

ISSN 2221-5182

Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 3(153) 2024

Главный редактор

Тарандо Е.Е.

Редакционная коллегия:

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

В ЭТОМ НОМЕРЕ:

МАШИНОСТРОЕНИЕ:

- Роботы, мехатроника и робототехнические системы
- Технология машиностроения
- Машины, агрегаты и технологические процессы
- Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

- Математическое моделирование и численные методы
- Информационная безопасность

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:

- Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства
- Региональная и отраслевая экономика
- Финансы
- Менеджмент

Москва 2024

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

Журнал

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

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

Учредитель

МОО «Фонд развития науки и
культуры»

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

Главный редактор

Е.Е. Тарандо

Выпускающий редактор

В.С. Солодова

Редактор иностранного
перевода

Н.А. Гунина

Инженер по компьютерному
макетированию

В.С. Солодова

Адрес редакции:

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

Телефон:

89156788844

E-mail:

nauka-bisnes@mail.ru

На сайте

<http://globaljournals.ru>

размещена полнотекстовая
версия журнала.

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

Перепечатка статей возможна только
с разрешения редакции.

Мнение редакции не всегда
совпадает с мнением авторов.

Экспертный совет журнала

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Джаманбаалин 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

Горелик В.Ю., Полонский А.В., Почуев А.В., Шанкина И.В. О возможностях использования российского программного обеспечения для подготовки кадров в информационной сфере	8
Маликов А.В., Хаитов Т.-А.А., Юрчак В.А. Решение проблемы кластеризации документов методами машинного обучения.....	12
Моисеева К.С., Артамонова Е.В., Зиангиров А.Ф. Численное моделирование теплообмена внутри цеха.....	16
Морозов Э.В., Становов В.В. Многокритериальный алгоритм дифференциальной эволюции для поиска функции потерь в нейронных сетях.....	20
Менакер К.В., Орлов А.В., Орлов В.В., Пчелинцев Д.И. Метрики схожести строковых данных	25
Торшина О.А., Долгушин Д.М., Плугина Н.А., Светус К.О. Нейросетевое решение задач категоризации.....	30
Царькова Е.Г. К вопросу применения машинного обучения при обработке статистической информации в деятельности уголовно-исполнительной системы Российской Федерации....	34

Информационная безопасность

Бурыгин В.А. Анализ инструментов тестирования систем безопасности облачной инфраструктуры	39
Ван Лихун Алгоритмическое исследование для интеграции контента и совместной фильтрации	45

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Роботы, мехатроника и робототехнические системы

Рубцов П.В. Аппаратная и программная линеаризация гистерезиса в контуре управления магнитным приводом гидравлического распределителя	50
Хайдер Чавуш Сахиб Насралла, Каррар Жавуш Сахиб Нассрулла, Флорес Мендес Недер Хаир Исследование методов машинного обучения на основе генетического программирования и символьной регрессии для управления мобильными роботами	56

Технология машиностроения

Ли Цзюньнань, Лю Сяоцзяо, Осяев А.Т. Проблемы и вызовы устойчивого развития авиастроения.....	61
--	----

Машины, агрегаты и технологические процессы

- Романов Р.В., Волков Д.А.** Прецизионный двухполупериодный выпрямитель с однополярным питанием на операционных усилителях..... 64

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

- Волошин Ю.Н., Ногеров И.А.** Анализ делимости зерновой смеси 71

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

- Назаренко М.А., Назаров С.А.** Метод оценки этапов жизненного цикла при проектировании цифровой продукции с целью обеспечения качества..... 77

Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

- Morozova A.V., Mukutadze M.A.** Economic and Mathematical Forecasting of Lubricant Movement in the Working Gap of a Radial Sliding Bearing..... 82

Региональная и отраслевая экономика

- Косолапов Ю.В., Костромина Е.А., Сивова А.А.** Особенности функционирования коллективных средств размещения на зарубежном рынке тюремного туризма 90
- Ревунов С.В.** Устойчивость и эффективность социо-эколого-экономического развития ростовской области в контексте перехода к рациональным моделям производства и потребления 93
- Ушаков А.Е.** Экономическая оценка внедрения защитных лесных полос в Южном федеральном округе 97

Финансы

- Артеменко Е.С.** Искусственный интеллект в архитектуре бизнес-процессов 101
- Преснова С.Ю.** Образование в условиях цифровой экономики 107

Менеджмент

- Пашковский Д.А.** Количественная оценка рыночного риска и управление качеством в вертикально интегрированных нефтегазовых компаниях 113
- Сайтбагина Л.А.** Методологические подходы к управлению рисками проекта 117
- Хаитова А.И., Гончарова Н.А., Ошкордина А.А.** Роль государственной поддержки в предпринимательской деятельности 121

Contents

INFORMATION TECHNOLOGY

Mathematical Modeling and Numerical Methods

Gorelik V.Yu., Polonskii A.V., Pochuev A.V., Shankina I.V. On Possibilities of Using Russian Software for Training Personnel in the Information Field.....	8
Malikov A.V., Khaitov T.-A.A., Yurchak V.A. Solving the Problem of Document Clustering Using Machine Learning Methods.....	12
Moiseeva K.S., Artamonova E.V., Ziangirov A.F. Numerical Simulation of Heat Transfer inside the Shop.....	16
Morozov E.V., Stanovov V.V. Multi-Objective Differential Evolution Algorithm for the Search of Loss Functions in Neural Networks.....	20
Menaker K.V., Orlov A.V., Orlov V.V., Pchelincev D.I. String Data Similarity Metrics	25
Torshina O.A., Dolgushin D.M., Plugina N.A., Svetus K.O. Neural Network Solution of Categorization Problems.....	30
Tsarkova E.G. On Application of Machine Learning in Processing Statistical Information of the Penal Enforcement System of the Russian Federation.....	34

Information Security

Burygin V.M. The Analysis of Cloud Infrastructure Security Systems Testing Tools	39
Wang Lihong Research on Algorithms for Content Integration and Collaborative Filtering	45

MECHANICAL ENGINEERING

Robots, mechatronics and robotic systems

Rubtsov P.V. Hardware and Software Linearization of Hysteresis in the Control Loop of Magnetic Drive of Hydraulic Distributor.....	50
Haider Sahib Nasrallah, Karrar Sahib Nassrullah, Neder Jair Mendez Florez Research on Machine Learning Methods Based on Genetic Programming and Symbolic Regression for Controlling Mobile Robots.....	56

Engineering Technology

Li Junnan, Liu Xiaojiao, Osyayev A.T. Problems and Challenges of Sustainable Development of the Aircraft Industry	61
--	----

Machines, Units and Processes

Romanov R.V., Volkov D.A. Precision Two-Half-Period Rectifier with Unipolar Power Supply	
---	--

on Operational Amplifiers	71
---------------------------------	----

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

Voloshin Yu.N., Nogerov I.A. Analysis of the Divisibility of the Grain Mixture	77
---	----

ECONOMIC SCIENCES

Product Quality Management. Standardization. Organization of Production

Nazarenko M.A., Nazarov S.A. A Method for Evaluating the Stages of the Life Cycle in the Design of Digital Products to Ensure Quality.....	77
---	----

Mathematical and Instrumental Methods of Economics

Morozova A.V., Mukutadze M.A. Economic and Mathematical Forecasting of Lubricant Movement in the Working Gap of a Radial Sliding Bearing.....	82
--	----

Regional and Sectoral Economics

Kosolapov Yu.V., Kostromina E.A., Sivova A.A. Features of the Functioning of Collective Funds Placement in the Foreign Prison Tourism Market.....	90
Revunov S.V. Sustainability and Effectiveness of Socio-Ecological-Economic Development of the Rostov Region in the Context of Transition to Rational Production and Consumption Models	93
Ushakov A.E. Economic Assessment of Implementing Protective Forest Strips in the Southern Federal District	97

Finance

Artemenko E.S. Artificial Intelligence in the Architecture of Business Processes.....	101
Presnova S.Yu. Education in the Digital Economy	107

Management

Pashkovsky D.A. Quantitative Assessment of Market Risks and Quality Management in Vertically Integrated Oil and Gas Companies.....	113
Saytbagina L.A. Methodological Approaches to Project Risk Management.....	117
Khaitova A.I., Goncharova N.A., Oshkordina A.A. The Role of Government Support in Entrepreneurship Activities	121

УДК 004.051

В.Ю. ГОРЕЛИК, А.В. ПОЛОНСКИЙ, А.В. ПОЧУЕВ, И.В. ШАНКИНА
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОССИЙСКОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СФЕРЕ

Ключевые слова: дистрибутив; импортозамещение; информационная сфера; операционные системы; подготовка кадров; прикладное программное обеспечение; программные продукты.

Аннотация. Целью работы является анализ возможностей применения отечественного программного обеспечения для подготовки обучающихся по программам высшего образования в информационной сфере и решения задачи импортозамещения программных продуктов. На основе обобщения данных о назначении и отличительных особенностях различных программных средств, имеющих доступ в открытом доступе, предложена и обоснована гипотеза о возможности их эффективного применения для организации подготовки студентов по различным специальным дисциплинам, связанным с информационными технологиями и программированием. В качестве метода отбора программных средств предложены качественные критерии для отбора отечественных операционных систем наиболее известных российских производителей, используемых при организации практикума студентов в различных предметных областях. В результате проведенного исследования авторами сделан вывод о том, что грамотное применение отечественных программных продуктов при реализации политики импортозамещения и импортонезависимости позволяет обеспечить качественную подготовку инженерных кадров в информационной сфере.

При решении задач импортозамещения [1; 4] в области программных продуктов, используемых российскими предприятиями, образовательные организации сталкиваются с проблемой выбора качественного программного

обеспечения для подготовки специалистов в информационной сфере. Анализ рынка программных средств позволяет сделать вывод о том, что в России есть производители программного обеспечения, которое может быть эффективно использовано как в учебном процессе, так и в научной сфере для математического моделирования, создания комплексов программ различного технологического назначения [5; 6]. Наиболее известными производителями операционных систем в России являются компании «Basealt», «ООО РусБИТех-Астра», «РОСА» (ООО «НТЦ ИТ РОСА»), «РЕД СОФТ».

Выбор той или иной российской операционной системы для выполнения различных задач в образовательной организации можно сделать по следующим основным критериям.

1. Поддержка различной аппаратной платформы вычислительных систем, в частности, поддержка вычислительных систем российского производства.

2. Наличие актуальной и подробной документации для администрирования системы, а также для пользователя.

3. Возможность свободного доступа к различным программным продуктам, выпускаемым компаниями.

4. Безопасность операционных систем.

5. Многообразие поддерживаемого системного и прикладного программного обеспечения, наличие собственного репозитория.

6. Год производства аппаратной платформы.

В табл. 1 приведен перечень свободного и бесплатно распространяемого программного обеспечения, которое рекомендуется использовать для реализации образовательных программ в информационной сфере по различным учебным дисциплинам (предметным областям) [2].

В табл. 2–5 представлен перечень

Таблица 1. Перечень свободного и бесплатно распространяемого программного обеспечения

№	Предметная область (учебная дисциплина)	Наименование программного обеспечения
1	Информатика	<i>Libreoffice, Onlyoffice</i> и другие
2	Программирование	<i>Lazarus, Java, Python, C++, Qt, FreePascal</i>
3	Программная инженерия	<i>Dia, WhiteStarUml, ArgoUml</i> и другие свободные <i>UML</i> редакторы
4	Базы данных	<i>Libreoffice Base, PostgreSQL</i>
5	Компьютерная графика	<i>GIMP, КОМПАС</i> и другие
6	Моделирование	<i>Maxima, Scilab</i> и другие
7	Системы искусственного интеллекта	<i>Swi-prolog, java, python, gprolog</i>
8	Архитектура электронной вычислительной машины (ЭВМ)	<i>KiCAD</i> и другие
9	Администрирование информационных систем	<i>Oracle VirtualBox, Cisco Packet Tracer, GNS3, EVE-NG, QEMU, Proxmox VE, OpenNebula</i> и другие
10	Информационная безопасность	<i>GNS3, EVE-NG</i> и другие
11	Интернет-технологии	<i>Perl, php, python, java, firefox</i> , Яндекс Браузер
12	Операционные системы	<i>AstraLinux, Alt (Altlinux), РедОС, ROSA Linux, Runtu, Green Linux, Ublinux, Calculate Linux</i> и другие
13	Сетевые технологии	<i>GNS3, EVE-NG, ipcalc, ipqalc</i> и другие
14	Мультимедиа технологии	<i>VLC media player, obs-studio, simplescreenrecorder</i>

Таблица 2. Программные продукты компании «Basealt»

Компания	Продукты	Исполнение	Архитектура
Basealt (https://www.basealt.ru)	Альт СП	Рабочая станция	64 бит (<i>AMD, Intel</i>), <i>AArch64 (ARMv8)-p10</i> 32/64 бит (<i>AMD, Intel</i>), Эльбрус-4C/8C, <i>armh (ARMv7)</i> , <i>AArch64 (ARMv8)</i> – другие платформы
	Альт Рабочая станция	Сервер	64 бит (<i>AMD, Intel</i>), <i>AArch64 (ARMv8)-p10</i> 32/64 бит (<i>AMD, Intel</i>), Эльбрус-4C/8C, <i>AArch64 (ARMv8)</i> , <i>ppc64le (POWER)</i> – другие платформы
	Альт Рабочая станция К	Рабочая станция	<i>x86-64, i586, ARM64, Rpi4, Rpi3, e2k – p10</i>
		Рабочая станция	<i>x86-64 – p10</i>
	Альт Сервер	Сервер	<i>x86_64, ARM64, POWER8/9, e2k – p10</i>
	Альт Образование	Рабочая станция	<i>x86-64, i586, ARM64, Rpi4, Rpi3, e2k – p10</i>
	Альт Виртуализация	Сервер	<i>x86_64, ARM64, POWER8/9 – p10</i>
	<i>Simply Linux</i>	Рабочая станция	<i>x86-64, i586, AArch64, ARM64, Rpi4, Rpi3, ARMV8, RISCv64 – p10</i>

программных продуктов, разрабатываемых отечественными компаниями, которые могут быть использованы для образовательной и научной деятельности в условиях политики им-

портозамещения и импортонезависимости.

Одной из сегодняшних тенденций является переход учебных заведений на российские операционные системы, многие из которых ос-

Таблица 3. Программные продукты компании «ООО РусБИТех-Астра»

Компания	Продукты	Исполнение	Архитектура
ГК «ООО РусБИТех-Астра» (https://astralinux.ru)	<i>Astra Linux Special Edition</i>	Десктопная Астра	<i>x86_64, ARM, e2k</i>
		Серверная Астра	<i>x86_64, power, e2k</i>
		Мобильная Астра	<i>ARM, MIPS</i>

Таблица 4. Программные продукты компании «РОСА»

Компания	Продукты	Исполнение	Архитектура
Российская компания «РОСА» (ООО «НТЦ ИТ РОСА») (https://www.rosalinux.ru)	РОСА «ХРОМ» Рабочая станция	Рабочая станция	<i>x86_64</i>
	РОСА «ХРОМ» Сервер	Сервер	<i>x86_64</i>
	РОСА «КОБАЛЬТ» Рабочая станция	Рабочая станция	<i>x86_64</i>
	РОСА «КОБАЛЬТ» Сервер	Сервер	<i>x86_64</i>
	РОСА «ФРЕШ»	Рабочая станция	<i>x86_64, x86</i>
	РОСА МОБАЙЛ	Мобильные устройства	<i>ARM</i>

Таблица 5. Программные продукты компании «РЕД СОФТ»

Компания	Продукты	Исполнение	Архитектура
РЕД СОФТ (https://redos.red-soft.ru)	РЕД ОС	Сервер, Рабочая станция	<i>x86_64, x86, AArch64</i>

нованы на операционных системах на базе ядра *Linux* [3]. В данном случае следует учитывать важную особенность используемого программного обеспечения – его кросс-платформенность.

Помимо перечисленных программных продуктов, есть и другие операционные системы, которые находят свое применение в России.

Это прежде всего операционные системы *Runtu*, *UBLinux*, *Green Linux*, *Calculate Linux* и другие. В операционных системах семейства

Alt имеется самый большой в мире репозиторий «Сизиф», который постоянно обновляется. Для продвинутых пользователей можно использовать такие дистрибутивы, как *Calculate Linux*, для уроков по дисциплине «Информатика» – *Alt Образование*, *Runtu*, *Green Linux*.

Таким образом, использование российских операционных систем при обучении и подготовке специалистов в информационной сфере является вполне эффективным и позволяет добиться положительных результатов.

Список литературы

- Афанасенков, С.А. Исследование особенностей цифровизации организаций, выпускающих изделия приборостроения, с использованием импортозамещающего программного обеспечения / С.А. Афанасенков, М.В. Иванов // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 4(118). – С. 72–77.
- Волканов, Д.Ю. Цепочка кафедральных курсов, использующих свободное программное обеспечение / Д.Ю. Волканов, Г.В. Курячий // Объединенная конференция «СПО: от обучения до

разработки» : Сборник тезисов конференции, Переславль-Залесский, 19–22 мая 2022 года. – М. : ООО «МАКС Пресс», 2022. – С. 65–67.

3. Операционная система Linux: Курс лекций. Учебное пособие / Г.В. Курячий, К.А. Маслинский. – М. : ALT Linux; Издательство ДМК Пресс, 2010. – 348 с.

4. Фирова, И.П. Механизм реализации стратегии импортозамещения и проблемы его осуществления / И.П. Фирова, Т.М. Редькина, В.Э. Лукьянец // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 4(118). – С. 188–190.

5. Свободные книги о свободном ПО [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://books.altlinux.org>.

6. Конференции «Свободное программное обеспечение в высшей школе» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://0x1.tv/Категория:OSEDUCONF>.

References

1. Afanasenkov, S.A. Issledovaniye osobennostey tsifrovizatsii organizatsiy, vypuskayushchikh izdeliya priborostroyeniya, s ispol'zovaniyem ipmortozameshchayushchego programmogo obespecheniya / S.A. Afanasenkov, M.V. Ivanov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 4(118). – S. 72–77.

2. Volkanov, D.YU. Tsepochka kafedral'nykh kursov, ispol'zuyushchikh svobodnoye programmnoye obespecheniye / D.YU. Volkanov, G.V. Kuryachiy // Ob'yedinennaya konferentsiya «SPO: ot obucheniya do razrabotki» : Sbornik tezisev konferentsii, Pereslavl'-Zalesskiy, 19–22 maya 2022 goda. – M. : ООО «MAKS Press», 2022. – S. 65–67.

3. Operatsionnaya sistema Linux: Kurs lektsiy. Uchebnoye posobiye / G.V. Kuryachiy, K.A. Maslinskiy. – M. : ALT Linux; Izdatel'stvo DMK Press, 2010. – 348 s.

4. Firova, I.P. Mekhanizm realizatsii strategii importozameshcheniya i problemy yego osushchestvleniya / I.P. Firova, T.M. Red'kina, V.E. Luk'yanets // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 4(118). – S. 188–190.

5. Svobodnyye knigi o svobodnom PO [Electronic resource]. – Access mode : <https://books.altlinux.org>.

6. Konferentsii «Svobodnoye programmnoye obespecheniye v vysshey shkole» [Electronic resource]. – Access mode : <https://0x1.tv/Категория:OSEDUCONF>.

© В.Ю. Горелик, А.В. Полонский, А.В. Почуев, И.В. Шанкина, 2024

УДК 004 1.2.2

А.В. МАЛИКОВ, Т.-А.А. ХАИТОВ, В.А. ЮРЧАК
АНО ВО «Российский новый университет», г. Москва

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДОКУМЕНТОВ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ключевые слова: алгоритмы машинного обучения; анализ данных; задачи кластеризации; кластеризация; кластеризация документов; машинное обучение.

Аннотация. Цель статьи состоит в том, чтобы рассмотреть решение проблемы кластеризации документов методами машинного обучения. В статье описаны понятие кластеризации и ее типы. Для поставленной задачи применяется такой метод обучения без учителя, как *K-means*. Приведены используемые библиотеки. Результатом работы является распределение набора документов по трем тематическим кластерам.

Введение

Неотъемлемой частью каждой современной компании является система документооборота. Организация работы с внешними и внутренними документами является довольно трудоемкой и ресурсозатратной деятельностью предприятий, из-за чего она может стать узким горлышком любого хорошо организованного бизнес-процесса. В последнее время все большее количество компаний переходит на электронный документооборот и все меньше используются физические документы. Из-за большого количества преимуществ, таких как прозрачность документооборота, сокращение временных затрат, защита информации от потерь и многих других, системы электронного документооборота начинают внедряться повсеместно. Как следствие, компании накапливают достаточно большой объем электронных документов. Накопленные электронные документы также необходимо хранить, и для оптимизации данной задачи мы будем использовать кластеризацию

документов методами машинного обучения. Достаточный объем электронных документов может позволить найти общие закономерности данных, интересные зависимости, новые характеристики, а также построить модели данных путем применения алгоритмов машинного обучения и анализа данных.

