of Computational Methods of Mechanics of Deformable Solids, St. Petersburg State University, Saint Petersburg E-mail: petrovich_pmpu@mail.ru
Н.А. ГАСРАТОВА кандидат физико-математических наук, доцент кафедры вычислительных методов механики деформируемого тела Санкт-Петербургского государственного университета, г. Санкт-Петербург E-mail: n.gasratova@spbu.ru	N.A. GASRATOVA Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Computational Methods of Mechanics of Deformable Solids, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg E-mail: n.gasratova@spbu.ru
С.В. ПАЛЬМОВ кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики; доцент кафедры информатики и вычислительной техники Самарского государственного технического университета, г. Самара E-mail: s.palmov@psuti.ru	S.V. PALMOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Volga Region State University of Telecommunications and Informatics; Associate Professor, Department of Informatics and Computer Engineering, Samara State Technical University, Samara E-mail: s.palmov@psuti.ru

<p>А.А. ДИАЗИТДИНОВА кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Самара E-mail: a.diyazitdinova@psuti.ru</p>	<p>A.A. DIAZITDINOVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies, Volga Region State University of Telecommunications and Informatics, Samara E-mail: a.diyazitdinova@psuti.ru</p>
<p>Г.Ф. ШИПУЛИН кандидат юридических наук, доцент кафедры защиты информации МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: podumai_nad@mail.ru</p>	<p>G.F. SHIPULIN Candidate of Science (Law), Associate Professor, Department of Information Security, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: podumai_nad@mail.ru</p>
<p>И.В. КАЛУЦКИЙ кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой информационной безопасности Московского политехнического университета, г. Москва E-mail: kalutsky_igor@mail.ru</p>	<p>I.V. KALUTSKY Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Head of Department of Information Security, Moscow Polytechnic University, Moscow E-mail: kalutsky_igor@mail.ru</p>
<p>А.Е. ПРИЙМАК студент МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: fndrex@bk.ru</p>	<p>A.E. PRIYMAK Student, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: fndrex@bk.ru</p>
<p>А.В. ААБ аспирант Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: nasty.popowa@yandex.ru</p>	<p>A.V. AAB Postgraduate Student, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk E-mail: nasty.popowa@yandex.ru</p>
<p>С.А. ГУТЬЯР студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: shade_rs@mail.ru</p>	<p>S.A. GUTYAR Student, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk E-mail: shade_rs@mail.ru</p>
<p>М.Е. ИВАНОВА студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: fffeliso8@yandex.ru</p>	<p>M.E. IVANOVA Student, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk E-mail: fffeliso8@yandex.ru</p>
<p>А.В. МУРЫГИН доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационно-управляющих систем Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: avm514@mail.ru</p>	<p>A.V. MURYGIN Doctor of Engineering, Professor, Head of Department of Information and Control Systems, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk E-mail: avm514@mail.ru</p>

<p>О.М. ПРЕСНОВ кандидат технических наук, доцент Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета, г. Красноярск E-mail: presn955@mail.ru</p>	<p>O.M. PRESNOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Civil Engineering Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk E-mail: presn955@mail.ru</p>
<p>И.В. БАСИСТЫЙ студент Сибирского федерального университета, г. Красноярск E-mail: nice.basistyuy@mail.ru</p>	<p>I.V. BASISTY Student, Siberian Federal University, Krasnoyarsk E-mail: nice.basistyuy@mail.ru</p>