Постановка задачи

Необходимо, используя методы машинного обучения, кластеризовать некоторое количество документов, выявить зависимости между документами, а также их общие темы.

Для решения поставленной задачи нам необходимо разобраться с:

- 1) проблемой выявления зависимостей между документами;
- 2) проблемой объединения документов на основе семантической схожести;
- 3) проблемой выявления общих тем документов.

Понятие кластеризации документов и его описание

Кластеризация документов – процесс группировки документов по их семантической схожести. Любое сходство может быть оценено численно, например, расстояние между понятиями из двух слов. При выполнении кластеризации на основе концепции, значения объекта или слов кластеры представляют собой не только набор объектов с числовым сходством, но и группу объектов, которые представляют одно и то же понятие друг для друга [1]. Высокая эффективность и точность кластеров данных – две основные и важные цели кластеризации документов.

Кластеризация документов делится на разные типы, основные из них [1]:

```
print("Темы для каждого кластера:")
order_centroids = kmeans.cluster_centers_.argsort()[:, :-1]
for i in range(num_clusters):
    print("Cluster %d:" % i, end='')
    for ind in order_centroids[i, :1]:
        print(' %s' % terms[ind], end='')
    print()
```

Темы для каждого кластера:
Cluster 0: экология
Cluster 1: ии
Cluster 2: бизнес

Рис. 1. Выделение кластеров с темами документов

- восходящая/нисходящая кластеризация (*hierarcical/partitional*);
- исключающая, перекрывающаяся и нечеткая кластеризация (*exclusive/overlapping*);
- полная и частичная кластеризации (*complete/partial clustering*).

Восходящая/нисходящая кластеризация

1. Иерархическая кластеризация (восходящая): допускается наличие подкластеров, осуществляется в несколько приемов, в результате образуется в иерархическое дерево (дендрограмму) [2].

2. Нисходящая (плоская) кластеризация предполагает разделение на кластеры сразу, причем один объект относится только к одному кластеру [3].

Исключающая, перекрывающаяся и нечеткая кластеризация (*exclusive/overlapping/fuzzing*)

1. Исключающая: каждый объект может быть отнесен только к одному кластеру [3].

2. Перекрывающаяся применяется в случае, если объект принадлежит к нескольким группам или находится между двумя кластерами.

Нечеткая или вероятностная кластеризации являются частными случаями перекрывающейся кластеризации. Тогда каждый объект относится к кластеру с определенным весом или вероятностью. Например, вес от 0 до 1, где 0 – абсо-

лютно не принадлежит, 1 – полностью принадлежит [3].

Полная и частичная кластеризация (*complete/partial*)

1. Метод полной кластеризации: для каждого объекта создается кластер.

2. Частичная кластеризация: некоторые объекты в наборе данных не могут принадлежать к четким группам, поскольку являются шумами или выбросами.

Реализация

Для решения задачи был выбран метод машинного обучения *K-means* ввиду его простоты и масштабируемости на больших данных. Разработка велась по методологии *KDD (Knowledge Discovery in Datasets)*. Согласно данной концепции, процесс обнаружения корректных шаблонов в массиве данных представляет собой многоэтапную, итеративную процедуру, включающую подготовку данных, построение моделей, оценку и уточнение результатов [4].

Основными библиотеками, с помощью которых выполнялась задача, являются *scikit-learn* и *nlTK*. Все графики отрисованы с помощью библиотеки *matplotlib*.

В качестве набора данных использовались 22 научные статьи, распределенные по трем темам: «Экология», «Искусственный интеллект», «Бизнес-процессы».

Перед кластеризацией проводится очистка

текста от ненужных символов, стоп-слов и проводится векторизация с помощью метода *TF-IDF* [5].

Результатом работы алгоритма является выделение трех кластеров, каждому из которых соответствует определенная тема, выделенная алгоритмом.

Заключение

Кластеризация является одним из самых востребованных методов обучения без учителя. Она позволяет группировать документы по семантической схожести. Объединение документов в кластеры позволяет выделять среди них общие темы и выявлять семантические зависимости, а также классифицировать каждый отдельный документ.

Разработка велась по концепции *KDD*, подразумевающей обнаружение корректных шаблонов в массиве данных.

Для конкретной задачи был выбран метод

машинного обучения *K-means*. При использовании метода иерархической кластеризации он строит иерархию кластеров, представленную в виде дерева или дендрограммы, и не нужно задавать количество кластеров. Однако в данной задаче изначально было известно количество кластеров, характеризующих тематику документов, и нет необходимости строить иерархию классов. К преимуществам *K-means* для конкретной задачи можно отнести масштабируемость на большом количестве данных, а также он менее требователен к вычислительным ресурсам.

Для очистки данных была применена векторизация с помощью метода *TD-IDF*, это позволило избежать проблем при обучении модели и дальнейшей ее отладки. К плюсам использования *TD-IDF* можно отнести учет важности слова, игнорирование общих слов, уменьшение размерности данных и простота реализации. Результатом кластеризации является соотношение тем и кластеров, выделенных алгоритмом.

Список литературы

1. Nicholas O. Andrews, Edward A. Fox. Recent Developments in Document Clustering // Department of Computer Science [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://eprints.cs.vt.edu/archive/00001000/01/docclust.pdf>.
2. Кольцов С.Н. Cluster Analysis // linis.hse.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://linis.hse.ru/data/2014/08/25/1313011716/Data_mining_2.pdf.
3. Пивоварова, Л. Кластеризация документов // linis.hse.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://linis.hse.ru/data/2013/06/10/1283698322/Пивоварова%20Л.%20Text%20clustering.%202012.pdf>.
4. Документация Loginom. Обнаружение знаний в базах данных (Knowledge Discovery in Datasets) // wiki.loginom.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://wiki.loginom.ru/articles/knowledge-discovery-in-databases.html>.
5. Турдаков Д.Ю. Основы обработки текстов // tpc.ispras.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://tpc.ispras.ru/wp-content/uploads/2020/12/lecture14-2020.pdf>.

References

1. Nicholas O. Andrews, Edward A. Fox. Recent Developments in Document Clustering // Department of Computer Science [Electronic resource]. – Access mode : <https://eprints.cs.vt.edu/archive/00001000/01/docclust.pdf>.
2. Kol'tsov S.N. Cluster Analysis // linis.hse.ru [Electronic resource]. – Access mode : https://linis.hse.ru/data/2014/08/25/1313011716/Data_mining_2.pdf.
3. Pivovarova, L. Klasterizatsiya dokumentov // linis.hse.ru [Electronic resource]. – Access mode : <https://linis.hse.ru/data/2013/06/10/1283698322/Pivovarova%20L.%20Text%20clustering.%202012.pdf>.

4. Dokumentatsiya Loginom. Obnaruzheniye znaniy v bazakh dannykh (Knowledge Discovery in Datasets) // [wiki.loginom.ru](https://wiki.loginom.ru/articles/knowledge-discovery-in-databases.html) [Electronic resource]. – Access mode : <https://wiki.loginom.ru/articles/knowledge-discovery-in-databases.html>.
 5. Turdakov D.YU. Osnovy obrabotki tekstov // [tpc.ispras.ru](https://tpc.ispras.ru/wp-content/uploads/2020/12/lecture14-2020.pdf) [Electronic resource]. – Access mode : <https://tpc.ispras.ru/wp-content/uploads/2020/12/lecture14-2020.pdf>.
-

© А.В. Маликов, Т.-А.А. Хаитов, В.А. Юрчак, 2024

УДК 628.8

К.С. МОИСЕЕВА, Е.В. АРТАМОНОВА, А.Ф. ЗИАНГИРОВ

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ВНУТРИ ЦЕХА

Ключевые слова: воздухообмен; система вентиляции; система отопления; теплообмен; численное моделирование.

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность применения *CFD* пакета для расчета теплообмена внутри цеха производственного здания. Построена трехмерная модель цеха. Заданы граничные условия. Результаты моделирования показали, что при температуре 50 °С здание не обеспечивается достаточным числом и не достигнуты минимальные пороги допустимых температур в рабочей зоне персонала. При 70 °С приточного воздуха почти достигается максимально допустимая температура в помещении.

Организация многих технологических процессов связана с выделением в производственные помещения избытков влаги и теплоты, вредных испарений и неприятных запахов, что вызывает изменение параметров микроклимата, необходимых для поддержания благоприятных условий для человека, а также для нормального функционирования оборудования. Оптимальные и допустимые величины таких показателей микроклимата, как температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха и барометрическое давление в производственных помещениях, следует принимать по СанПиН 2.2.4.3359-16. Использование естественной вентиляции не позволяет эффективно поддерживать тепло-влажностный режим в помещении, а также не гарантирует удаления всех вредных выбросов (твердых частиц, газов, паров или жидких аэрозолей), которые могут приводить к ухудшению состояния и здоровья человека, взрывам и пожарам в результате превышения допустимых концентраций горючих и взрывоопасных компонентов [1–3]. Ввиду этого при проектировании зданий производят соответствующие теплотехнические и другие

расчеты. Недостатком такого подхода является получение осредненных результатов. Альтернативным вариантом является проведение численного моделирования в *CFD* пакетах, позволяющих с высокой точностью определить области, слабо проветриваемые, отапливаемые и т.д. Целью работы является численное моделирование теплообмена внутри цеха производственного здания [4–6].

Предметом исследования является система вентиляции (системы общеобменной вентиляции, местных отсосов, воздушного отопления и кондиционирования воздуха) производственного цеха, а объектом – процессы воздухообмена и теплообмена в цехе. Геометрические размеры цеха представлены на рис. 1.

Актуальность использования математического моделирования на этапе разработки проекта заключается в том, что появляется возможность проверить правильность расчетов в программных продуктах, наглядно посмотреть, где могут возникать застойные зоны, как распределяются температура и скорость воздуха на рабочих местах, а также влияние выделения теплоты от рабочего оборудования.

Для проведения численных расчетов была построена 3D-модель цеха (рис. 2). При численном моделировании одним из ключевых аспектов является выбор модели турбулентности. В исследованиях была использована модель турбулентности *k-w SST*, которая является одной из самых распространенных и широко используемых.

Она основана на сочетании двух уравнений, одно из которых описывает энергию турбулентных вихрей (*k*), а другое – степень их диссипации (*w*). *SST* расшифровывается как «*Shear Stress Transport*» (транспорт касательных напряжений) и является моделью смешанной турбулентности, которая учитывает эффекты турбулентных вихрей как внутри граничного слоя, так и во всем потоке.

Важную роль в использовании модели *k-w*

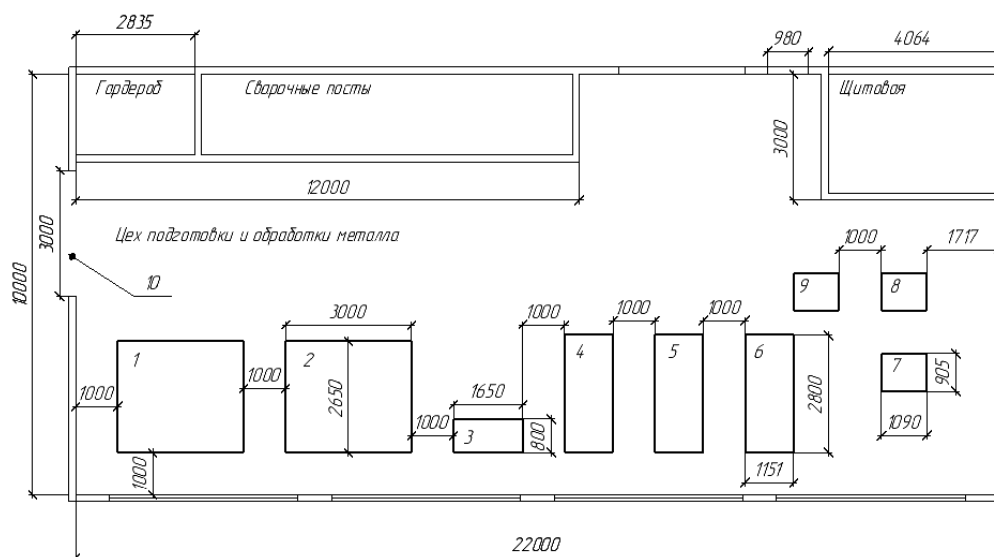


Рис. 1. Геометрические размеры цеха

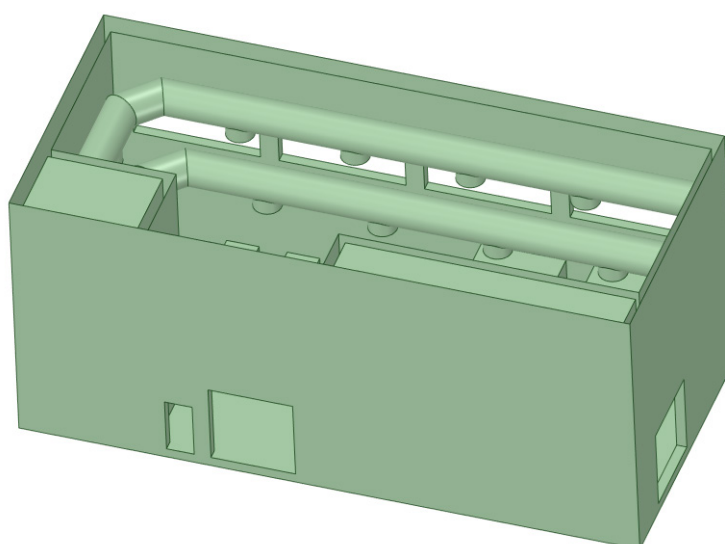


Рис. 2. Трехмерная модель помещения

SST играют граничные и начальные условия. На границах расчетной области должны быть заданы такие параметры, как скорость, давление, температура и турбулентность. При численном моделировании задавались теплопотери через ограждающие наружные конструкции, теплоприток от оборудования, задавался расход приточной и вытяжной систем.

При температуре приточного воздуха $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ на выходе из воздухораспределителя нагрев помещения происходит неравномерно, об-

разуются зоны с холодным застойным воздухом с температурой в пределах от 0 до $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Средняя температура на рабочем месте составляет $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$. С увеличением скорости от 3 до 6 м/с температура в зонах с холодным воздухом повышается на $2\text{--}3\text{ }^{\circ}\text{C}$, а сама зона уменьшается в размерах. При температуре приточного воздуха $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ нагрев равномерен, температура во всем помещении становится равной $19\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$, что соответствует нормам СанПин. Полученные результаты показали, что за оборудованием об-

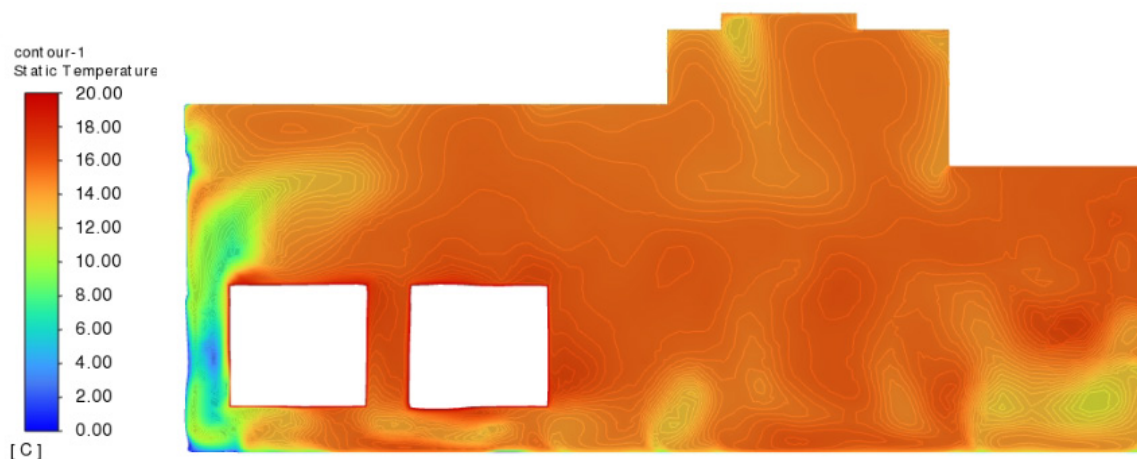


Рис. 3. Температурное поле при входной скорости 6 м/с и температуре 50 °С
(вид в сечении на высоте $h = 3$ м)

разуется множество застойных зон в виде слабо циркулирующих завихрений.

Это имеет негативный эффект на воздухообмен и обогрев данных зон. Также с помощью моделирования выявлено, что расположение оборудования близко к наружной стене, вблизи ворот, нецелесообразно, так как за оборудованием в угловых зонах помещения образуются застойные зоны, куда тепловой поток доходит в меньшем объеме. Даже с увеличением скорости приточных потоков температура в этих зонах не становится минимально допустимой, а лишь направляет холодный поток из холодной застойной зоны в зону рабочую, тем самым создавая неприятный холодный поток для человека (рис. 3). Также такие холодные зоны нарушают работу технологического оборудования и требуют большего расхода энергетических ресурсов.

При моделировании были рассмотрены различные плоскости производственного помещения с подачей нагретого воздуха при температурах 50 и 70 °С. Результаты моделирования показали, что при температуре 50 °С здание не обеспечивается достаточным числом и не достигнуты минимальные пороги допустимых температур в рабочей зоне персонала. При 70 °С приточного воздуха почти достигается максимально допустимая температура в помещении. Благодаря введению программных продуктов численного моделирования в области инженерных расчетов, строительства зданий и сооружений можно выявлять проблемы, которые могут возникнуть при эксплуатации новых объектов, заранее решать их, продумывать пути их решения на этапе разработки проекта, а также существенно сократить энергетические и материальные ресурсы.

Список литературы

1. Капко, Д.В. Совмещенные системы вентиляции и воздушного отопления для складских помещений на базе компактных приточно-вытяжных агрегатов / Д.В. Капко, А.Е. Иванов, Г.В. Протасов // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2016. – № 3. – С. 48–53.
2. Лосев, Д. Воздушное отопление / Д. Лосев // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2010. – № 8(104). – С. 64–67.
3. Королева, Т.И. Воздушное отопление жилых зданий / Т.И. Королева, С.Ю. Солдаткин // Проблемы энергосбережения в промышленном и жилищно-коммунальном комплексах : Сборник статей XIX Международной научно-практической конференции, Пенза, 21–22 мая 2018 года. – Пенза: Автономная некоммерческая научно-образовательная организация «Приволжский Дом знаний», 2018. – С. 130–134.
4. Рымаров, А.Г. Особенности определения требуемого воздухообмена в помещениях жилых

зданий / А.Г. Рымаров, В.В. Савичев // Жилищное строительство. – 2014. – № 12. – С. 23–25.

5. Максимова, А.Ю. Анализ и пути решения проблем системы воздухообмена жилых помещений / А.Ю. Максимова, И.А. Саенко // Международный технико-экономический журнал. – 2015. – № 4. – С. 100–101.

6. Pandian, M.D. Residential air exchange rates for use in indoor air and exposure modeling studies / M.D. Pandian, W.R. Ott, J.V. Behar // Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology. – 1993. – Vol. 3. – No. 4. – P. 407–416.

References

1. Kapko, D.V. Sovmeshchennyye sistemy ventilyatsii i vozdušnogo otopeniya dlya skladskikh pomeshcheniy na baze kompaktnykh pritochno-vytyazhnykh agregatov / D.V. Kapko, A.Ye. Ivanov, G.V. Protasov // AVOK: Ventilyatsiya, otopeniye, konditsionirovaniye vozdukha, teplosnabzheniye i stroitel'naya teplofizika. – 2016. – № 3. – С. 48–53.

2. Losev, D. Vozdushnoye otopeniye / D. Losev // Santekhnika, Otopleniye, Konditsionirovaniye. – 2010. – № 8(104). – С. 64–67.

3. Koroleva, T.I. Vozdushnoye otopeniye zhilykh zdaniy / T.I. Koroleva, S.YU. Soldatkin // Problemy energosberezheniya v promyshlennom i zhilishchno-kommunal'nom kompleksakh : Sbornik statey XIX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Penza, 21–22 maya 2018 goda. – Penza: Avtonomnaya nekommercheskaya nauchno-obrazovatel'naya organizatsiya «Privolzhskiy Dom znaniy», 2018. – С. 130–134.