<p>А.М. ПОПОВА студент Сибирского федерального университета, г. Красноярск E-mail: popovaalena00@gmail.com</p>	<p>A.M. POPOVA Student, Siberian Federal University, Krasnoyarsk E-mail: popovaalena00@gmail.com</p>
<p>К.В. КИЖМЕНЕВ студент Сибирского федерального университета, г. Красноярск E-mail: kizhmenev2003@mail.ru</p>	<p>K.V. KIZHMENEV Student, Siberian Federal University, Krasnoyarsk E-mail: kizhmenev2003@mail.ru</p>
<p>Д.В. ХАРИТОНОВ магистрант Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: d.kharitonov.v@gmail.com</p>	<p>D.V. KHARITONOV Master's Student, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow E-mail: d.kharitonov.v@gmail.com</p>
<p>В.И. РУБЦОВ кандидат технических наук, доцент кафедры робототехнических систем и механики Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: rubtsov@mail.ru</p>	<p>V.I. RUBTSOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Robotic Systems and Mechatronics, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow E-mail: rubtsov@mail.ru</p>
<p>Н.И. ШУВАЛОВ магистрант Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: nikigshuvalov@gmail.com</p>	<p>N.I. SHUVALOV Master's Student, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow E-mail: nikigshuvalov@gmail.com</p>
<p>ЯНЬ ЧУАНЬЧАО аспирант Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого; начальник по науке ООО «Аньхой Июань Интеллектуальные Технологии», г. Хэфэй, (Китай) E-mail: ychuanchao@mail.ru</p>	<p>YAN CHUANCHAO Postgraduate student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,; Head of Science, Anhui Yiyuan Intelligent Technologies, Hefei, China E-mail: ychuanchao@mail.ru</p>

<p>ЮЙ ВЭНЬХУА магистрант Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Москва E-mail: ywenhua@mail.ru</p>	<p>YU WENHUA Master's Student, Lomonosov Moscow State University, Moscow E-mail: ywenhua@mail.ru</p>
<p>ЦИНЬ ЧЖОЦЮНЬ заместитель генерального директора и научный сотрудник ООО «Аньхой Июань Интеллектуальные Технологии», г. Хэфэй, (Китай) E-mail: qin.zhuojun@e-forward.cn</p>	<p>QIN ZHUOJUN Deputy General Director and Researcher, Anhui Yiyuan Intelligent Technologies, Hefei, China E-mail: qin.zhuojun@e-forward.cn</p>
<p>А.Н. ВОЛКОВ доктор технических наук, доцент Высшей школы автоматизации и робототехники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: volkov-and-1@yandex.ru</p>	<p>A.N. VOLKOV Doctor of Engineering, Associate Professor, Higher School of Automation and Robotics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: volkov-and-1@yandex.ru</p>
<p>Р.А. ЯФИЗОВА кандидат педагогических наук, исполняющий обязанности заведующего кафедрой инновационных и цифровых технологий Московского финансово-промышленного университета «Синергия», г. Москва E-mail: riafizova@synergy.ru</p>	<p>R.A. YAFIZOVA Candidate of Science (Pedagogy), Acting Head of the Department of Innovative and Digital Technologies, Moscow Financial and Industrial University "Synergy", Moscow E-mail: riafizova@synergy.ru</p>
<p>В.А. ПЫХТИН ассистент МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: pykhtin_va@internet.ru</p>	<p>V.A. PYKHTIN Assistant, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: pykhtin_va@internet.ru</p>
<p>А.П. ДВОРСКИЙ студент Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва E-mail: apdvorsky03@gmail.com</p>	<p>A.P. DVORSKY Student, National Research University "MPEI", Moscow E-mail: apdvorsky03@gmail.com</p>
<p>О.О. ГОРШКОВА доктор педагогических наук, профессор кафедры нефтегазового дела филиала Тюменского индустриального университета, г. Сургут E-mail: gorchkovaoksana@mail.ru</p>	<p>O.O. GORSHKOVA Doctor of Education, Professor, Department of Oil and Gas, Branch of Tyumen Industrial University, Surgut E-mail: gorchkovaoksana@mail.ru</p>
<p>А.Ю. ГАНШКЕВИЧ кандидат технических наук, доцент кафедры водных путей, портов и портового оборудования Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: gansalex@mail.ru</p>	<p>A.YU. GANSHKEVICH Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Waterways, Ports and Port Equipment of the Russian University of Transport, Moscow E-mail: gansalex@mail.ru</p>

<p>В.В. РОЗОВ аспирант, ассистент кафедры водных путей, портов и портового оборудования Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: zavlabrozov@gmail.com</p>	<p>V.V. ROZOV Postgraduate Student, Assistant, Department of Waterways, Ports and Port Equipment of the Russian University of Transport, Moscow E-mail: zavlabrozov@gmail.com</p>
<p>Ф.О. ФАДЕЕВ аспирант, ассистент кафедры водных путей, портов и портового оборудования Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: fadeew.filipp@mail.ru</p>	<p>F.O. FADEEV Postgraduate Student, Assistant, Department of Waterways, Ports and Port Equipment of the Russian University of Transport, Moscow E-mail: fadeew.filipp@mail.ru</p>
<p>В.В. ЗВЯГИНЦЕВ кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой техносферной безопасности Забайкальского государственного университета, г. Чита E-mail: zchst@mail.ru</p>	<p>V.V. ZVYAGINTSEV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Head of Department of Technosphere Safety, Trans-Baikal State University, Chita E-mail: zchst@mail.ru</p>
<p>К.А. ЛЕСНИКОВА магистрант Забайкальского государственного университета, г. Чита E-mail: zchst@mail.ru</p>	<p>K.A. LESNIKOVA Master's Student of the Trans-Baikal State University, Chita E-mail: zchst@mail.ru</p>
<p>О.Ю. ЗВЯГИНЦЕВА кандидат биологических наук, доцент кафедры инженерной экологии Забайкальского государственного университета, г. Чита E-mail: zchst@mail.ru</p>	<p>O.Yu. ZVYAGINTSEVA Candidate of Science (Biology), Associate Professor, Department of Engineering Ecology, Trans-Baikal State University, Chita E-mail: zchst@mail.ru</p>
<p>В.А. МОРОЗОВ магистрант Забайкальского государственного университета, г. Чита E-mail: zchst@mail.ru</p>	<p>V.A. MOROZOV Master's Student, Trans-Baikal State University, Chita E-mail: zchst@mail.ru</p>
<p>П.П. КОНДАУРОВ кандидат технических наук, доцент кафедры энергоснабжения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции Института архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград E-mail: ivlev.vitaly2013@yandex.ru</p>	<p>P.P. KONDAUROV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Power Supply, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation, Institute of Architecture and Construction, Volgograd State Technical University, Volgograd E-mail: ivlev.vitaly2013@yandex.ru</p>
<p>В.В. ИВЛЕВ магистрант Института архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград E-mail: ivlev.vitaly2013@yandex.ru</p>	<p>V.V. IVLEV Master's Student, Institute of Architecture and Construction, Volgograd State Technical University, Volgograd E-mail: ivlev.vitaly2013@yandex.ru</p>

<p>Я.В. ШИШЛЯННИКОВ магистрант Института архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград E-mail: jroslav_sh.34@mail.ru</p>	<p>Y.V. SHISHLYANNIKOV Master's Student, Institute of Architecture and Construction, Volgograd State Technical University, Volgograd E-mail: jroslav_sh.34@mail.ru</p>
<p>М.В. ГОНЧАРОВ кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологических машин и оборудования Смоленского филиала Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Смоленск E-mail: klon.86@mail.ru</p>	<p>M.V. GONCHAROV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Head of Department of Technological Machines and Equipment of the Smolensk branch of the National Research University "MEI", Smolensk E-mail: klon.86@mail.ru</p>