4. Rymarov, A.G. Osobennosti opredeleniya trebuyemogo vozdukhoobmena v pomeshcheniyakh zhilykh zdaniy / A.G. Rymarov, V.V. Savichev // Zhilishchnoye stroitel'stvo. – 2014. – № 12. – С. 23–25.

5. Maksimova, A.YU. Analiz i puti resheniya problem sistemy vozdukhoobmena zhilykh pomeshcheniy / A.YU. Maksimova, I.A. Sayenko // Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskij zhurnal. – 2015. – № 4. – С. 100–101.

© К.С. Моисеева, Е.В. Артамонова, А.Ф. Зиангиров, 2024

УДК 519.87

Э.В. МОРОЗОВ, В.В. СТАНОВОВ

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

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЭВОЛЮЦИИ ДЛЯ ПОИСКА ФУНКЦИИ ПОТЕРЬ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ

Ключевые слова: дифференциальная эволюция; многокритериальная оптимизация; нейронные сети; полиномиальная аппроксимация; функция потерь.

Аннотация. В работе предлагается подход к автоматической настройке коэффициентов функции потерь, выраженной в виде полинома, с помощью многокритериального алгоритма дифференциальной эволюции. Настройка коэффициентов в функции потерь происходит с целью повышения качества распознавания валидационной выборки по двум критериям: точности и f -мере. Найденная функция потерь дополнительно протестирована на ряде других архитектур сверточных нейронных сетей.

Целью данной работы являются исследование множества альтернатив и построение фронта Парето для задачи настройки коэффициентов полиномиальной аппроксимации функции потерь в нейронных сетях. Для достижения указанной цели были решены следующие задачи: спроектирован и реализован многокритериальный алгоритм дифференциальной эволюции с сортировкой по недоминированию, реализована полиномиальная аппроксимация функции потерь, проведены эксперименты на задачах распознавания изображений с различными архитектурами.

типичных решаемых задач – это задача распознавания изображений. Самым популярным типом элементов для этого являются сверточные слои, которые обладают свойством инвариантности к положению объектов на изображении. Первым серьезным успехом сверточных сетей можно считать архитектуру *LeNet*, предложенную в 1998 г. [1]. В дальнейшем были созданы и более эффективные архитектуры, которые, как и *LeNet*, сочетают сверточные и полносвязные слои, а также слои-подвыборки. Начиная с 2012 г. было предложено множество типов архитектур, например *ResNet* [2], *GoogLeNet* [3], *VGG* [4], *MobileNet* [5] и другие. Большинство исследователей концентрируются на поиске новых архитектур сетей и, хотя это дает определенные результаты, возможны и другие подходы к улучшению качества распознавания.

Определенных успехов удалось добиться в области проектирования новых функций активации. В частности, известно несколько сотен различных функций активации, большая часть которых является модификацией *ReLU* [6]. В работе [7] был предложен подход к поиску функции потерь, которая аппроксимировалась полиномом, схожим по форме с разложением в ряд Тейлора. В данной работе, в отличие от работы [7], используется многокритериальный подход к поиску коэффициентов кривой функции потерь. В частности, используется модификация алгоритма *NSGA-II* [8].

Введение

На сегодняшний день нейронные сети используются для широкого круга задач машинного обучения и способны при этом давать значительный экономический эффект. Одна из

Оптимизация функции потерь

С 1974 г., с того времени как Джордж Вербос и Александр Иванович Галушкин изобрели алгоритм обратного распространения ошибок

ки [9], для обучения многослойных нейронных сетей появилась потребность в использовании функции потерь. В зависимости от изменения значений функции потерь будут высчитываться градиент и корректироваться весовые коэффициенты, поэтому выбор данной функции очень важен для получения эффективных результатов.

Такая функция потерь, как перекрестная энтропия, на сегодняшний день является фаворитом для использования в задачах классификации. Альтернативы либо гораздо хуже или же их вовсе не существует. Для задачи двухклассовой классификации, если $x \in \{0, 1\}$, то используется формула (1):

$$D(x, y) = -(x \log y + (1 - x) \log(1 - y)), \quad (1)$$

где x – истинные метки классов; y – предсказанные распределением вероятностей. Если классов больше, чем два, то используется формула (2):

$$D(x, y) = -\sum_i^n (x_i \log y_i), \quad (2)$$

где n – это количество классов. Так как это непрерывно дифференцируемая функция, то ее можно использовать для вычисления градиента в алгоритме обратного распространения ошибки.

Изначально у Сантьяго Гонзалеса и Ристо Мииккулайнена в работе [7] была идея вырастить собственную функцию потерь на замену перекрестной энтропии. Но это оказалось неэффективно в связи с тем, что мутация в генетическом программировании может существенно менять функцию, из-за этого время на поиск оптимальной кривой значительно увеличивается, а следовательно, необходимо использовать другой подход.

Поэтому стоит задача проектирования такой функции потерь, которая бы не имела пределов, разрывов, уходящих в бесконечность или в отрицательную бесконечность, и могла бы быть реализована при помощи простых операторов (сложение, умножение, вычитание, деление). Также новая функция должна быть просто дифференцируема и близлежащие точки в пространстве решений должны давать схожие результаты (т.е. пространство поиска локально сглажено), что позволит облегчить поиск

оптимума.

В дальнейших работах был предложен подход использования полинома Тейлора вместо обычной функции потерь перекрестной энтропии (3):

$$f(x, y) = -\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\begin{aligned} &\theta_2(y_i - \theta_1) + \\ &\frac{1}{2}\theta_3(y_i - \theta_1)^2 + \\ &\frac{1}{6}\theta_4(y_i - \theta_1)^3 + \\ &\theta_5(x_i - \theta_0)(y_i - \theta_1) + \\ &\frac{1}{2}\theta_6(x_i - \theta_0)(y_i - \theta_1)^2 + \\ &\frac{1}{2}\theta_7(x_i - \theta_0)^2(y_i - \theta_1) \end{aligned} \right], \quad (3)$$

где θ_j – настраиваемые коэффициенты, $j = \{0, 1, \dots, 7\}$. Для поиска значений указанных коэффициентов можно применять различные оптимизационные методы, не требующие использования производных. Среди таких методов выделяют эвристические алгоритмы, такие как, например, дифференциальная эволюция. В предыдущих исследованиях [10] применялся алгоритм *NSGA-II*.

Предлагаемый подход

Эволюционные алгоритмы широко используются для задач больших размерностей и поиска оптимума в экстремальных функциях. На сегодняшний день существует множество модификаций данных алгоритмов, например, самые известные из них – дифференциальная эволюция, генетическое программирование, роевые алгоритмы. В данной работе применяется *NSDE-II*, модификация *NSGA-II*, в которой вместо поисковых операторов генетического алгоритма используется дифференциальная эволюция (*DE*).

NSDE-II – это алгоритм многокритериальной оптимизации, который основан на принципе доминирования по Парето и мере расстояния между индивидами фронта по каждому из критериев. Во время формирования новой популяции используется стратегия объединения потомков и родителей и выбора лучших из них. В качестве стратегии мутации используется *DE/rand/1* из алгоритма дифференциальной эволюции:

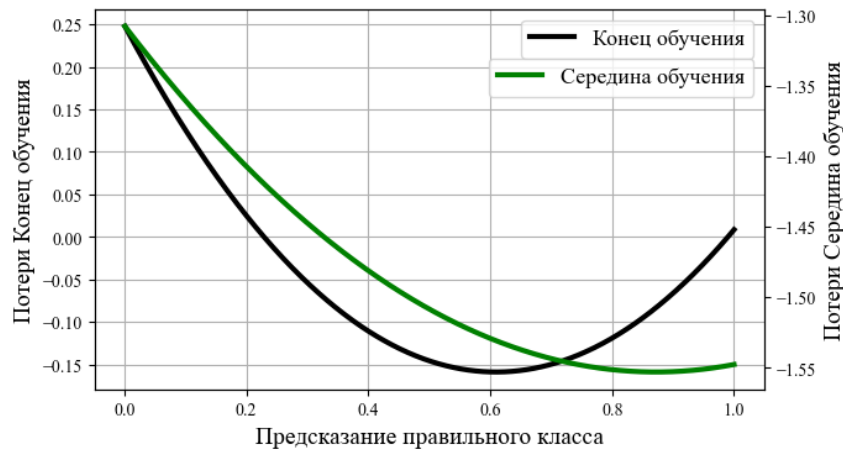


Рис. 1. Графики потерь для правильного класса на разных этапах

$$V_i = X_{r1} + F(X_{r2} - X_{r3}), \quad (4)$$

где V_i – новое сгенерированное решение (потомок), X_{r1}, X_{r2}, X_{r3} выбраны при помощи оператора селекции, $F \in [0, 1]$ – масштабирующий фактор. Оператор селекции случайно берет двух индивидов популяции и лучшего из них относительно функции пригодности отправляет оператору мутации $DE/rand/1$. Таким образом выбирается по три случайных вектора решений X_{r1}, X_{r2}, X_{r3} для создания каждого нового индивида потомков. После мутации для генерации пробного вектора применяется биномиальное скрещивание.

В качестве функции пригодности в данной работе использовалась точность на валидационной выборке данных и $f1$ -мера по формуле (5):

$$f1 = 2 \frac{Precision \cdot Recall}{Precision + Recall}. \quad (5)$$

Для вычисления *Precision* и *Recall* использовались формулы из работы [11] для макроусреднения (6, 7):

$$Precision_M = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{TP_i}{TP_i + FP_i}}{n}, \quad (6-7)$$

$$Recall_M = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{TP_i}{TP_i + FN_i}}{n},$$

где *TP* – *True Positive* (правильно предсказанные классы), *FP* – *False Positive* (предсказан класс левее и ниже главной диагонали матрицы ошибок), *FN* – *False Negative* (предсказан класс правее и выше главной диагонали матрицы ошибок), n – число классов. На основе этих метрик будет производиться поиск параметров функции потерь. Использование самой сгенерированной функции в качестве целевого критерия невозможно, так как в таком случае этот критерий не будет связан с качеством обучения сети. В качестве вывода алгоритм должен сгенерировать популяцию векторов-решений, чьи значения целевых функций образуют фронт Парето в пространстве критериев.

Результаты

Описанный выше алгоритм был применен на наборе данных *CIFAR10* [12], использовалась архитектура *ResNet18*. Размер популяции – 15, поколений обучения – 15, границы для $\theta_j: \theta_{\min} = -5, \theta_{\max} = 5$. Нейронная сеть обучалась на протяжении 200 эпох, оптимизатор *SGD* [13]. В целях изучения поведения построенной функции потерь на разных этапах обучения были взяты коэффициенты в середине обучения и в конце (рис. 1).

Как можно увидеть из рис. 1, функция, которую формируют коэффициенты на ранних поколениях, больше похожа на перекрестную энтропию, хотя ее минимум находится в районе 0,9. В то время как в конце обучения была получена значительно отличающаяся функция потерь с минимумом около 0,6. Такая форма

Таблица 1. Результаты экспериментов

Модель	Точность <i>Cross-entropy</i> , %	Точность (середина обучения), %	Точность (конец обучения), %
<i>VGG</i> [4]	92,64	92,16	90,96
<i>ResNet18</i> [2]	93,02	94,39	93,92
<i>ResNet50</i> [2]	93,62	94,08	93,95
<i>ResNet101</i> [2]	93,75	93,68	94,44
<i>RegNetX_200MF</i> [14]	94,24	93,70	93,66
<i>RegNetY_400MF</i> [14]	94,29	93,70	93,85
<i>ResNeXt29(32x4d)</i> [15]	94,73	94,78	94,95

функции позволяет штрафовать излишне уверенные в своих ответах модели, что снижает эффект переобучения. В табл. 1 приведены результаты тестирования на различных видах архитектур.

Основываясь на результатах табл. 1, можно заключить, что лучшая точность модели достигается при использовании более сложных архитектур, таких как *ResNet101* и *ResNeXt29(32x4d)*. В то же время на более простых архитектурах *RegNetX* и *VGG* перекрестная энтропия показывает лучшие точности.

Заключение

В данной работе был предложен многокритериальный алгоритм для настройки коэффициентов функции потерь с использованием полиномиальной аппроксимации. Подход с использованием f -меры и точности на валидационной выборке может быть менее эффективным в сравнении с однокритериальным алгоритмом из-за того, что использованный в работе набор данных сбалансирован и из-за этого значения целевых функций схожи.

Работа была поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания № FEFE-2023-0004.

Список литературы/References

1. Lecun, Y. Gradient-based learning applied to document recognition / Y. Lecun, L. Bottou, Y. Bengio, P. Haffner // Proceedings of the IEEE. – 1998. – Vol. 86. – No. 11. – P. 2278–2324.
2. He, K. Deep Residual Learning for Image Recognition / K. He, X. Zhang, S. Ren, J. Sun // 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016. – P. 770–778.
3. Szegedy, C. Going deeper with convolutions / C. Szegedy, W. Liu, Y. Jia, P. Sermanet, S.E. Reed, D. Anguelov, D. Erhan, V. Vanhoucke, A. Rabinovich // 2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2014. – P. 1–9.
4. Simonyan, K. Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition / K. Simonyan, A. Zisserman // CoRR. – P. 1409–1556.
5. Sandler, M. MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks / M. Sandler, A.G. Howard, M. Zhu, A. Zhmoginov, L. Chen // 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2018. – P. 4510–4520.
6. Kunc, V. Three Decades of Activations: A Comprehensive Survey of 400 Activation Functions for Neural Networks / V. Kunc, J. Kl'ema // ArXiv, abs/2402.09092.
7. Gonzalez, S. Optimizing loss functions through multi-variate Taylor polynomial parameterization / S. Gonzalez, R. Miikkulainen // Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference, 2020.
8. Deb, K. A fast elitist non-dominated sorting genetic algorithm for multi-objective optimization:

NSGA-II / K. Deb, S. Agrawal, A. Pratap, T. Meyarivan // In Parallel Problem Solving from Nature PPSN VI: 6th International Conference Paris, France, September 18–20, 2000 Proceedings 6, 2000. – P. 849–858.

9. LeCun, Y. A theoretical framework for back-propagation / Y. LeCun // Proceedings of the 1988 connectionist models summer school. – 1988. – Vol. 1. – P. 21–28.

10. Morozov, E. Multi-objective parametric synthesis of loss functions in neural networks with evolutionary algorithms / E. Morozov, V. Stanovov // ITM Web of Conferences. – EDP Sciences. – 2024. – Vol. 59. – P. 04010.

11. Sokolova, M. A systematic analysis of performance measures for classification tasks / M. Sokolova, G. Lapalme // Information processing & management. – 2009. – Vol. 45. – No. 4. – P. 427–437.

12. The CIFAR10 dataset [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.cs.toronto.edu/~kriz/cifar.html>.

13. Bottou, L. Large-scale machine learning with stochastic gradient descent / L. Bottou // In Proceedings of COMPSTAT'2010: 19th International Conference on Computational Statistics, Paris, France, August 22–27, 2010 Keynote, Invited and Contributed Papers, 2010. – P. 177–186.

14. Radosavovic, I. Designing Network Design Spaces / I. Radosavovic, R. Kosaraju, R.B. Girshick, K. He, P. Dollár // 2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2020. – P. 10425–10433.

15. Xie, S. Aggregated Residual Transformations for Deep Neural Networks / S. Xie, R.B. Girshick, P. Dollár, Z. Tu, K. He // 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016. – P. 5987–5995.

© Э.Б. Морозов, В.В. Становов, 2024

УДК 004.67

К.В. МЕНАКЕР¹, А.В. ОРЛОВ², В.В. ОРЛОВ³, Д.И. ПЧЕЛИНЦЕВ²

¹ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Иркутск;

²ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва;

³Байкальский банк ПАО «Сбербанк», г. Иркутск

МЕТРИКИ СХОЖЕСТИ СТРОКОВЫХ ДАННЫХ

Ключевые слова: алгоритм Дамерау; анаграмма; коэффициент Жаккара; коэффициент Танимото; односимвольные операции; пересечение множеств; расстояние Левенштейна.

Аннотация. Для объединения информации из сети Интернет по различным критериям (автору, тематике или каким-то иным) часто требуется сопоставление текстовых данных, которые в разных источниках могут отличаться по формату, либо представлению и, как следствие, обладая в той или иной мере сходством, полностью совпадают далеко не всегда. В статье проведен анализ метрик и приведено описание отдельных алгоритмов, которые помогают определить степень сходства текстовых данных в различных источниках для последующего ее ранжирования и объединения в единые цепочки. Применение указанных метрик или их сочетания может быть полезно при разработке поисковых инструментов для различных государственных служб и коммерческих предприятий, а также для граждан с целью повышения эффективности поиска информации на открытых ресурсах в сети Интернет.

Информация любой тематики в сети Интернет, как правило, находится далеко не на одном ресурсе, а распределена между некоторым их количеством.

В некоторых случаях возникает необходимость ее объединения из множества источников в единую цепочку.

Например, такая необходимость может возникать при поиске информации о некотором человеке, либо каком-то событии. Серьезной проблемой при этом является то, что информация на разных ресурсах сети представлена по-разному, данные хранятся в разных форматах. Если данные текстовые, то для формирования

цепочек возникает необходимость полного или частичного сопоставления строк. В силу различных причин сравнение строк требуется выполнять по нечетким правилам, так как полного совпадения строк, которые относятся к одной цепочке, может и не быть.

Важное значение при этом приобретают метрики, характеризующие то, насколько одна строка данных похожа на другую.

Наиболее популярны следующие метрики:

- расстояние Левенштейна;
- метрика Дамерау – Левенштейна;
- коэффициент Жаккара;
- коэффициент Танимото.

Расстояние Левенштейна (также известное как редакционное расстояние или расстояние редактирования) определяет минимальное количество односимвольных изменений, которое необходимо внести в одну строку, чтобы получить другую строку. Это может быть любое из трех односимвольных изменений: удаление, вставка или замена. Чем больше расстояние, тем в большей мере отличаются строки.

Рассмотрим типовой алгоритм, используемый для оценки расстояния Левенштейна. Он начинается с создания таблицы, где каждая строка соответствует одной из сравниваемых строк, а каждый столбец – одному из символов второй строки (рис. 1). Затем заполняются ячейки таблицы, где для каждой ячейки указывается минимальное количество изменений, требуемое для преобразования соответствующей подстроки первой (верхней) строки в соответствующую подстроку второй (нижней) строки.

Значение в ячейке нижней строки может быть рассчитано на основе значений одной из трех ячеек: находящейся слева, сверху и слева – сверху.

1. Слева: текущему значению символа нижней строки соответствует предыдущий (более левый) символ верхней и для совпаде-



Рис. 1. Схема односимвольных операций в методе расстояния Левенштейна

ния позиций символов в подстроках требуется добавить еще символ. Это операция вставки символа.

2. Сверху: значение в ячейке с текущим символом в верхней строке соответствует предыдущему символу нижней строки. Это операция удаления символа.

3. Слева – сверху: значение находится в ячейке, соответствующей символу нижней строки, который предшествует текущему символу верхней строки, и оба символа не совпадают. Эта операция соответствует замене символа.

После заполнения всей таблицы значение в правом нижнем углу дает минимальное количество изменений, необходимых для преобразования всей одной строки в другую строку, которое и является искомым расстоянием Левенштейна. На рисунке расстояние Левенштейна использовано для расчета стоимости преобразования строк из расчета: одно преобразование – единица стоимости. Оно составляет пять единиц.

Расстояние Левенштейна часто используется для определения степени сходства между двумя строками для автоматической правки опечаток и других неточностей в тексте, а также для распознавания речи.

Достоинства метрики Левенштейна следующие.

1. Она может помочь выявить опечатки или ошибки ввода, так как может вычислить минимальное количество изменений, необходимых для превращения одной строки в другую.
2. Эта метрика может использоваться для сортировки строк по степени их сходства.
3. Алгоритм расчета метрики прост в реализации и эффективен для коротких строк.

Недостатки метода Левенштейна следующие.

1. Чувствителен к порядку символов в строке. Например, строки «автор» и «товар» будут считаться разными, даже если они очень похожи.

2. Нет точного способа определения того, насколько похожи строки. Например, результаты для строк «дом» и «лом» могут быть одинаковыми, что может привести к неожиданным результатам при сравнении строк.

3. Алгоритм может быть неэффективным при работе с длинными строками, так как требует вычислений длиной в квадрат длины строк.

Метрика Дамерау – Левенштейна является дальнейшим развитием метрики Левенштейна. В ней учитывается большое количество операций преобразования при оценке схожести строк: вставки, удаления, замены и транспозиции символов. Метрика Дамерау – Левенштейна, вычисляемая на основе одноименного алгоритма, является модификацией расстояния Левенштейна, которая дополнительно учитывает возможность перестановки символов и замены соседних символов. Алгоритм вычисления метрики разрешает применять несколько преобразований к одной и той же подстроке (например, сначала транспонировать два символа, затем вставить третий между ними).

Достоинства метрики Дамерау – Левенштейна следующие.

1. Позволяет определять минимальное количество операций, нужных для преобразования одной строки в другую.
2. Учитывает возможность транспозиции символов, что повышает точность сравнения.

3. Широко используется для автоматической проверки правильности написания слов и фраз.

4. Может быть использована для работы с различными языками и склонениями слов.

Недостатки метрики Дамерау – Левенштейна следующие.

1. Метрика не всегда дает правильный результат, особенно в тех случаях, когда строки имеют слишком большое количество различных символов.

2. Реализация алгоритма вычисления метрики может быть довольно трудоемкой, особенно для больших строк.

3. Метрика не очень хорошо подходит для работы с текстом, содержащим множество ошибок или опечаток.

4. Сложность алгоритма составляет $O(n * m)$, где n и m – длины сравниваемых строк, что может привести к замедлению работы при сравнении большого количества строк.

Коэффициент Жаккара – это метрика для определения сходства между двумя множествами. В контексте нечеткого сравнения строк он может быть использован для определения степени сходства между символами в двух строках.

Принцип работы коэффициента Жаккара заключается в следующем.

1. Преобразование каждой строки в множество символов, которые входят в эту строку.

2. Определение пересечения двух множеств их символов.

3. Определение объединения двух множеств их символов.

4. Вычисление коэффициента Жаккара как отношения мощности пересечения множества к мощности объединения множества символов.

Коэффициент Жаккара можно выразить следующей формулой:

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}, \quad (1)$$

где A и B – множества символов, присутствующих в двух строках; $|A \cap B|$ – количество символов, присутствующих в обоих множествах; $|A \cup B|$ – количество уникальных символов, присутствующих в обоих множествах.

Чем ближе значение коэффициента Жаккара к единице, тем более схожи строки между собой, если же значение равно нулю, то строки не схожи.

Коэффициент Жаккара также называется метрикой IoU (пересечение по объединению), которая используется при семантической сегментации изображения.

Достоинства коэффициента Жаккара следующие.

1. Простота и быстрота вычисления: коэффициент Жаккара легко и быстро вычисляется для любых двух множеств, всего лишь требуется определить их пересечение и объединение.

2. Универсальность: коэффициент Жаккара может использоваться для любых множеств и сравнения любых двух строк, где необходимо определить степень сходства.

3. Не учитывает порядок символов: коэффициент Жаккара не учитывает порядок символов в строках, поэтому он может использоваться для сравнения строк, которые имеют одни и те же символы, но в разном порядке.

Недостатки коэффициента Жаккара следующие.

1. Не учитывает взаимное количество символов: коэффициент Жаккара не учитывает, сколько раз повторяется каждый символ в строках, что может привести к ошибочному определению степени сходства.

2. Не учитывает длину строк: коэффициент Жаккара может давать неправильные результаты при сравнении строк различной длины, так как в результате вычислений может получиться одинаковое значение коэффициента для двух строк с разной длиной.

3. Не работает с точностью: коэффициент Жаккара не может гарантировать точное определение степени сходства между строками, так как он использует неточную оценку и не учитывает многие параметры, которые могут влиять на степень сходства строк.

Коэффициент Танимото – это метрика для оценки сходства между двумя множествами элементов. В контексте неточного сравнения строк этот метод может быть использован для определения степени сходства между символами в двух строках.

Алгоритм вычисления коэффициента Танимото состоит из следующих шагов.

1. Преобразование каждой строки в множество символов, которые входят в эту строку.

2. Определение пересечения двух множеств их символов.

3. Определение объединения двух множеств их символов.

4. Вычисление коэффициента Танимото

как отношения мощности пересечения множества к сумме количества символов в каждом множестве с разницей мощности пересечения множества символов.

Коэффициент Танимото можно выразить следующей формулой:

$$T(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A| + |B| - |A \cap B|}, \quad (2)$$

где A и B – множества символов, присутствующих в двух строках, $|A \cap B|$ – количество символов, присутствующих в обоих множествах, $|A|$ и $|B|$ – количество уникальных символов в каждом множестве.

Чем ближе значение коэффициента Танимото к единице, тем более схожи строки между собой, если же значение равно нулю, то строки не схожи.

Достоинства коэффициента Танимото следующие.

1. Гибкость: коэффициент Танимото может использоваться для сравнения строк различной длины и структуры, так как он учитывает степень сходства не только в терминах общих символов, но и в терминах уникальных символов.

2. Точность: коэффициент Танимото может давать более точную оценку степени сходства между строками, чем другие методы, так как он учитывает не только количество общих символов, но и их расположение в строках.

3. Работает с помощью бинарных данных: коэффициент Танимото может использоваться для сравнения двоичных или других бинарных данных, так как он основывается на учете количества общих элементов в множествах.

Недостатки коэффициента Танимото следующие.

1. Не учитывает порядок символов: коэффициент Танимото, как и коэффициент Жаккара, не учитывает порядок символов в строках,

что может привести к ошибкам при определении степени сходства.

2. Низкая чувствительность: коэффициент Танимото может иметь низкую чувствительность к некоторым типам изменений в строках, например, к вставкам, удалениям или заменам символов.

3. Сложность вычислений: вычисление коэффициента Танимото может быть более сложным по сравнению с другими методами, особенно при работе с большим количеством уникальных символов.

Как видно выше, коэффициенты Жаккара и Танимото схожи, но принципиальным отличием между ними является то, что коэффициент Жаккара определяется как отношение размера пересечения к размеру объединения множеств, тогда как коэффициент Танимото определяется как отношение размера пересечения множеств к их суммарному размеру за вычетом размера пересечения. Поэтому коэффициент Жаккара равен единице, если оба множества полностью совпадают, тогда как коэффициент Танимото равен единице, если оба множества имеют одинаковые элементы за вычетом повторяющихся элементов.

Стоит отметить, что коэффициент Жаккара часто используется для сравнения двух строк на основе словарных слов, тогда как коэффициент Танимото используется для сравнения множеств, состоящих из битовых, химических или генетических данных.

Таким образом, существует множество метрик, позволяющих решать задачу оценки схожести строк, учитывающих разные признаки. При формировании цепочек строковых данных, извлекаемых фрагментарно из различных интернет-ресурсов, целесообразным может оказаться комбинирование описанных метрик, либо формирование какой-либо обобщающей на их основе. Выявление цепочек может оказаться весьма ресурсоемкой задачей с учетом вычислительной сложности алгоритмов вычисления некоторых метрик.

Список литературы

1. Бойцов, Л.М. Классификация и экспериментальное исследование современных алгоритмов нечеткого словарного поиска / Л.М. Бойцов // 6-я Всероссийская научная конференция «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции». – Пушкино, 2004.
2. Сапаров, А.Ю. Поиск совпадений в текстах запросов к базам данных с использованием расстояния Дамерау-Левенштейна / А.Ю. Сапаров // Результаты современных научных исследований и разработок : сборник статей XII Всероссийской научно-практической конференции, Пенза,

12 марта 2021 года. – Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2021. – С. 36–38.

3. Сапаров, А.Ю. Сравнение текстов программ с открытым кодом при обновлении с использованием расстояния Дамерау-Левенштейна / А.Ю. Сапаров, А.П. Бельтюков, С.Г. Маслов // Информационные технологии. – 2021. – Т. 27. – № 9. – С. 451–460.

4. Кайда, А.Ю. Анализ сходства текстов на основе коэффициента Жаккара-Танимото / А.Ю. Кайда // Математические методы и модели техники, технологий и экономики : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 10 июня 2022 года. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2022. – С. 115–118.

References

1. Boytsov, L.M. Klassifikatsiya i eksperimental'noye issledovaniye sovremennykh algoritmov nechetkogo slovarnogo poiska / L.M. Boytsov // 6-ya Vserossiyskaya nauchnaya konferentsiya «Elektronnyye biblioteki: perspektivnyye metody i tekhnologii, elektronnyye kollektsii». – Pushchino, 2004.

2. Saparov, A.YU. Poisk sovpadeniy v tekstakh zaprosov k bazam dannykh s ispol'zovaniyem rasstoyaniya Damerau-Levenshteyna / A.YU. Saparov // Rezul'taty sovremennykh nauchnykh issledovaniy i razrabotok : sbornik statey XII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Penza, 12 marta 2021 goda. – Penza : Nauka i Prosveshcheniye (IP Gulyayev G.YU.), 2021. – S. 36–38.

3. Saparov, A.YU. Sravneniye tekstov programm s otkrytym kodom pri obnovlenii s ispol'zovaniyem rasstoyaniya Damerau-Levenshteyna / A.YU. Saparov, A.P. Bel'tyukov, S.G. Maslov // Informatsionnyye tekhnologii. – 2021. – T. 27. – № 9. – S. 451–460.

4. Kayda, A.YU. Analiz skhodstva tekstov na osnove koeffitsiyenta Zhakkara-Tanimoto / A.YU. Kayda // Matematicheskiye metody i modeli tekhniki, tekhnologiy i ekonomiki : materialy Vserossiyskoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 10 iyunya 2022 goda. – Sankt-Peterburg : Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskii universitet imeni S.M. Kirova, 2022. – S. 115–118.

© К.В. Менакер, А.В. Орлов, В.В. Орлов, Д.И. Пчелинцев, 2024

УДК 519

О.А. ТОРШИНА, Д.М. ДОЛГУШИН, Н.А. ПЛУГИНА, К.О. СВЕТУС
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет
имени Г.И. Носова», г. Магнитогорск

НЕЙРОСЕТЕВОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КАТЕГОРИЗАЦИИ

Ключевые слова: математическое моделирование; нейронная сеть; численные методы; *Keras; TensorFlow; TF-IDF*.

Аннотация. Целью работы является решение задачи автоматической многокритериальной категоризации посредством применения сверточных нейронных сетей. Для ее достижения поставлены задачи: рассмотреть основные способы предварительной обработки данных, сформировать обобщенную совокупность многокритериальных категорий на основе исходных данных, построить математическую модель, разработать искусственную нейронную сеть. В работе использованы численные методы. В результате описаны основные преимущества исследуемого подхода, решена задача категоризации и рассмотрены некоторые методы решения частных проблем, возникающих в процессе разработки.

Нейронную сеть можно определить как распределенный параллельный процессор, который представляет собой совокупность элементарных единиц обработки информации. Можно заметить схожесть ее работы с человеческим мозгом, поскольку полученные знания накапливаются при помощи связей между элементарными элементами (нейронами), а затем используются в процессе обучения, являющимся аналогом приобретения опыта.

Сегодня искусственные нейронные сети состоят из таких элементов, которые выполняют примитивные функции, аналогичные тем, что совершаются биологическим нейроном. Как правило, нейросеть может быть представлена в виде совокупности искусственных нейронов (рис. 1), соединенных многочисленными связями.

С математической точки зрения искусственную нейронную сеть (ИНС) можно определить

как способ решения нелинейных задач оптимизации.

Важно отметить, что нейросети обучаются, а не программируются, в отличие от обычных алгоритмов. После предоставления новых входных данных сети автоматически перенастраиваются с целью получения требуемого результата. Именно благодаря этому важному свойству нейронные сети могут повышать свою точность и производительность. Как следствие, нейронная сеть способна выявлять зависимости между полученными данными, обобщать их и использовать итоговые результаты при решении поставленных задач.

Рассмотрим процесс категоризации. Значимость категоризации в познавательной и практической деятельности очевидна и не нуждается в обосновании. Факт же постоянного разрастания объемов информации в геометрической прогрессии делает труд занимающихся ее систематизацией научных коллективов утомительно схоластичным и тривиальным. В связи с этим в условиях прогресса цифровизации актуальной научной задачей становится обработка нейросетевой технологии категоризации информационного потока.

Учитывая бесконечное многообразие характеризующих объектов и разноликость их описаний [1], при формировании технологии нейросетевой классификации приходится идти от частного к общему, постепенно расширяя горизонты ее действия. При этом независимо от исходной локальной области будущего применения нейронной сети, используя ее в качестве основы, мы обретаем возможность с помощью первоначальной «ручной» выборки категорий, охватывающих подлежащую классификации информацию, нацелить сеть на определенный круг параметров, призванных послужить ориентирами для ее функционирования [2].

В качестве следующего шага при работе с

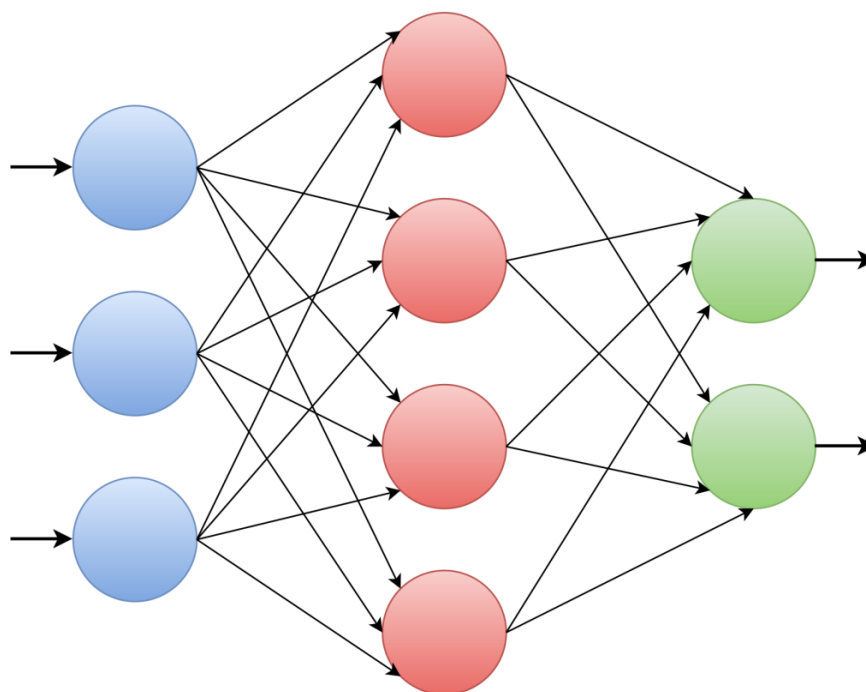


Рис. 1. Нейронная сеть

текстовыми данными целесообразным оказывается перед подачей сообщения на вход его пропуск через программу «Корректор» и присовокупленный к ней комплект словосочетаний, указывающих на начало неактуальной, второстепенной информации [3]. Делается это с целью устранения всевозможных погрешностей и помех для повышения качества анализа. Предусмотрев также предварительное автоматическое избавление от всех элементов кода, включая форматирование текста, удастся из его исходного варианта получить в итоге квинтэссенцию классифицируемой информации.

Далее следуют еще две ступени преобработки: фильтрация и нормализация.

Осуществленная средствами ИТ фильтрация освобождает от частиц, междометий, причастий и т.п., что упрощает исходные данные для их дальнейшей обработки методом нормирования. С его помощью посредством лемматизации или стемминга удастся группу сообщений привести к единому виду, отвечающему задаче категоризации. На этом завершается этап преобработки, позволяющий согласно приведенному алгоритму получить окончательный вариант текста [4].

Для того чтобы нейронная сеть смогла при-

ступить к решению главной задачи и сделать вывод о категориальной принадлежности поступающей текстовой информации, необходимо преобразование словесных элементов в числовые значения. В связи с этим возникает потребность в составлении векторного представления каждого из текстовых сообщений. Но, поскольку все единицы, входящие в ту или иную категорию, должны обладать одинаковым набором существенных признаков, сформированные вектора обязательно должны иметь одинаковую длину.

Для того чтобы построить математическую модель нейронной сети, требуется составить выборку, используемую при обучении. Она является образцом при последующей работе (а также текстовую выборку). На ее основе будет происходить тестирование сети. Должного эффекта удастся достичь исключительно при соблюдении двух условий: успешного моделирования сети и показательности обучающей выборки. При этом искомая репрезентативность набора отобранных данных достигается соблюдением требований разнообразия и достаточности, равномерности и непротиворечивости.

На языке программирования *Python* наиболее продуктивным для построения модели нейросетей оказывается применение библиоте-

ки *TensorFlow* и фреймворк, способных выполнять надстроечную функцию – *Keras*. Это дает возможность многогранно изменять параметры моделирования. В результате осуществляется точная настройка, дающая высокий процент результативности без применения сложного математического аппарата. Кроме того, при создании многоуровневых нейронных сетей возникает возможность распараллеливания операций с помощью графического процессора.

Для решения поставленной задачи используется многокритериальная классификация. При этом рассматриваются два подхода для реализации множественного вывода, осуществляемого нейросетью. Первый подход заключается в попарном суммировании всех категорий. В результате получается вектор. Координатами вектора являются совокупности вариативного решения. Второй подход заключается в образовании множества простых нейросетей для каждой подкатегории соответственно. При этом каждая нейронная сеть на входе учитывает объект с анализом предшествующих действий.

На этом этапе для решения задачи классификации целесообразным оказывается применение сверточной нейросети (англ. *Convolutional Neural Network*). Будучи изначально предназначенной для распознавания объектов на изображении, она демонстрирует квалифицированные результаты и при работе с текстовой информацией, в сравнении с типовыми моделями сетей выигрывая в точности от 10 до 15 %.

Благодаря тому, что система национальных счетов (СНС) производит деление искомым данных в процессе их обработки в соответствии с заданными параметрами, возможным оказывается распараллеливание математических операций, что позволяет задействовать потенциал

графических процессоров (*GPU*) для ускорения обучения. В дополнение ко всему обретается стабильная устойчивость к помехам, что прибавляет качества выполненной классификации. В итоге использование операции свертки обеспечивает достижение высокоуровневых характеристик вследствие объединения признаков со схожими свойствами.

Показательно, что среди отстраиваемых идентификаторов число нейронов начального и конечного уровней заранее известно и зависит от условий задачи, исходя из чего количество узлов входного слоя должно отвечать максимально возможной сложности описания обрабатываемых данных. Соответственно, размерность выходного слоя будет тождественна числу категорий классификации.

Тестирование засвидетельствовало эффективность применения взаимосвязанной системы нейронных сетей для решения задачи категоризации текстовых сообщений, а также удостоверило наличие возможности для работы с каждой сетью в отдельности без пагубного влияния на прежде отстроенные их конфигурации.

Таким образом, нейросетевое решение задач категоризации текстовых документов предполагает соблюдение нескольких логически связанных между собой этапов. Во-первых, это первичная обработка исходной текстовой информации посредством автоматического удаления не несущих смысловой нагрузки символов в целях экономии вычислительных ресурсов и мешающих точности обработки данных. Во-вторых, определение характерных векторов категорий, которые направляются на вход. В-третьих, отбор параметров, отвечающих поставленной перед нейронной сетью задаче классификации текстовой информации.

Список литературы

1. Лекун, Я. Как учится машина: Революция в области нейронных сетей и глубокого обучения / Я. Лекун // Альпина PRO, 2021. – С. 77–79.
2. Наркевич, М.Ю. Анализ эффективности существующей системы оценки качества материалов, изделий и конструкций на опасных производственных объектах / М.Ю. Наркевич, В.Д. Корниенко, О.С. Логунова, М.А. Полякова, Ю.А. Извеков // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2021. – Т. 19. – № 2. – С. 103–111.
3. Торшина, О.А. Моделирование пространственно-временной динамики вирусных инфекций / О.А. Торшина, К.О. Светус, Э.М. Даминева // Наука и бизнес: пути развития – 2024. – № 1(115) – С. 64–67.
4. Хайкин, С. Нейронные сети. Полный курс / С. Хайкин // Вильямс, 2019. – С. 49–50.

References

1. Lekun, YA. Kak uchitsya mashina: Revolyutsiya v oblasti neyronnykh setey i glubokogo obucheniya / YA. Lekun // Al'pina PRO, 2021. – S. 77–79.
2. Narkevich, M.YU. Analiz effektivnosti sushchestvuyushchey sistemy otsenki kachestva materialov, izdeliy i konstruktsiy na opasnykh proizvodstvennykh ob'yektakh / M.YU. Narkevich, V.D. Korniyenko, O.S. Logunova, M.A. Polyakova, YU.A. Izvekov // Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova. – 2021. – T. 19. – № 2. – S. 103–111.
3. Torshina, O.A. Modelirovaniye prostranstvenno-vremennoy dinamiki virusnykh infektsiy / O.A. Torshina, K.O. Svetus, E.M. Damineva // Nauka i biznes: puti razvitiya – 2024. – № 1(115) – S. 64–67.
4. Khaykin, S. Neyronnyye seti. Polnyy kurs / S. Khaykin // Vil'yams, 2019. – S. 49–50.