<p>А.Д. БОХАНОВ магистрант Смоленского филиала Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Смоленск E-mail: klon.86@mail.ru</p>	<p>A.D. BOKHANOV Master's Student, Smolensk branch of National Research University "MEI", Smolensk E-mail: klon.86@mail.ru</p>
<p>А.С. ТЕРЕХОВ магистрант Смоленского филиала Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Смоленск E-mail: klon.86@mail.ru</p>	<p>A.S. TEREKHOV Master's Student, Smolensk branch of National Research University "MEI", Smolensk E-mail: klon.86@mail.ru</p>
<p>М.М. ДУДНИК аспирант Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург E-mail: mdudnik1998@gmail.com</p>	<p>M.M. DUDNIK Postgraduate Student, Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Saint Petersburg E-mail: mdudnik1998@gmail.com</p>
<p>М.Б. СУХАНОВ кандидат технических наук, доцент кафедры цифровых и аддитивных технологий Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург E-mail: msukhanov@yandex.ru</p>	<p>M.B. SUKHANOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Digital and Additive Technologies, Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Saint Petersburg E-mail: msukhanov@yandex.ru</p>
<p>С.А. СУМБУРОВ аспирант МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: S.Sumburov@tmnpo.ru</p>	<p>S.A. SUMBUROV Postgraduate student, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: S.Sumburov@tmnpo.ru</p>
<p>Л.М. ОВЕЧКИН кандидат технических наук, начальник управления АО «НПО «Техномаш» имени С.А. Афанасьева», г. Москва E-mail: L.Ovechkin@tmnpo.ru</p>	<p>L.M. OVECHKIN Candidate of Science (Engineering), Head of Department, JSC NPO Tekhnomash named after S.A. Afanasyev, Moscow E-mail: L.Ovechkin@tmnpo.ru</p>

<p>М.В. БАТЮКОВ кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и гуманитарно-социальных дисциплин Липецкого института кооперации – филиала Белгородского университета кооперации, экономики и права, г. Липецк E-mail: dwm25@yandex.ru</p>	<p>M.V. BATYUKOV Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Humanitarian-Social Disciplines, Lipetsk Institute of Cooperation – Branch of Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Lipetsk E-mail: dwm25@yandex.ru</p>
<p>В.А. ГРЕЧУШКИН кандидат педагогических наук, доцент кафедры экономики и гуманитарно-социальных дисциплин Липецкого института кооперации – филиала Белгородского университета кооперации, экономики и права, г. Липецк E-mail: valera-grech@mail.ru</p>	<p>V.A. GRECHUSHKIN Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Economics and Humanitarian-Social Disciplines, Lipetsk Institute of Cooperation – branch of Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Lipetsk E-mail: valera-grech@mail.ru</p>
<p>В.М. КРАВЧЕНКО кандидат философских наук, доцент кафедры экономики и гуманитарно-социальных дисциплин Липецкого института кооперации – филиала Белгородского университета кооперации, экономики и права, г. Липецк E-mail: kravchenko-VM@mail.ru</p>	<p>V.M. KRAVCHENKO Candidate of Science (Philosophy), Associate Professor, Department of Economics and Humanitarian-Social Disciplines, Lipetsk Institute of Cooperation – Branch of Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Lipetsk E-mail: kravchenko-VM@mail.ru</p>
<p>Г.И. ПОЛЕННИКОВА старший преподаватель кафедры экономики и гуманитарно-социальных дисциплин Липецкого института кооперации – филиала Белгородского университета кооперации, экономики и права, г. Липецк E-mail: galpol80@list.ru</p>	<p>G.I. POLENNIKOVA Senior Lecturer, Department of Economics and Humanitarian-Social Disciplines of the Lipetsk Institute of Cooperation – Branch of Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Lipetsk E-mail: galpol80@list.ru</p>
<p>О.Н. МОНГУШ кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой бухгалтерского учета, анализа и аудита Тувинского государственного университета, г. Кызыл E-mail: olga_vlad80@mail.ru</p>	<p>O.N. MONGUSH Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Head of Department of Accounting, Analysis and Audit, Tuva State University, Kyzyl E-mail: olga_vlad80@mail.ru</p>