© О.А. Торшина, Д.М. Долгушин, Н.А. Плугина, К.О. Светус, 2024

УДК 004.4

Е.Г. ЦАРЬКОВА

ФКУ «Научно-исследовательский институт Федеральной службы исполнения наказаний», г. Москва

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УГОЛОВНО-ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных; машинное обучение; статистическая отчетность; уголовно-исполнительная система Российской Федерации.

Аннотация. Целью работы является рассмотрение перспектив применения методов машинного обучения при анализе статистической информации в деятельности уголовно-исполнительной системы Российской Федерации. Алгоритмы искусственного интеллекта, работающие на базе моделей, обученных на исторических данных, являются эффективным инструментом для выявления закономерностей между явлениями, установления трендов, построения прогнозов и служат перспективным компонентом систем поддержки принятия управленческих решений. В исследовании на примере решения задачи кластеризации регионов по уровню преступности в области информационных технологий осуществлена апробация доступной к применению аналитической платформы, реализующей методы машинного обучения.

Анализ ведомственной статистической информации является важным направлением деятельности уголовно-исполнительной системы Российской Федерации (УИС). Обработка статистики служит выявлению закономерностей между явлениями, формированию прогнозов, выявлению трендов и является ключевой составляющей информационной поддержки принятия управленческих решений. Вместе с тем

растущие потоки обрабатываемой информации приводят к необходимости поиска наиболее эффективных и оперативных способов их обработки. Отдельного внимания заслуживает выбор технологической платформы, используемой при обработке статистических данных. В настоящее время особую популярность приобретают языки программирования и фреймворки, специально разработанные для статистического анализа данных. Имеет место существенная вариативность решения задачи выбора аналитики статистических данных. Сбор больших данных приводит к необходимости привлечения для их обработки методов искусственного интеллекта, в частности машинного обучения, служащих эффективным инструментом оперативной обработки информации, соответствующей требованиям современности [1].

Отметим, что сегодня, с учетом действующего законодательства в части требований перехода органов исполнительной власти на использование отечественного офисного программного обеспечения, наиболее целесообразным при анализе статистических данных работы Федеральной службы исполнения наказаний (ФСИН) России представляется применение программного обеспечения с реализованными методами машинного обучения с открытым исходным кодом, работающего под управлением различных операционных систем (например, *Knime*, *Orange Data Mining*, *Getl* и т.п.), а также кроссплатформенного программного обеспечения отечественной разработки (например, *Loginom*). Использование языков программирования *Python*, *R* является наиболее универсаль-

№	Номер кластера	Зарегистрирова...	Выявлено СК...	Выявлено ОБД...	Выявлено ФСБ...	Выявлено органами Прокуратуры	Выявлено ФСИН России
1	3	4137	12	4006	38	8	5
2	3	31193	22	38960	64	27	3
3	2	4962	22	4907	33	13	1
4	3	38056	35	37663	18	306	8
5	4	1076	5	3546	17	7	8

Рис. 1. Визуализатор «Центры кластеров»

№	Номер кластера	Зарегистрирова...	Выявлено СК...	Выявлено ОБД...	Выявлено ФСБ...	Выявлено органами Прокуратуры	Выявлено ФСИН России
1	3	4137	12	4006	38	8	5
2	3	31193	22	38960	64	27	3
3	2	4962	22	4907	33	13	1
4	3	38056	35	37663	18	306	8
5	4	1076	5	3546	17	7	8

Рис. 2. Таблица «Центры кластеров»

№	Номер кластера	Зарегистрирова...	Выявлено СК...	Выявлено ОБД...	Выявлено ФСБ...	Выявлено органами Прокуратуры	Выявлено ФСИН России
1	3	4137	12	4006	38	8	5
2	3	31193	22	38960	64	27	3
3	2	4962	22	4907	33	13	1
4	3	38056	35	37663	18	306	8
5	4	1076	5	3546	17	7	8

Рис. 3. Результат сортировки по возрастанию в таблице «Центры кластеров»

№	Номер кластера	Расстояние до центра класте...	Регион	Зарегистрирова...	Выявлено СК...	Выявлено ОБД...	Выявлено Ф...
1	1	1,611881024	Карелинская область	1861	14	1860	
2	1	1,602439025	Карелинская область	3537	5	3836	
3	1	1,600381734	Республика Коми	5263	27	5030	
4	1	1,600088884	Чувашская Республика	175	6	363	
5	1	1,397946494	Кировская область	3886	11	3791	
6	1	1,434673293	Республика Мордовия	1768	1	1706	
7	1	1,641372647	Свердловская область	8447	24	8138	
8	1	1,395263575	Красноярский край	7915	20	7835	
9	1	1,30581398	Новосибирская область	6718	13	6804	

Рис. 4. Кластер 1

ным средством анализа данных, однако требует времени на разработку, настройку виртуальной среды и существенной по времени теоретической подготовки аналитика в области программирования и алгоритмизации.

Рассмотрим применение методов машинного обучения к обработке статистической информации на примере анализа региональной преступности в области информационных технологий (*IT*-преступлений) [2]. Для анализа используется некоммерческая версия аналитической платформы *Loginom*. Рассматривается подход к кластеризации регионов на основе ко-

личества выявленных *IT*-преступлений. Для решения указанной задачи применяются методы машинного обучения, использующие в качестве обучающей выборки статистические данные о выявленных преступлениях [3].

Кластеризация обеспечивает возможность разделить множество объектов на схожие по свойствам группы, образованные на основании схожести входящих в них элементов. Для выполнения кластеризации данных в *Loginom* предусмотрен одноименный узел. В качестве полей для обработки используем все поля набора данных за исключением признаков «Округ» и

Номер кластера	Расстояние до центра кластера	Регион	Зарегистрировано	Выявлено СК...	Выявлено ОПД	Выявлено ФС
1	0,454617284	Балтийский округ	3489	7	3460	
2	0,456834183	Брянская область	2583	2	2548	
3	0,4592387540	Владимирская область	3038	14	3022	
4	0,4647403765	Ивановская область	2227	11	2140	
5	0,4702105034	Костромская область	3448	14	3430	
6	0,4794928209	Курская область	2689	15	2627	
7	0,4917522705	Ленинградская область	2030	3	2005	
8	0,4932662448	Орловская область	3447	2	3425	
9	0,4944613652	Рязанская область	3513	1	2507	
10	0,5008688885	Смоленская область	2088	12	2086	
11	1,18904528	Тамбовская область	2124	19	2492	
12	1,366854811	Тверская область	3274	17	3236	
13	0,512630256	Тульская область	3225	13	3189	
14	1,181771982	Ярославская область	2524	4	2505	
15	0,5779481324	Новый федеральный округ	80	2	80	
16	1,289827552	Ленинградская область	5512	13	5436	
17	0,4842413625	Иркутская область	2984	5	2914	
18	0,4752104039	Новгородская область	3818	2	3805	
19	0,4752645236	Псковская область	3540	4	3517	
20	0,5926701804	Республика Карелия	2407	1	2338	
21	1,57446246	Кабардино-Балкарская Республика	1403	7	1420	
22	0,585153239	Карачаево-Черкесская Республика	819	8	778	
23	1,548493881	Республика Дагестан	3053	7	3032	

Рис. 5. Кластер 0

Номер кластера	Расстояние до центра кластера	Регион	Зарегистрировано	Выявлено СК...	Выявлено ОПД	Выявлено ФС
1	1,140262118	Иркутская область	11413	33	11294	
2	2,868132295	Архангельская область	3630	44	3533	
3	2,628034448	г. Санкт-Петербург	11532	21	11276	
4	1,381743409	Вологодская область	3534	23	3461	
5	1,312051184	Свердловская область	4864	33	4771	
6	0,8843281944	Волгоградская область	4334	17	4025	
7	1,297521140	Ростовская область	3679	35	3590	
8	3,218961836	Краснодарский край	14495	37	14464	
9	2,881292582	Новосибирская область	8235	44	8036	
10	1,848944471	Пермский край	7765	37	7687	
11	2,41763884	Республика Татарстан	13339	5	13280	
12	3,23107398	Республика Башкортостан	9470	34	9340	
13	3,11744389	Самарская область	8824	35	8773	
14	1,872483228	Ульяновская область	2243	30	2281	
15	1,347993173	Башкирская область	5782	35	5742	
16	0,8754205753	Валдай-Ивановский автономный округ	5685	23	5527	
17	1,605440140	Челябинская область	12734	32	12676	
18	1,639942738	Алтайский край	7312	36	7288	
19	2,210214455	Иркутская область	5367	46	5272	
20	3,38843882	Новосибирская область - Край	7235	41	7185	

Рис. 6. Кластер 2

Номер кластера	Расстояние до центра кластера	Регион	Зарегистрировано	Выявлено СК...	Выявлено ОПД	Выявлено ФС
1	1,140262118	Иркутская область	11413	33	11294	

Рис. 7. Кластер 3

«Регион», изменение назначения столбцов осуществляется при настройке входных столбцов. В мастере настройки узла выполнен выбор заданного количества кластеров; в рассматриваемом случае количество кластеров принимается равным пяти (группа регионов с высоким, выше среднего, средним, ниже среднего и низким уровнем ИТ-преступности). В результате выполнения узла «Кластеризация» получены визуализаторы: «Разбиение на кластеры», «Профили кластеров», «Центры кластеров».

На рис. 1 приведен вид визуализатора

«Центры кластеров», отображенный в режиме таблицы.

Результат ранжирования по убыванию представленной таблицы по полю «Зарегистрировано» приведен на рис. 2.

Результат сортировки по возрастанию по тому же полю приведен на рис. 3.

Визуализатор «Разбиение на кластеры» служит определению принадлежности субъектов РФ к каждому из кластеров (рис. 4).

Таким образом, кластер 1 представлен Воронежской, Калужской, Свердловской, Ново-

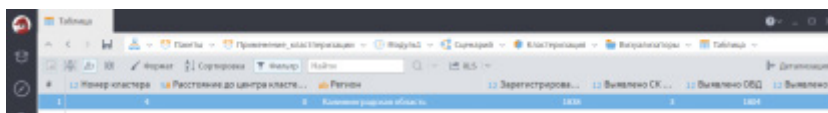


Рис. 8. Кластер 4

сибирской областями, Красноярским краем, Республиками Коми, Крым, Мордовия и Чеченской Республикой.

На рис. 5–8 приведены кластеры 0, 2, 3, 4.

Для решения задачи кластеризации использованы методы машинного обучения, служащие обеспечению возможности проведения разно-

стороннего анализа ведомственных статистических данных и оперативного получения информации для выработки управленческих решений [4; 5]. Рассмотренный в работе подход является перспективным и доступным инструментом интеллектуального анализа ведомственных статистических данных.

Список литературы

1. Царькова, Е.Г. К вопросу применения искусственного интеллекта в правовых подразделениях / Е.Г. Царькова // Евразийский юридический журнал. – 2023. – № 3(178). – С. 385–386.
2. Зорина, Н.С. Понятие преступлений, совершаемых с использованием информационно-телекоммуникационных технологий / Н.С. Зорина // Вестник ФКУ НИИИТ ФСИН России : Научно-практическое издание / Сост. А.Н. Дробот [и др.]. Том Выпуск 5. – Тверь : Федеральное казенное учреждение «Научно-исследовательский институт информационных технологий Федеральной службы исполнения наказаний», 2022. – С. 34–37.
3. Зорина, Н.С. Факторы преступности в сфере компьютерных технологий / Н.С. Зорина // 25-летний опыт применения Уголовного и Уголовно-исполнительного кодексов Российской Федерации: проблемы и перспективы развития : Сборник материалов круглого стола в рамках XII Пермского конгресса ученых-юристов, Пермь, 29 октября 2022 года / Сост. А.И. Согрина. – Пермь : Пермский институт Федеральной службы исполнения наказаний, 2022. – С. 45–47.
4. Царькова, Е.Г. К вопросу формирования цифровой культуры в процессе профессиональной подготовки сотрудников уголовно-исполнительной системы Российской Федерации / Е.Г. Царькова, Е.Н. Бодров // Евразийский юридический журнал. – 2023. – № 3(178). – С. 377–379.

References

1. Tsar'kova, Ye.G. K voprosu primeneniya iskusstvennogo intellekta v pravovykh podrazdeleniyakh / Ye.G. Tsar'kova // Yevraziyskiy yuridicheskiy zhurnal. – 2023. – № 3(178). – S. 385–386.
2. Zorina, N.S. Ponyatiye prestupleniy, sovershayemykh s ispol'zovaniyem informatsionno-telekommunikatsionnykh tekhnologiy / N.S. Zorina // Vestnik FКУ NIИIT FSIN Rossii : Nauchno-prakticheskoye izdaniye / Sost. A.N. Drobot [i dr.]. Tom Vypusk 5. – Tver' : Federal'noye kazennoye uchrezhdeniye «Nauchno-issledovatel'skiy institut informatsionnykh tekhnologiy Federal'noy sluzhby ispolneniya nakazaniy», 2022. – S. 34–37.
3. Zorina, N.S. Faktory prestupnosti v sfere komp'yuternykh tekhnologiy / N.S. Zorina // 25-letniy opyt primeneniya Ugolovnogo i Ugolovno-ispolnitel'nogo kodeksov Rossiyskoy Federatsii: problemy

i perspektivy razvitiya : Sbornik materialov kruglogo stola v ramkakh XII Permskogo kongressa uchenykh-yuristov, Perm', 29 oktyabrya 2022 goda / Sost. A.I. Sogrina. – Perm' : Permskiy institut Federal'noy sluzhby ispolneniya nakazaniy, 2022. – S. 45–47.

4. Tsar'kova, Ye.G. K voprosu formirovaniya tsifrovoy kul'tury v protsesse professional'noy podgotovki sotrudnikov ugolovno-ispolnitel'noy sistemy Rossiyskoy Federatsii / Ye.G. Tsar'kova, Ye.N. Bodrov // Yevraziyskiy yuridicheskiy zhurnal. – 2023. – № 3(178). – S. 377–379.

© Е.Г. Царькова, 2024

УДК 004.056.57

В.М. БУРЫГИН

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени проф. М.А. Бонч-Бруевича», г. Санкт-Петербург

АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Ключевые слова: информационная безопасность; облачные технологии; передача данных; симуляция атаки; тестирование системы защиты; Центр обработки данных (ЦОД).

Аннотация. Целью статьи является анализ инструментов тестирования систем безопасности облачной инфраструктуры. Объектом исследования является система защиты периметра облачной инфраструктуры. В качестве предмета исследования в рамках данной статьи были рассмотрены инструменты, позволяющие выполнить процедуру тестирования системы безопасности облачной инфраструктуры. Задачей данной статьи было выполнение анализа инструментария тестирования систем безопасности облачной инфраструктуры. При написании статьи использовался метод анализа литературных источников по теме исследования. Новизна исследования заключается в проведении актуального анализа инструментов тестирования систем безопасности облачной инфраструктуры. Практическая значимость исследования представляет собой изучение функционала современных инструментов тестирования систем безопасности облачной инфраструктуры. Отмечено, что информация сегодня обладает высоким уровнем ценности: это тот объект, который можно и продать, и купить. Именно по этой причине обеспечение ее защиты является одной из важных задач любой организации. При этом использование ресурсов передачи данных и информационного обмена в рамках процедур обработки информации требует более пристального внимания к реализации системы защиты. Это касается любой системы, в том числе и облачной. Облачные сервисы и ресурсы сегодня обладают широкой популярностью, что особенно актуализирует необходимость проверки используемых систем защиты, их периодического

тестирования.

Базовая роль инструментария информационной безопасности заключается в обеспечении защиты хранимых данных, а также работающего с ними программного обеспечения от злоумышленников и нарушителей информационной безопасности. В работе любой современной организации защита строится на основании двух направлений – защита от атак извне и защита от атак изнутри. Для организаций небольшого масштаба атаки извне являются не столь распространенной практикой, хотя защита в данном направлении все же реализуется. В облачной инфраструктуре и для облачных ЦОД система защиты должна строиться уже несколько иначе: важно обеспечить защиту в обоих направлениях. Это обусловлено использованием открытых каналов передачи данных, постоянным высокоскоростным подключением к сети Интернет. Обеспечение защиты облака является серьезным требованием, и важно не только ее реализовать, но и постоянно проверять. Для реализации данных процессов используются различные варианты проверки системы защиты, которые в итоге сводятся к ее тестированию. В рамках данной статьи будет выполнено рассмотрение понятия тестирования системы защиты информации и инструментария, используемого для проведения тестирования системы защиты облачного периметра.

Первым шагом следует рассмотреть, что же подразумевает под собой процедура тестирования системы защиты. По определению тестирование – это проверка. Тестирование программной системы – это проверка ее на соответствие предъявляемым к ней требованиям. Соответственно, при реализации процедуры тестирования систем защиты проверяется, от каких

угроз данная система сможет защитить охраняемые объекты, а какие угрозы данную систему смогут «обойти», то есть проникнуть через нее и нанести вред охраняемой информации, программному обеспечению или программным системам. Тестируя систему защиты облака, в основном проверяют защиту от таких потенциальных угроз, как взлом системы, перехват данных, возможность проведения атак на серверную платформу и т.д. [4].

Если выражаться более абстрактно, то процедура тестирования системы защиты проводится с целью обеспечения базовых свойств информации, к которым относят ее конфиденциальность, целостность и доступность. В любом случае ответственность за выполнение данной процедуры лежит на специалистах в области информационной безопасности, которые применяют для этого различные методы и инструменты. К числу инструментария тестирования системы защиты облака относят сканеры уязвимостей, анализаторы трафика, системы тестирования на проникновение и т.д. При выявлении любого вида угрозы, которая может быть реализована при использовании текущей системы защиты, обязательно производится оценка рисков, которые могут возникнуть при реализации данной угрозы, после чего разрабатываются рекомендации по ее устранению [8].

Почему же для облачных систем процедура тестирования системы защиты периметра является столь актуальным вопросом. Это обосновано тем фактом, что данные системы являются публичными, а внутри них хранятся огромные объемы информации. Это делает облако одной из наиболее распространенных целей для злоумышленников. А реализация любой угрозы для облачного сервиса является серьезным недостатком, который может привести к финансовым, либо репутационным потерям как для клиентов, так и для провайдеров облачных услуг. Именно для выявления подобного рода возможностей выполняется процедура тестирования системы защиты периметра [2]. При выполнении данной процедуры применяется несколько наиболее распространенных подходов, к числу которых относятся.

1. Сканирование уязвимостей (*Vulnerability Scanning*) – при данном подходе тестирование системы защиты будет проводиться в формате проверки на наличие в ней уязвимостей. Это позволит выявить возможные точки получения несанкционированного доступа злоумышленни-

ками. Для выполнения подобной проверки используют различные инструменты: например, сканеры сетевых портов, анализаторы ядра, выполняется ручное изучение состава используемых программных продуктов и сервисов.

2. Симуляция атаки (*Penetration testing*) – данная методика тестирования подразумевает выполнение симуляции атаки на систему. Конечная цель точно такая же – выявить уязвимости в системе защиты. Атака может быть реализована различным образом: начиная с простого перебора паролей, либо применения метода SQL-инъекций, заканчивая процедурой сканирования портов, фишингом и иными методами.

3. Автоматическое сканирование уязвимостей (*Security Scanning*): данная процедура отличается от простого сканирования уязвимостей тем, что для ее реализации используются специализированные инструменты автоматического тестирования, которые позволяют выполнить проверку уязвимостей в информационных системах, веб-приложениях и даже в операционных системах. Проверку подобные программные продукты проводят с использованием специальной базы, в которую занесен перечень известных уязвимостей.

4. Оценка рисков (*Risk Assessment*) – это процесс, при котором происходит идентификация потенциальных рисков на основании существующих классификационных перечней. В РФ данного рода проверку рекомендуется проводить с использованием методики Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК): она позволяет выполнить детальную идентификацию рисков, максимально точно сформировать состав потенциальных рисков информационной безопасности для организации или информационной системы.

5. Оценка положения (*Posture Assessment*) – процедура, аналогичная оценке рисков, только здесь происходит проверка соответствия системы защиты актуальным стандартам и рекомендациям в области информационной безопасности. Для этого выполняется проверка корректности механизмов защиты, контроля, анализа правил доступа к ресурсам, выполнения оценки качества процессов в рамках защиты информации и т.д. Подобная оценка позволяет продемонстрировать уровень готовности системы защиты к оказанию противодействия потенциальным угрозам, реализация которых может произойти в будущем.



Рис. 1. Контролируемые уровни доступа для различных категорий облачных сервисов

6. Аудит безопасности (*Security Auditing*) – проверка системы защиты, в основе которой лежит процедура анализа политик, процедур, систем и приложений, цель функционирования которых заключается в обеспечении защиты информации. Представляет собой своего рода проверку на соблюдение стандартов, а также актуальных рекомендаций в области обеспечения защиты информации.

7. Еще одна из методик тестирования системы защиты носит название «Этический взлом» (*Ethical hacking*). Представляет собой аналог симуляции атаки, только атаке подвергаются непосредственно компоненты системы защиты [5].

Суть любой из перечисленных методик тестирования абсолютно идентична – на основании перечня выявленных уязвимостей, брешей в системе защиты, недостатков или несоответствий требованиям по обеспечению информационной безопасности формируется набор рекомендаций, которые способствуют их устранению. Полученные результаты позволяют не только выявить угрозы и риски, но и реализовать стратегию по их устранению, а также сформировать максимально возможный уровень защиты. Именно по этой причине данные процедуры рекомендуется использовать перио-

дически, с целью обеспечения защиты от новых угроз и уязвимостей.

Обеспечение защиты периметра для облачной инфраструктуры, как уже было отмечено ранее, играет очень важную роль. Ведь это гарантия того, что пользователи работают с проверенной информацией, не беспокоясь о нарушении безопасности выполнимых операций. И данная гарантия требуется для организации любого масштаба и любого профиля деятельности [1]. Именно по этой причине защита облака требует особого внимания. В рамках облачных сервисов всегда выделяют несколько слоев контроля и доступа, которые различным образом будут контролироваться клиентом или провайдером в зависимости от модели облака.

Когда речь заходит об уровнях управления данными, выделяют три сегмента облачных сервисов, каждый из которых обладает собственным уровнем управления. Данные уровни представлены на рис. 1. Так, при использовании модели *IaaS* заказчик имеет определенную возможность применения собственных инструментов обеспечения защиты, в модели *PaaS* подобные возможности уже существенно ограничены, а вот при использовании модели *SaaS* клиент никаким образом не участвует в процедурах обеспечения защиты собственных дан-

ных и лишь всецело полагается на своего провайдера [7].

Одним из наиболее распространенных инструментов выполнения тестирования инфраструктуры обеспечения защиты облачного периметра является тестирование на проникновение – методика проверки уязвимых мест в системе защиты. Выполняется она в виде нескольких последовательных этапов:

- сначала происходит проверка списка потенциальных уязвимостей и проблем, реализация которых может стать причиной нарушения безопасности системы;
- далее происходит рассмотрение данного списка и его ранжирование на основании приоритета или критичности выявленных угроз;
- следующим шагом формируется набор тестов на проникновение, которые должны реализовать атаки на систему как снаружи, так и изнутри, с целью определения возможности получения несанкционированного доступа к данным, серверной операционной системе или программному обеспечению без авторизации;
- в случае выявления возможной реализации механизмов несанкционированного доступа выполняется поиск путей их устранения, после чего процедура запускается снова до достижения момента, когда проблемная область будет устранена [9].

Тестирование на проникновение может выполняться целым рядом специалистов, таких как тестировщики, специалисты в области построения компьютерных сетей, а также консультанты по информационной безопасности. Преимуществом данного типа тестирования является отсутствие необходимости выполнения его вручную: сегодня на рынке существует большое число готовых инструментов, значительно упрощающих выполнение подобного рода тестирования. Рассмотрим наиболее известные примеры:

- *Metasploit* – один из высокопроизводительных фреймворков, который может быть использован для проведения различных видов атак, предоставляя тестеру большое число инструментов проверки системы безопасности;
- *Burp Suite* – специализированная платформа, позволяющая выполнить тестирование веб-сервисов и приложений, включающая в свой состав такие инструменты, как прокси-сервер, сканер уязвимостей, систему перехвата запросов и т.д.;
- *Nmap* – программное обеспечение, вы-

полняющее процедуру исследования сети с целью выявления активных хостов, открытых портов и иных исследований;

- *Wireshark* – программное обеспечение из категории анализатора трафика, позволяющее выполнять процедуру перехвата и анализа сетевого трафика с целью выявления уязвимостей и выполнения различного рода атак на систему;

- *Hydra* – это утилита, выполняющая автоматизированный перебор паролей на различных протоколах, таких как *HTTP*, *FTP*, *SSH* и других;

- *OWASP ZAP* – бесплатный программный продукт, применяемый с целью сканирования веб-приложений на наличие в них уязвимостей, а также угроз безопасности.

Представленные ресурсы и программные продукты могут быть использованы для различных целей и задач в рамках реализации процедур проверки на проникновение. К числу наиболее распространенных категорий тестов сети относятся.

1. Сетевое тестирование на проникновение включает в свой состав такие процедуры, как сканирование сети, анализ уязвимостей и атаки на сеть. Для процедуры сканирования сети возможно использование программных продуктов *Nmap* или *Nessus* с целью обнаружения открытых портов или сервисов. С целью анализа уязвимостей с помощью утилит *OpenVAS* или *Nexpose* выполняется поиск существующих уязвимостей в сетевых сервисах и приложениях. Атаки на сеть выполняются с применением таких программ, как *Metasploit* или *Burp Suite*, с целью изучения возможности перехвата трафика, либо получения несанкционированного доступа.

2. Веб-тестирование выполняется как процедуры идентификации уязвимостей, перебора паролей, веб-разведки и фишинга. Для идентификации уязвимостей могут быть использованы программные продукты *OWASP ZAP* или *Burp Suite* с целью выявления уязвимостей в веб-сервисах или приложениях. Для перебора паролей могут быть использованы такие решения, как *Hydra*, с целью автоматизированного подбора паролей на страницах авторизации. Веб-разведка проводится с целью идентификации уязвимостей в веб-приложениях и сервисах.

3. Физическое тестирование подразумевает применение методов социальной инженерии с целью получения возможности атаки на физи-

ческие устройства, либо получение физического доступа к аппаратному обеспечению, а также несанкционированного доступа посредством вскрытия систем защиты зданий или помещений с целью проверки физической безопасности аппаратного обеспечения.

Исходя из вышеизложенного, при выполнении тестирования на проникновение важно обеспечить непрерывность данного процесса и выполнять его регулярно. Это позволит получать объективную информацию касательно состоя-

ния системы защиты облачной инфраструктуры по всем возможным направлениям и обеспечить их непрерывное функционирование. В рамках выполнения тестирования системы защиты облачных сервисов применяются различные инструменты и техники, и важно не только обеспечить их грамотное использование, но и по возможности применять несколько различных решений, что позволит выполнить максимально объективную оценку системы защиты.

Список литературы

1. Биньяле, К. Обеспечение безопасности коммуникаций промышленных встраиваемых систем с облачными сервисами / К. Биньяле // *Электроника: Наука, технология, бизнес*. – 2019. – № 2(183). – С. 92–95.
2. Гниденко, И.Г. Тестирование приложений как важная мера повышения информационной безопасности предприятия / И.Г. Гниденко, И.В. Егорова, О.Д. Мердина // *Петербургский экономический журнал*. – 2021. – № 4. – С. 164–172.
3. Голиков, С.Е. Методика оценки рисков на основе тестирования системы информационной безопасности / С.Е. Голиков // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2021. – Т. 9. – № 11. – С. 79–84.
4. Леонов, А.А. Методики обеспечения безопасности облачных хранилищ данных / А.А. Леонов // *Молодой исследователь Дона*. – 2021. – № 3(30). – С. 57–59.
5. Маслова, М.А. Проблемы облачных сервисов и методы защиты от рисков и угроз / М.А. Маслова, Е.С. Кузьминых // *Научный результат. Информационные технологии*. – 2022. – № 3. – С. 46–49.
6. Маслова, М.А. Риски IT-инфраструктуры и методы их решения / М.А. Маслова // *Научный результат. Информационные технологии*. – 2022. – № 4. – С. 77–82.
7. Мельникова, А.Е. Разработка методики тестирования на проникновение мобильных и веб-приложений / А.Е. Мельникова, И.Н. Карманов // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. – 2019. – № 5. – С. 57–63.
8. Нестеренко, В.Р. Современные вызовы и угрозы информационной безопасности публичных облачных решений и способы работы с ними / В.Р. Нестеренко, М.А. Маслова // *Научный результат. Информационные технологии*. – 2021. – Т. 6. – № 1. – С. 48–54.
9. Обзор угроз информационной безопасности в концепции граничных вычислений / В.В. Рябokonь, А.А. Кузькин, С.Ю. Тутов, А.С. Махов // *Вестник евразийской науки*. – 2018. – Т. 10. – № 3. – С. 69.
10. Тумбинская, М.В. Анализ и прогнозирование вредоносного сетевого трафика в облачных сервисах / М.В. Тумбинская, Б.И. Баянов, Р.Ж. Рахимов, Н.В. Кормильцев, А.Д. Уваров // *Бизнес-информатика*. – 2019. – № 1. – С. 36–42.

References

1. Bin'yale, K. Obespecheniye bezopasnosti kommunikatsiy promyshlennykh vstraivayemykh sistem s oblachnymi servisami / K. Bin'yale // *Elektronika: Nauka, tekhnologiya, biznes*. – 2019. – № 2(183). – S. 92–95.
2. Gnidenko, I.G. Testirovaniye prilozheniy kak vazhnaya mera povysheniya informatsionnoy bezopasnosti predpriyatiya / I.G. Gnidenko, I.V. Yegorova, O.D. Merdina // *Peterburgskiy ekonomicheskii zhurnal*. – 2021. – № 4. – S. 164–172.
3. Golikov, S.Ye. Metodika otsenki riskov na osnove testirovaniya sistemy informatsionnoy bezopasnosti / S.Ye. Golikov // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2021. – Т. 9. –

№ 11. – S. 79–84.

4. Leonov, A.A. Metodiki obespecheniya bezopasnosti oblachnykh khranilishch dannykh / A.A. Leonov // Molodoy issledovatel' Dona. – 2021. – № 3(30). – S. 57–59.

5. Maslova, M.A. Problemy oblachnykh servisov i metody zashchity ot riskov i ugroz / M.A. Maslova, Ye.S. Kuz'minykh // Nauchnyy rezul'tat. Informatsionnyye tekhnologii. – 2022. – № 3. – S. 46–49.

6. Maslova, M.A. Riski IT-infrastruktury i metody ikh resheniya / M.A. Maslova // Nauchnyy rezul'tat. Informatsionnyye tekhnologii. – 2022. – № 4. – S. 77–82.

7. Mel'nikova, A.Ye. Razrabotka metodiki testirovaniya na proniknoveniye mobil'nykh i veb-prilozheniy / A.Ye. Mel'nikova, I.N. Karmanov // Interekspo Geo-Sibir'. – 2019. – № 5. – S. 57–63.

8. Nesterenko, V.R. Sovremennyye vyzovy i ugrozy informatsionnoy bezopasnosti publicznykh oblachnykh resheniy i sposoby raboty s nimi / V.R. Nesterenko, M.A. Maslova // Nauchnyy rezul'tat. Informatsionnyye tekhnologii. – 2021. – T. 6. – № 1. – S. 48–54.

9. Obzor ugroz informatsionnoy bezopasnosti v kontseptsii granichnykh vychisleniy / V.V. Ryabokon', A.A. Kuz'kin, S.YU. Tutov, A.S. Makhov // Vestnik yevraziyskoy nauki. – 2018. – T. 10. – № 3. – S. 69.

10. Tumbinskaya, M.V. Analiz i prognozirovaniye vredonosnogo setevogo trafika v oblachnykh servisakh / M.V. Tumbinskaya, B.I. Bayanov, R.ZH. Rakhimov, N.V. Kormil'tsev, A.D. Uvarov // Biznes-informatika. – 2019. – № 1. – S. 36–42.

© В.М. Бурьгин, 2024

УДК 378.4

ВАН ЛИХУН

Хэйхэский университет, г. Хэйхэ (Китай)

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ КОНТЕНТА И СОВМЕСТНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Ключевые слова: алгоритм; пользователь; рекомендуемый контент; фильтрация.

Аннотация. Чтобы продуктивно решить проблему неэффективного поиска пользователей в массивной базе данных киносайтов, недостаточно только использовать единые рекомендуемые алгоритмы. Нужно объединение рекомендуемых алгоритмов, основанных на содержании, с улучшенными алгоритмами совместной фильтрации. Также необходимо использование косинусного сходства для расчета сходства между пользователями и фильмами. Затем, интегрируя фактор времени в расчеты предпочтений пользователя и уменьшая влияние популярных фильмов на рекомендуемые результаты, улучшим алгоритмы совместной фильтрации. Наконец, взвешенное слияние алгоритмов совместной фильтрации, основанных на содержании и улучшении, будет применяться к набору тестирования данных, и расчеты будут давать рекомендуемые результаты. Экспериментальные результаты показывают, что этот алгоритм может получить лучшие рекомендуемые результаты (независимо от размера набора экспериментальных данных).

Традиционные методы рекомендации фильмов часто основаны только на исторических, поведенческих данных пользователей и не могут обеспечить персонализированные и точные рекомендуемые результаты [1]. Рекомендуемые алгоритмы, основанные на контенте, основаны на просмотре записей и отображаются пользователям путем вычисления сходства, а рекомендуемая новизна недостаточна [2]. Рекомендуемые алгоритмы, созданные на совместной фильтрации, основаны на прогнозировании предпочтений пользователя в видео путем вычисления сходства пользова-

телей и сходства между видео, сталкиваются с проблемами холодного запуска и разрежения данных [3].

Исходя из этого в данной статье разработан рекомендованный алгоритм для объединения контента и улучшения совместной фильтрации. Алгоритм преобразует характеристическую информацию о фильме, такую как тип, актер, режиссер и т.д., в характеристический вектор, который реализует персонализированные рекомендации, вычисляя сходство между фильмами. Рекомендуемые алгоритмы включают предпочтения пользователей и факторы времени, чтобы уменьшить влияние холодного запуска, уменьшить разрежение данных и улучшить рекомендуемое качество.

1. Улучшенный алгоритм совместной фильтрации на основе контента.

1.1. Предварительная обработка данных.

Прочитайте данные фильма из файла оценки фильма. Сначала обработайте недостающие значения и замените недостающие значения типа фильма и строки режиссера пустыми строками. Во-вторых, постройте матрицу типов фильмов и режиссерских столбцов, затем нужно вычислить косинусное сходство матрицы и получить матрицу сходства. Создайте индекс фильмов, чтобы быстро найти индексное местоположение фильма по названию фильма.

1.2. Рекомендуемые алгоритмы на основе контента.

Получив информацию о свойствах текста фильма, используйте алгоритм частоты слов – обратной частоты документа для построения матрицы предпочтений пользователя. Значение слова или фразы в документе – это произведение частоты слов и частоты обратного документа, которое создает матрицу предпочтений пользователя – фильма:

$$P_u = \begin{bmatrix} W_{11}W_{12} \dots W_{1n} \\ W_{21}W_{22} \dots W_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ W_{n1}W_{n2} \dots W_{nn} \end{bmatrix}.$$

W_{ij} обозначает вес слова i в фильме j , ранжирование весов по размеру с использованием алгоритма частоты слов – обратной документальной частоты, выбирая наиболее похожие K – числа для формирования характеристического вектора целевого фильма.

1.3. Улучшенные алгоритмы совместной фильтрации на основе пользователей.

С течением времени и изменениями в социальных сетях пользовательские предпочтения меняются, поэтому в рекомендациях по фильмам следует учитывать влияние миграции времени на предпочтения пользователей. Поскольку популярные фильмы просматриваются многими пользователями, использование косинусного сходства для расчета сходства пользователей приводит к тому, что рекомендуемые фильмы имеют более высокое сходство с известными фильмами, в то время как просмотр менее популярных фильмов показывает, что пользователи имеют одинаковые интересы и лучше отражает их сходство. Таким образом, при расчете сходства между пользователями называйте популярные фильмы, получая формулу предпочтения пользователя u к фильму i :

$$P_{u,i} = \left[\frac{\sum_{i \in N_u \cap N_v} \left(\frac{1}{\log(3 + q_i)} \right)^2}{|N_u| |N_v|} \right]. \quad (1)$$

Среди них $N(u)$ обозначает коллекцию фильмов, которые пользователь u смотрит; q_i – количество пользователей, которые смотрят фильм i , т.е. чем больше фильм популярен, тем меньше вклад в сходство.

1.4. Улучшенный алгоритм совместной фильтрации на основе предметов.

По мере изменения популярности фильмов и изменения привычек просмотра фильмов фактор времени оказывает большое влияние на предпочтения пользователей, поэтому в реко-

мендациях по фильмам следует учитывать фактор времени. Последнее визуальное поведение пользователя ближе к текущим предпочтениям пользователя к фильму, поэтому добавьте функцию затухания времени в формулу предпочтений, улучшенную формулу предпочтения пользователя u к фильму i :

$$P_{u,i} = \frac{\sum_{i \in N_u \cap N_v} \frac{1}{\log(3 + q_i)}}{|N_u| |N_v|} \frac{1}{1 + \alpha(|t_0 - t_{ui}|)}. \quad (2)$$

Среди них t_0 – это текущее время (время, когда пользователь u смотрит фильм i), α является фактором затухания времени.

1.5. Шаги по интеграции содержимого и улучшению рекомендуемых алгоритмов совместной фильтрации.

При разработке рекомендуемых алгоритмов цель учета предпочтений пользователей и взвешенного сходства заключается в том, чтобы более точно рекомендовать фильмы, которые соответствуют предпочтениям пользователей. Конкретные этапы алгоритма следующие.

А. Предварительная обработка экспериментальных наборов данных, включая обработку недостающих значений оценочных данных прочитанного фильма. Получение текстовой информации о фильме.

Б. После получения информации о свойствах текста фильма ключевые слова извлекаются из алгоритма частоты слов – обратной частоты документа, чтобы получить матрицу предпочтений пользователя.

В. Создание улучшенного алгоритма совместной фильтрации на основе пользователя, расчет предпочтения пользователя к фильму по формуле (1) и получение списка предпочтений.

Г. Построить улучшенный алгоритм рекомендаций по совместной фильтрации на основе предметов, рассчитать предпочтения пользователя к фильму по формуле (2) и получить список предпочтений.

Рекомендуемые алгоритмы, основанные на содержании, и рекомендуемые алгоритмы, основанные на улучшенной синергии фильтрации, взвешиваются следующим образом:

$$P = \beta P_u + (1 - \beta) P_{u,i}, 0 \leq \beta \leq 1.$$

β отражает вес P_u .

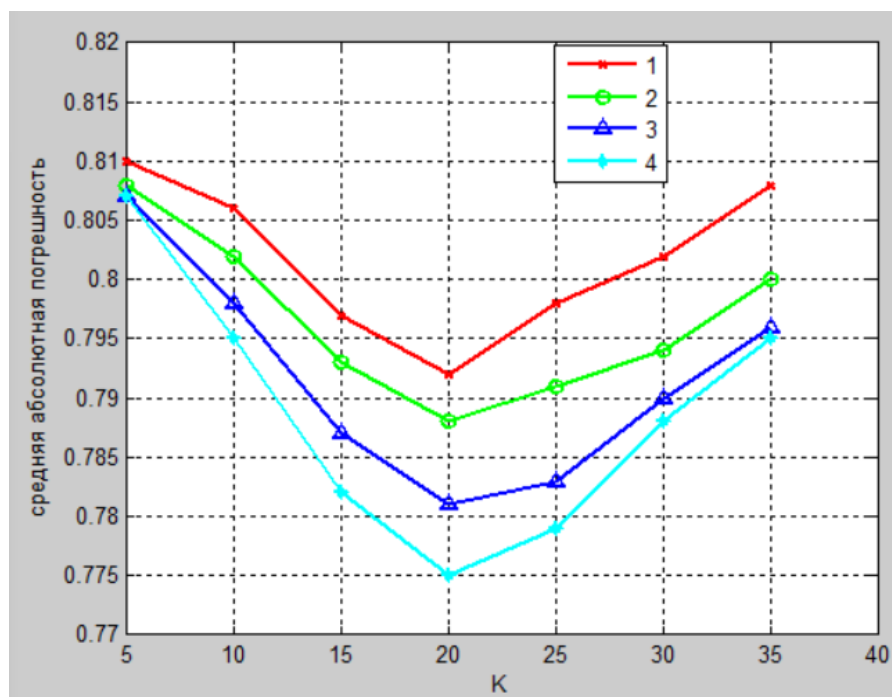


Рис. 1. Средняя абсолютная погрешность метода совместной фильтрации

Д. Применить алгоритм к набору данных тестирования фильма, на основе результатов вычислений выбрать предыдущую K -позицию, чтобы получить список рекомендаций, рекомендовать пользователю по уровню оценки. Если вы не удовлетворены рекомендованным результатом, вы можете изменить значение β и перейти к шагу Г.