<p>Р.Э. МОНГУШ магистрант Тувинского государственного университета, г. Кызыл E-mail: radam_jr@mail.ru</p>	<p>R.E. MONGUSH Master's Student, Tuva State University, Kyzyl E-mail: radam_jr@mail.ru</p>
<p>А.О. ДОСТАЙ магистрант Тувинского государственного университета, г. Кызыл E-mail: annadostay@gmail.com</p>	<p>A.O. DOSTAY Master's Student, Tuva State University, Kyzyl E-mail: annadostay@gmail.com</p>
<p>А.Н. АК магистрант Тувинского государственного университета, г. Кызыл E-mail: aykush.tulush@mail.ru</p>	<p>A.N. AK Master's Student, Tuva State University, Kyzyl E-mail: aykush.tulush@mail.ru</p>

<p>Ю.Е. РАСПЕВАЛОВА аспирант Ульяновского государственного технического университета, г. Ульяновск E-mail: 89020000151@mail.ru</p>	<p>YU.E. RASPEVALOVA Postgraduate Student, Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk E-mail: 89020000151@mail.ru</p>
<p>В.Н. ЛАЗАРЕВ доктор экономических наук, профессор ка- федры экономики и менеджмента Ульяновско- го государственного технического универ- ситета, г. Ульяновск E-mail: 89020000151@mail.ru</p>	<p>V.N. LAZAREV Doctor of Economics, Professor, Department of Economics and Management, Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk E-mail: 89020000151@mail.ru</p>
<p>Ч.Р. САФИУЛЛИНА ассистент кафедры теории и методики физической культуры, спорта и ЛФК Казанско- го (Приволжского) федерального университета, г. Казань E-mail: Chupik-9010@mail.ru</p>	<p>CH.R. SAFIULLINA Assistant, Department of Theory and Methodology of Physical Culture, Sports and Exercise Therapy, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan E-mail: Chupik-9010@mail.ru</p>
<p>А.В. БОБРОВ магистрант Поволжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, г. Казань E-mail: arturbobrov@mail.ru</p>	<p>A.V. BOBROV Master's student, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan E-mail: arturbobrov@mail.ru</p>
<p>Р.Т. САФИУЛЛИН магистрант Казанского (Приволжского) фе- дерального университета, г. Казань E-mail: rafa_741@list.ru</p>	<p>R.T. SAFIULLIN Master's student, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan E-mail: rafa_741@list.ru</p>
<p>О.В. ИЛЮШИН кандидат биологических наук, доцент ка- федры теории физической культуры и спорта Казанского государственного энергетического университета, г. Казань E-mail: ilushin-oleg@mail.ru</p>	<p>O.V. ILYUSHIN Candidate of Science (Biology), Associate Professor, Department of Theory of Physical Culture and Sports, Kazan State Power Engineering University, Kazan E-mail: ilushin-oleg@mail.ru</p>
<p>А.А. ГУЛЯКОВ старший преподаватель кафедры теории и методики физической культуры, спорта и ЛФК Казанского (Приволжского) федераль- ного университета, г. Казань E-mail: agulikov@gmail.com</p>	<p>A.A. GULYAKOV Senior Lecturer, Department of Theory and Methodology of Physical Culture, Sports and Exercise Therapy, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan E-mail: agulikov@gmail.com</p>
<p>Д.Р. ФАХРЕЕВА кандидат педагогических наук, доцент ка- федры инженерной экологии и безопасности труда Казанского государственного энергети- ческого университета, г. Казань E-mail: Diliara17_91@mail.ru</p>	<p>D.R. FAKHREEVA Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Engineering Ecology and Occupational Safety, Kazan State Power Engineering University, Kazan E-mail: Diliara17_91@mail.ru</p>

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ
SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS
№ 2(164) 2025
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Подписано в печать 23.02.2025 г.
Формат журнала 60×84/8
Усл. печ. л. 18,27. Уч.-изд. л. 8,52.
Тираж 1000 экз.