В зависимости от веса β рекомендуемый результат изменяется соответствующим образом β . Чем больше β , тем больше влияние контента фильма на рекомендуемые результаты. Чем меньше β , тем больше сходство между пользователями или фильмами влияет на рекомендуемые результаты.

2. Эксперименты и анализ результатов.

2.1. Экспериментальные данные и показатели оценки.

Рекомендуемая точность алгоритмов проверяется под наборами данных о фильмах разных размеров, а набор данных, используемый в этой статье, взят из базы данных о фильмах в Интернете. Выберите из них 1 000 фильмов, чтобы получить информацию о названии, пользователе, типе, возрасте и баллах. Выберите 80 % данных, собранных в фильме, для тренировочного набора данных (40 % для небольшого набора данных), а остальные 20 % для тестового набо-

ра данных.

Критерием оценки, используемым в настоящем документе, является точность прогноза, которая также является наиболее важным показателем оценки системы рекомендаций. Средняя абсолютная погрешность невелика, и чем ближе оценка описания к фактической оценке, тем точнее прогноз.

2.2. Анализ результатов эксперимента.

Экспериментально сравнивая средние абсолютные погрешности в значениях различных параметров, в эксперименте значение b установили на уровне 0,6.

В ходе эксперимента были сопоставлены значения средней абсолютной ошибки различных алгоритмов: интеграция контента с алгоритмом совместной фильтрации на основе пользователя (Кривая 3 в диаграмме), сочетание содержимого с алгоритмом совместной фильтрации на основе предметов (Кривая 4 в диаграмме), алгоритм совместной фильтрации (Кривая 2 в диаграмме), рекомендуемые алгоритмы на основе контента (Кривая 1 в диаграмме). Как показано на рис. 1, для больших наборов фильмов, фиксированных значений K , средняя абсолютная погрешность метода совместной фильтрации, основанного на предпочтениях пользователей конвергенции контента,

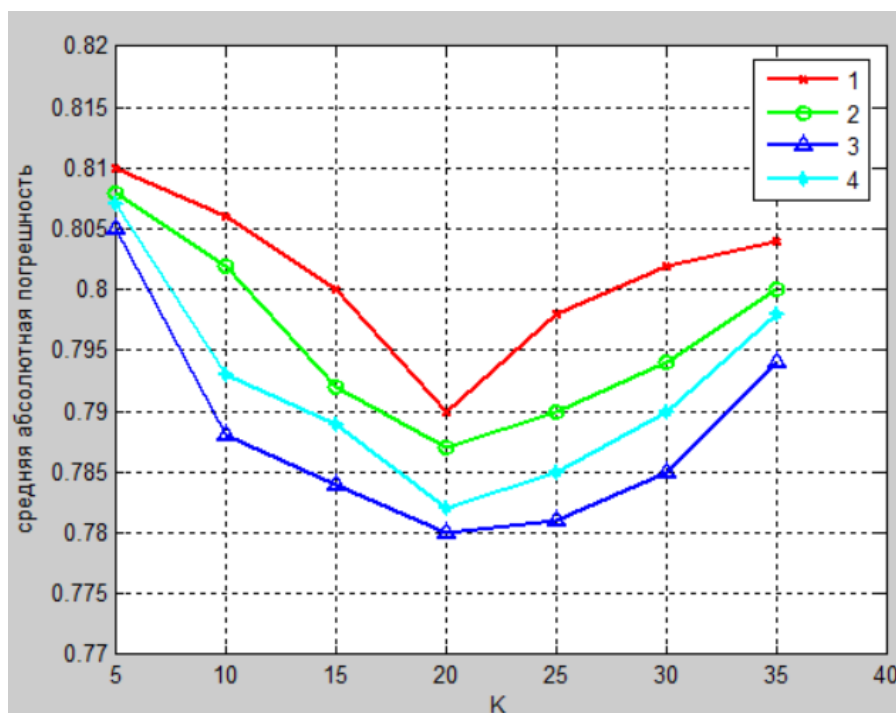


Рис. 2. Средняя абсолютная погрешность алгоритма рекомендаций по совместной фильтрации

и алгоритма совместной фильтрации, основанного на сходстве между фильмами конвергенции контента, меньше, а прогнозируемые результаты более точны. Сравните два алгоритма в тексте. Ввиду большего количества фильмов алгоритмы совместной фильтрации, основанные на сходстве фильмов с контентом, работают лучше.

Как показано на рис. 2, для небольших наборов фильмов с фиксированным K -значением средняя абсолютная погрешность алгоритма рекомендаций по совместной фильтрации, основанного на предпочтениях пользователей по конвергенции контента, и алгоритма рекомендаций по совместной фильтрации, основанного на сходстве фильмов по конвергенции контента, относительно невелика. По сравнению с двумя алгоритмами в этой статье (в небольшом

количестве фильмов) алгоритмы совместной фильтрации, основанные на предпочтениях пользователей интеграции контента, работают лучше.

Взвешенная интеграция рекомендуемых алгоритмов на основе контента и улучшенного алгоритма совместной фильтрации. Учитывается влияние фактора времени на предпочтения пользователей, отмечается влияние популярных фильмов на рекомендуемые результаты, повышаются точность и качество рекомендаций. Для дальнейшего повышения качества и удовлетворенности пользователей рекомендуемыми алгоритмами необходимо также учитывать социальные сети, вводить поведенческие данные пользователей и объединять различные алгоритмы, чтобы еще больше повысить точность и качество рекомендуемых алгоритмов.

Данная статья публикуется в рамках научно-исследовательского проекта основного операционного расхода вузов в провинции Хэйлуцзян 2020 г. Номер проекта: 2020-KYYWF-0880.

Список литературы

1. Чжао Фэн. Применение гибридных рекомендательных алгоритмов в системах рекомендаций видео на основе машинного обучения / Чжао Фэн // Вестник Тайчжоуского профессионально-технического института. – 2023. – № 4.
2. Лю Юй. Смешанные рекомендуемые алгоритмы, основанные на весах контента и тегов /

Лю Юй, Чжу Вэньхао // Компьютерная и цифровая инженерия. – 2020. – № 4.

3. Чжао Юаньюань. Взвешенная интеграция музыкальных рекомендаций на основе контента и совместной фильтрации / Чжао Юаньюань, Чжан Сяолэй // Вестник Фуянского профессионально-технического института. – 2023. – № 3.

References

1. Chzhao Fen. Primeneniye gibridnykh rekomendatel'nykh algoritmov v sistemakh rekomendatsiy video na osnove mashinnogo obucheniya / Chzhao Fen // Vestnik Taychzhouskogo professional'no-tekhnicheskogo instituta. – 2023. – № 4.

2. Lyu Yuy. Smeshannyye rekomenduyemyye algoritmy, osnovannyye na vesakh kontenta i tegov / Lyu Yuy, Chzhu Ven'khao // Komp'yuternaya i tsifrovaya inzheneriya. – 2020. – № 4.

3. Chzhao Yuan'yuan'. Vzveshennaya integratsiya muzykal'nykh rekomendatsiy na osnove kontenta i sovmestnoy fil'tratsii / Chzhao Yuan'yuan', Chzhan Syaoley // Vestnik Fuyanskogo professional'no-tekhnicheskogo instituta. – 2023. – № 3.

© Ван Лихун, 2024

УДК 004.942

П.В. РУБЦОВ

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет

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

АППАРАТНАЯ И ПРОГРАММНАЯ ЛИНЕАРИЗАЦИЯ ГИСТЕРЕЗИСА В КОНТУРЕ УПРАВЛЕНИЯ МАГНИТНЫМ ПРИВОДОМ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ

Ключевые слова: алгоритм управления; гидравлический распределитель; магнитный привод; математическая модель; математическое моделирование; электромагнитный гистерезис.

Аннотация. Целью работы является изучение возможности нивелирования электромагнитного гистерезиса в магнитных приводах гидравлических распределителей путем внедрения обратной связи по магнитной индукции. В работе были решены задачи выбора подходящей конструкции для проведения исследования и подготовки ее математической модели, а также была решена задача составления управляющего алгоритма, включающего обратную связь по магнитной индукции, и моделирования его работы. Гипотезой данной статьи является возможность снижения гистерезиса системы гидравлического распределителя путем программно-аппаратной коррекции управляющего сигнала. При решении поставленных задач были применены методы формализации и моделирования. Результаты работы показали, что для снижения электромагнитного гистерезиса в гидравлических распределителях может быть использован управляющий алгоритм, включающий в себя обратную связь по магнитной индукции.

передвигающихся по пересеченной местности, в том числе в автономных робототехнических комплексах. Другой областью применения гидравлической техники является авиационная отрасль. В обоих направлениях вопрос снижения габаритов гидравлического привода и его стоимости является актуальным.

В связи с этим может быть предложено исключить датчик положения золотника в системе, что снизит не только габариты гидравлического распределителя (ключевого элемента гидравлического привода), но и его стоимость. Определение положения золотника в системе может базироваться на эффекте пропорциональности за счет сжатия пружины. Это может быть выполнено в силу развития вычислительных мощностей и теоретического описания физических процессов, протекающих внутри гидравлического распределителя [1]. Но в силу нелинейных эффектов, таких как гистерезис, добиться точного позиционирования золотника практически невозможно.

Однако имеется возможность нивелировать влияние электромагнитного гистерезиса [2]. Это может быть выполнено, например, за счет применения датчика холла в системе, создавая таким образом обратную связь по магнитной индукции. Еще одним условием, необходимым для реализации управления золотником без датчика положения, является снижение сухого трения в системе для снижения мертвой зоны хода золотника. В данной конструкции [3] выполнено условие снижения сухого трения, а также имеется возможность ввести датчик холла в систему. В данной работе будут рассматриваться математическое описание и

Введение

В настоящий момент гидравлические приводы активно используются в мобильной технике, особенно в транспортных средствах,

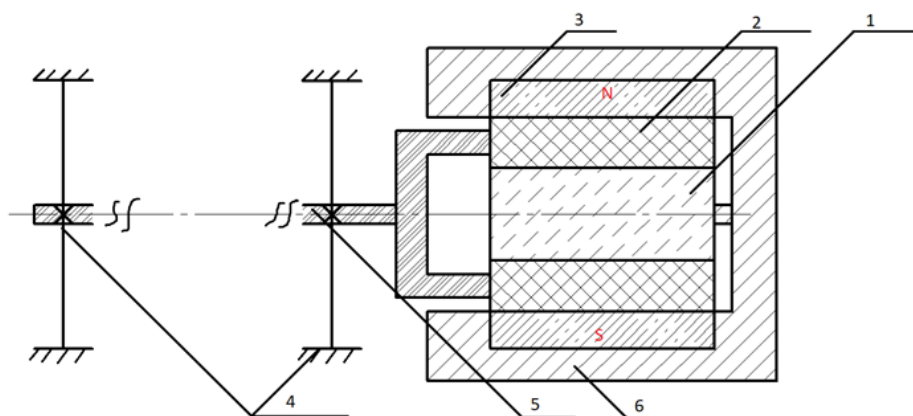


Рис. 1. Конструкция привода

моделирование работы данной конструкции – магнитного привода гидравлического распределителя.

Описание конструкции системы

Предлагаемая конструкция представлена на рис. 1 и состоит из корпуса (6), в котором закреплен цилиндрический постоянный магнит (3), в отверстии которого находится катушка индуктивности (2), имеющая возможность совершать реверсивное поступательное движение, в которой находится сердечник (1), который жестко закреплен в корпусе привода, катушка индуктивности жестко связана с управляемым органом (золотником) (5), который закреплен в тарельчатых пружинах (4).

Данная конструкция напоминает линейный двигатель и работает за счет того, что катушка будет перемещаться под действием силы ампера. Данная конструкция обладает реверсивностью и имеет симметричную характеристику.

Математическое описание системы

Необходимо подготовить математическое описание системы для отработки алгоритма нивелирования гистерезиса. Обратимся к работе [4]. Математическое описание предлагаемой конструкции будет выглядеть так (в данном описании показана только обратная связь по току):

$$\begin{cases} m \cdot \ddot{x} = F_a - k_1 \cdot x - F_{mp} \\ F_{mp} = f(v) \\ F_a = I^* \cdot B \cdot l \\ I^* = \frac{U - F_{эм}}{L \cdot s + R} \\ F_{эм} = B \cdot v \cdot l \\ U = \varepsilon \cdot K_u \\ \varepsilon = I_s - I^* \\ B = f(H) \\ H = f(I) \\ I_s = f(B_{зап}, I^*) \end{cases},$$

где m – масса подвижных элементов системы; x – координата перемещения; F_a – сила Ампера; k_1 – жесткость пружины; $F_{тр}$ – сила трения; v – скорость золотника; I^* – фактический ток; B – магнитная индукция; l – длина катушки; U – напряжение; $F_{эм}$ – электромагнитная сила; L – индуктивность; s – оператор Лапласа; R – сопротивление катушки; ε – сигнал ошибки; K_u – коэффициент усиления; I_s – заданный ток; H – напряженность магнитного поля; $B_{зап}$ – запасенная энергия магнитного поля.

Управляющий алгоритм для нивелирования влияния гистерезиса можно определить как снижение задающего сигнала в систему на основании текущей величины намагниченности системы, которая определяется из опытных данных петлей гистерезиса для заданного управляемого элемента. Другими словами, это

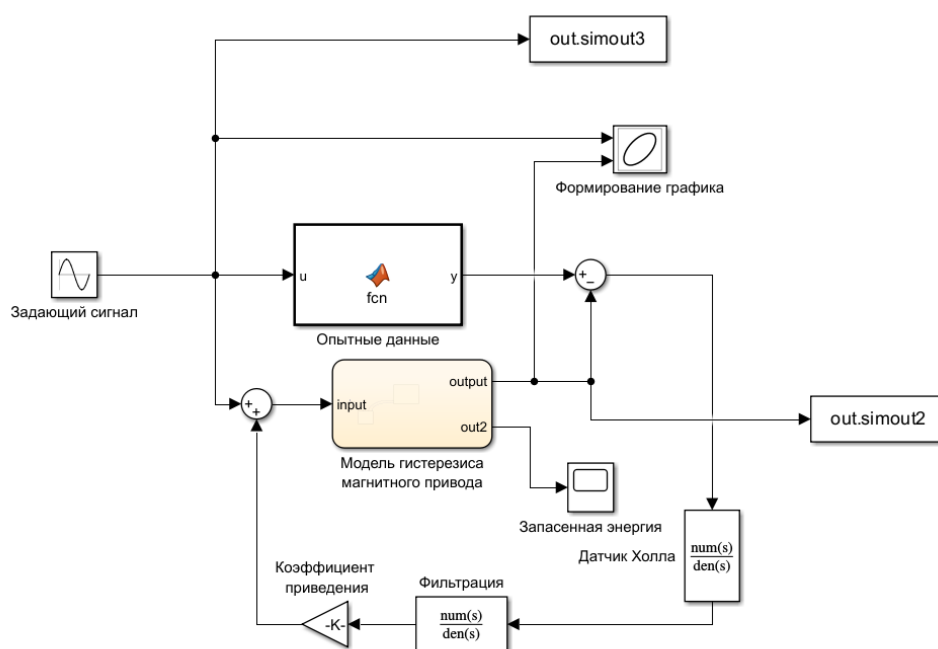


Рис. 2. Структура алгоритма

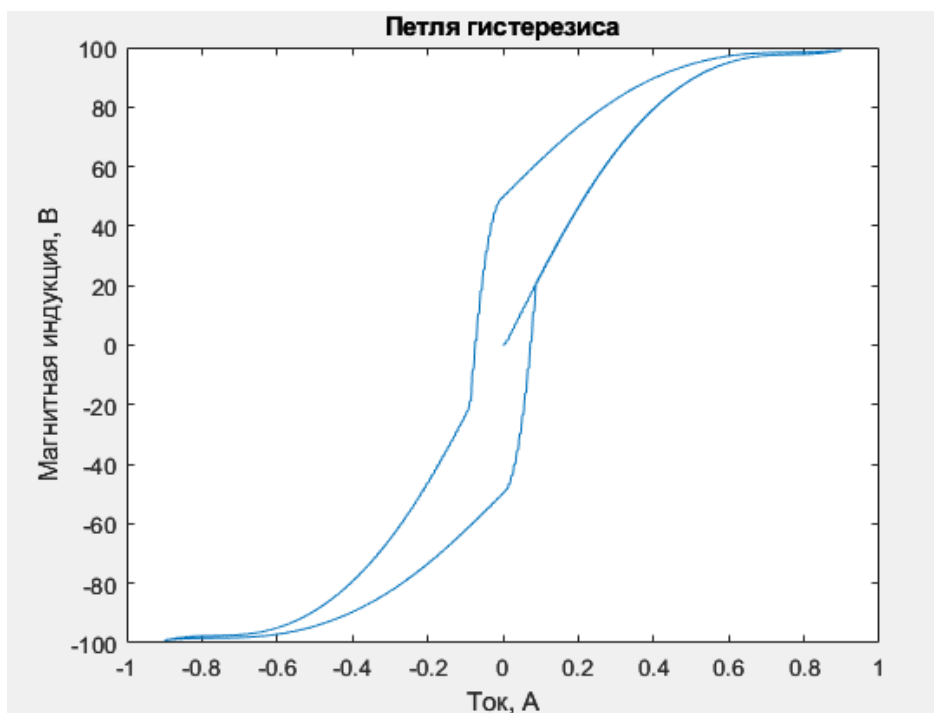


Рис. 3. График петли гистерезиса без алгоритма

будет обратной связью по магнитной индукции (а также току, в силу особенности предлагаемой конструкции и ее системы управления) системы

через табличное преобразование. Подробнее это можно продемонстрировать на рис. 2. Здесь представлены система управления и предлагае-

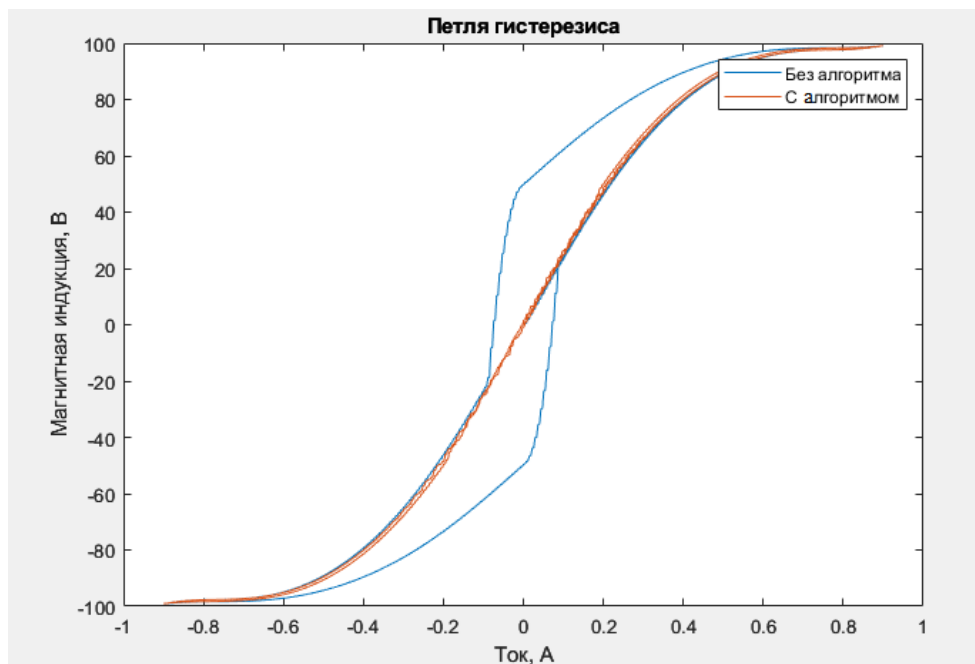


Рис. 4. График петли гистерезиса с алгоритмом

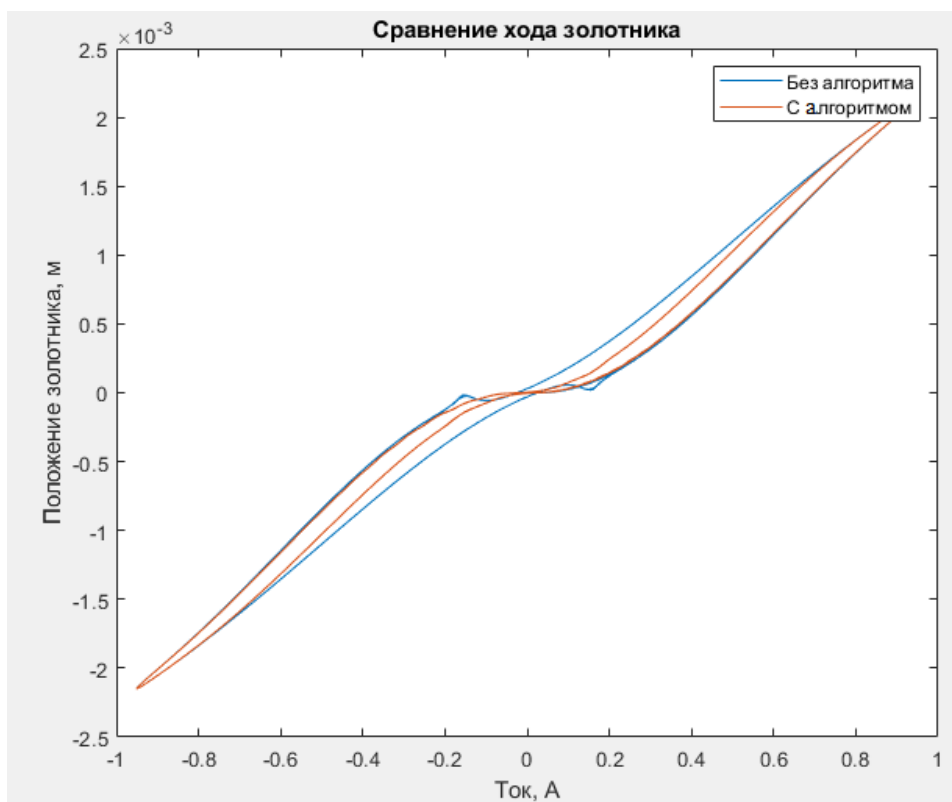


Рис. 5. График хода золотника с алгоритмом и без

мый алгоритм отдельно от модели магнитного привода. Таким образом в системе будет две об-

ратные связи – по току и магнитной индукции.

Моделирование работы системы

Проведем моделирование для управляющего алгоритма вне системы распределителя с задающим гармоническим сигналом частотой 1 Гц. Покажем результаты самого алгоритма и модели гистерезиса вне системы (рис 3–4). На рисунках видно, что корректирующий алгоритм способен практически полностью нивелировать влияние электромагнитного гистерезиса. На рис. 3 изображена петля гистерезиса системы без внедрения алгоритма, на рис. 4 – с внедрением. Выполним моделирование для всей системы, математическое описание которой было приведено ранее, но уже с применением алгоритма. Результаты представлены на рис. 5. Здесь представлен график с учетом алгоритма и без него для положения золотника в системе. Как видно из графика, общая величина гистерезиса уменьшилась, хотя и не до конца. Это явля-

ется следствием того, что в системе присутствует не только электромагнитный гистерезис, но и гистерезис иного происхождения, вызванный недостаточной жесткостью пружины, индуктивностью катушки и иными факторами. Однако общий гистерезис стал существенно меньше, что позволяет рассматривать практическое применение данного подхода вместо использования датчика положения в системе.

Заключение

По результатам работы был предложен алгоритм нивелирования влияния электромагнитного гистерезиса путем внедрения обратной связи по магнитной индукции. В результате проведенного моделирования было установлено, что программно-аппаратное снижение влияния электромагнитного гистерезиса возможно, однако оно не исключает весь гистерезис из системы гидравлического распределителя.

Список литературы

1. Динамический расчет гидравлического распределителя / М.И. Жилевич, С.В. Ермилов, П.Н. Кишкевич, Е.Н. Бигель // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. – 2013. – № 2(53). – С. 11–16.
2. Рубцов, П.В. Проблемы управления пропорциональными магнитами / П.В. Рубцов, А.В. Новак // Политехнический молодежный журнал. – 2022. – № 10(75).
3. Патент № 222087 Российская Федерация, МПК7 F15B 13/02, H01F 7/16, H01F 27/30. Магнитный привод гидравлического распределителя: № 2023112552: заявл. 16.05.2023: опубл. 11.12.2023 / Рубцов Петр Васильевич, Калинин Алексей Владимирович, Рубцов Василий Иванович, Ипполитова Евгения Викторовна. – 5 с.
4. Рубцов, П.В. Математическая модель магнитного привода на основе пропорционального электромагнита / П.В. Рубцов // Студенческая научная весна : Сборник тезисов докладов Всероссийской студенческой конференции, посвященной 170-летию В.Г. Шухова, Москва, 01–30 апреля 2023 года. – М. : Издательский дом «Научная библиотека», 2023. – С. 643–645.

References

1. Dinamicheskiy raschet gidravlicheskogo raspredelatelya / M.I. Zhilevich, S.V. Yermilov, P.N. Kishkevich, Ye.N. Bigel' // Vestnik Gomel'skogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. P.O. Sukhogo. – 2013. – № 2(53). – S. 11–16.
2. Rubtsov, P.V. Problemy upravleniya proporsional'nymi magnitami / P.V. Rubtsov, A.V. Novak // Politekhnicheskii molodezhnyy zhurnal. – 2022. – № 10(75).
3. Patent № 222087 Rossiyskaya Federatsiya, MPK7 F15B 13/02, H01F 7/16, H01F 27/30. Magnitnyy privod gidravlicheskogo raspredelatelya: № 2023112552: zayavl. 16.05.2023: opubl.

11.12.2023 / Rubtsov Petr Vasil'yevich, Kalinin Aleksey Vladimirovich, Rubtsov Vasiliy Ivanovich, Ippolitova Yevgeniya Viktorovna. – 5 s.

4. Rubtsov, P.V. Matematicheskaya model' magnitnogo privoda na osnove proporsional'nogo elektromagnita / P.V. Rubtsov // Studencheskaya nauchnaya vesna : Sbornik tezisov dokladov Vserossiyskoy studencheskoy konferentsii, posvyashchennoy 170-letiyu V.G. Shukhova, Moskva, 01–30 aprelya 2023 goda. – M. : Izdatel'skiy dom «Nauchnaya biblioteka», 2023. – S. 643–645.

© П.В. Рубцов, 2024

УДК 004.896

ХАЙДЕР ЧАВУШ САХИБ НАСРАЛЛА, КАРРАР ЖАВУШ САХИБ НАССРУЛЛА,
ФЛОРЕС МЕНДЕС НЕДЕР ХАИР

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ И СИМВОЛЬНОЙ РЕГРЕССИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ

Ключевые слова: машинное обучение; нейронные сети; обучение с подкреплением; робототехника; управление движением роботов.

Аннотация. В последних достижениях методы машинного обучения стали иметь решающее значение в разработке и управлении роботами. Одним из основных методов машинного обучения, применяемых в робототехнике, являются нейронные сети. Нейронные сети могут использоваться для обработки сенсорных данных, таких как видеопотоки, лидары или инфракрасные датчики, и их анализа для принятия решений о движении робота. Классические алгоритмы могут быть заменены внутренними нейронными сетями для более точного анализа окружающей среды и определения наилучшего пути для робота. Обучение с подкреплением позволяет роботам учиться на основе опыта и обратной связи с окружающей средой. Подход символической регрессии последовательно математическим выражениям для функций управления помогает соблюдать правила и ограничения.

вирующих нейронных сетей (РНН), укрепления обучения и символической регрессии. Эти методологии позволяют роботам воспринимать их окружающую среду, принимать разумные решения и выполнять точные действия, что означает существенный сдвиг в автоматизации. Машинное обучение, которое может имитировать человеческое познание, находится на переднем крае этой революции. Нейронные сети, подсистема машинного обучения, позволяют роботам адаптироваться и учиться на данных, открывая двери к различным возможностям в робототехнике. Усиление обучения позволяет роботам принимать решения на основе проб и ошибок, формируя свое поведение через взаимодействие с окружающей средой. Методы символической регрессии позволяют роботам следовать интерпретируемым правилам управления и облегчать проверку правил. Слияние этих передовых технологий обещает революционизировать возможности роботов в различных областях, обеспечивая эффективную и автономную работу в динамичных, непредсказуемых условиях.

Введение

Роботика, область технологических инноваций и автоматизации, преобразила отрасли и обогатила нашу повседневную жизнь. Динамическое поле управления движением роботов включает в себя роботов, которые учатся ориентироваться и взаимодействовать с окружающей средой. Эта статья исследует использование машинных методов обучения для управления движением роботов, включая методы рециди-

Машинное обучение для управления движением робота

Существует множество методов машинного обучения для управления движением роботов. Далее мы обсудим три различных метода, используемых в области управления движением роботов.

1. Рекуррентные нейронные сети (RNN).

Для последовательного управления движением робота можно использовать рекуррентные нейронные сети (RNN). Они обладают памятью и могут учитывать предыдущие состоя-

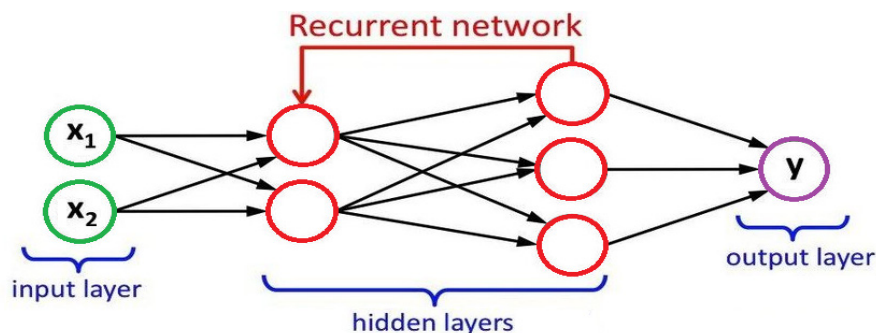


Рис. 1. Компоненты RNN

ния и действия робота при принятии решений о следующих шагах [2]. Это особенно полезно в задачах, где движение робота зависит от его предыдущих действий и состояний окружающей среды. На рис. 1 ниже показаны компоненты RNN.

Нейронные сети – мощный инструмент для управления движением робота в различных сценариях. Их способность анализировать визуальные данные, последовательное управление и обучение с подкреплением делает их ключевым компонентом современной робототехники. Нейронная сеть обучается принимать решения о действиях робота путем оптимизации определенной целевой функции, оценивающей качество выполнения задачи. Нейронные сети, в том числе глубокие нейронные сети (*DNN*), могут использоваться для аппроксимации и улучшения стратегий управления роботами [3]. С развитием методов и алгоритмов обучения роботы становятся все более автономными и способными реагировать на меняющиеся условия в режиме реального времени.

2. Обучение с подкреплением.

Обучение с подкреплением (*RL*) – это влиятельный подход к машинному обучению, который позволяет роботам учиться, взаимодействуя с окружающей средой и принимая решения на основе полученной обратной связи [4]. В контексте управления движением роботов обучение с подкреплением предлагает несколько важных приложений и преимуществ. Одним из основных преимуществ обучения с подкреплением является то, что роботы могут учиться без учителя. Вместо предоставления системе предварительно аннотированных данных или инструкций робот может автономно исследовать и учиться, пытаясь оптимизировать свои действия на основе полученной обратной связи.

Это делает обучение с подкреплением особенно ценным в ситуациях, когда задачи сложно сформулировать в виде четких правил или инструкций. Роботы, обученные с помощью обучения с подкреплением, могут адаптироваться к меняющимся условиям окружающей среды. Они могут корректировать свои стратегии и принимать более обоснованные решения при изменении обстоятельств. Эта адаптивность особенно важна в реальных сценариях, где окружающая среда может быть динамичной и нестабильной. Обучение с подкреплением позволяет роботам изучать оптимальные стратегии управления движением. Роботы могут исследовать различные варианты действий, оценивать их эффективность и выбирать лучшие стратегии для достижения своих целей. Это особенно полезно в задачах, где не существует заранее известных оптимальных решений. Обучение с подкреплением можно применять в различных сценариях управления движением робота, включая навигацию, локализацию, планирование пути и управление манипулятором.

3. Методы символьной регрессии.

Методы символьной регрессии – это класс методов машинного обучения, целью которых является обнаружение математических выражений или символических моделей, которые лучше всего соответствуют заданному набору данных. Эти методы особенно полезны в ситуациях, когда основная математическая связь между входными и выходными переменными неизвестна, и они часто используются для таких задач, как аппроксимация функции или генерация модели [5].

Генетическое программирование (*GP*), известный метод символьной регрессии, использует эволюционный алгоритм для разработки математических выражений, моделирующих

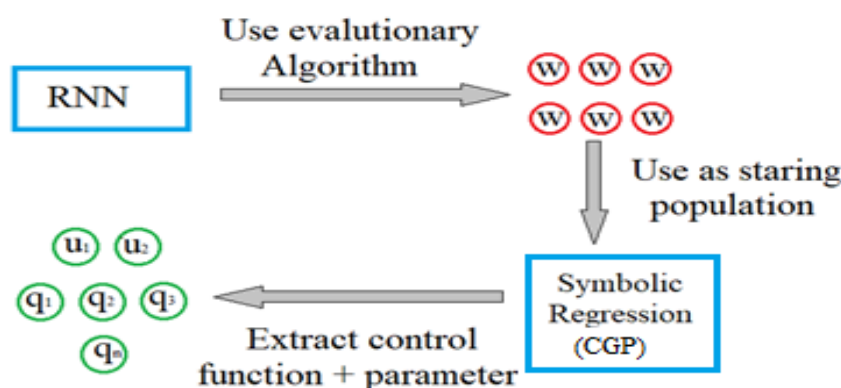


Рис. 2. Схема интеграции символьной регрессии и нейронных сетей для управления движением робота

управление роботом [6]. Он итеративно развивает совокупность возможных решений, отбирая и рекомбинируя наиболее подходящих людей для создания все более оптимальной политики управления. *GP* особенно эффективен при поиске стратегий нелинейного управления, которые можно адаптировать к различным средам и задачам, что делает его ценным инструментом для улучшения управления движением робота.

Декартово генетическое программирование (*CGP*) – еще один метод символьной регрессии, продемонстрировавший успех в управлении движением роботов [7]. *CGP* представляет программы в виде направленных ациклических графов, что позволяет эффективно исследовать обширное пространство решений. Этот подход позволяет создать компактную и эффективную политику управления роботами, что делает его пригодным для приложений реального времени.

Чтобы установить связь между символьной регрессией и нейронными сетями и одновременно повысить производительность символьной регрессии для управления движением мобильных роботов, можно использовать инновационный подход. Эта интеграция влечет за собой использование эволюционных алгоритмов для оптимизации значений весов в нейронных сетях. Объединив сильные стороны символьной регрессии в обнаружении интерпретируемых математических связей со способностью нейронных сетей моделировать сложные функции, мы создаем гибридную систему. Нейронная сеть может служить контроллером,

ее веса представляют параметры управления, а компонент символьной регрессии генерирует выражения, описывающие динамику движения робота. Эволюционные алгоритмы, такие как генетические алгоритмы (*GA*), могут использоваться для развития и точной настройки весов нейронной сети, оптимизируя производительность контроллера. Этот подход использует адаптивность нейронных сетей и интерпретируемость символьной регрессии, что в конечном итоге улучшает систему управления мобильным роботом. На рис. 2 ниже показана схема интеграции символьной регрессии и нейронных сетей для управления движением робота.

Кривые, представленные на рис. 3, полученные с помощью библиотеки *Matplotlib* на языке *Python*, обозначают траектории движения мобильного робота во время его движения к координатному центру из двух симметричных точек относительно координатного центра. Кривые показывают, что использование *RNN* дает самый длинный путь движения (рис. 3А), при этом путь самый короткий при использовании символьной регрессии (рис. 3В) и максимально короткий путь при использовании гибридной системы (рис. 3С).

Эти результаты можно объяснить характеристиками и механизмами соответствующих подходов, в которых *RNN* предназначены для обработки последовательных данных, что делает их подходящими для задач, связанных с временными зависимостями. Однако это может привести к более длинному пути движения, поскольку сеть учитывает всю последователь-

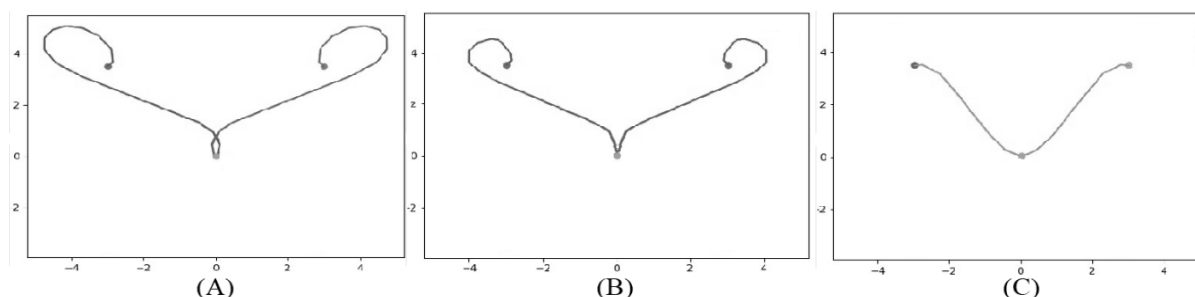


Рис. 3. Траектории движения робота при использовании разных методов машинного обучения

ность входных данных.

Символьная регрессия направлена на поиск математического выражения, объясняющего движение робота. Полученная модель часто бывает краткой и интерпретируемой, что потенциально может привести к сокращению пути. Основное внимание уделяется поиску простого и точного символического выражения, которое описывает данные без лишней сложности. Преимущество гибридной системы заключается в интеграции нейронных сетей, где их веса представляют собой параметры управления, и символьной регрессии, которая создает выражения, объясняющие движение робота, для получения кратчайшего пути движения робота.

Заключение

В заключение отметим, что применение машинного обучения для управления движением роботов представляет собой значительный шаг вперед в области робототехники. Преимущества, которые он предлагает, включая способность адаптироваться к сложным нелинейным отношениям, делают его мощным

инструментом для расширения возможностей робототехнических систем. Нейронные сети с их способностью учиться на данных и символьной регрессией, способной раскрыть математическое уравнение, объясняющее движение робота, открыли двери для широкого спектра возможностей в управлении роботами. Эти системы могут автономно перемещаться и адаптироваться к изменениям в окружающей среде, позволяя роботам эффективно действовать в постоянно меняющемся мире. Сочетание подходов машинного обучения может быть наиболее эффективным путем вперед. Поскольку технологии продолжают развиваться, а наше понимание машинного обучения и робототехники углубляется, синергия между этими областями обещает еще более инновационные и эффективные решения для управления движением роботов. Будь то промышленная автоматизация, автономные транспортные средства или любое другое применение роботов, интеграция методов машинного обучения будет продолжать формировать будущее робототехники, повышая их адаптируемость и в конечном итоге их влияние на нашу повседневную жизнь.

Список литературы

1. Суреш, К. Динамика анализа здоровья роевого интеллекта для следующего поколения / К. Суреш, К. Арумугам, С. Утку, Дж. Сачин, С. Нирмал Кумар. – 1 изд. – Пенсильвания : IGI Global, 2023. – 273 с.
2. Лю, Дж.Х. Роботы-манипуляторы: новые исследования / Дж.Х. Лю. – Нью-Йорк : Нова Паблишерс, 2005. – 240 с.
3. Ли, З. Методы и приложения передового планирования, управления и обработки сигналов в робототехнических системах / З. Ли, С. Ли, Ю. Ли, Ю. Ву. – Лозанна : Frontiers Media SA, 2022. – 180 с.
4. Шумахер, Д. Путеводитель по алгоритмам машинного обучения / Д. Шумахер, Ф. ЛаБаунти-младший. – Бирмингем : SERP Media, 2023. – 679 с.
5. Ван, Ю. Символическая регрессия в материаловедении / Ю. Ван, Н. Вагнер, Дж.М. Рондинелли // MRS Communications. – 2019. – Т. 9. – № 3. – С. 793–805.

6. Цзэн, П. Дифференцируемое генетическое программирование для многомерной символической регрессии / П. Цзэн, К. Сонг, А. Ленсен, Ю. Оу, Ю. Сунь, М. Чжан, Дж. Льв // Препринт arXiv arXiv:2304.08915, 2023.

7. Хардинг, С. Декартово генетическое программирование на графическом процессоре. В: Цуцуи С., Колле П. Массивно-параллельные эволюционные вычисления на GPGPU. Серия естественных вычислений / С. Хардинг, Дж. Ф. Миллер. – Шпрингер, Берлин, Гейдельберг, 2013. – 266 с.

References

1. Suresh, K. Dinamika analiza zdorov'ya royeвого интеллекта dlya sleduyushchego pokoleniya / K. Suresh, K. Arumugam, S. Utku, Dzh. Sachin, S. Nirmal Kumar. – 1 izd. – Pensil'vaniya : IGI Global, 2023. – 273 s.

2. Lyu, Dzh.KH. Roboty-manipulyatory: novyye issledovaniya / Dzh.KH. Lyu. – N'yu-York : Nova Publishers, 2005. – 240 s.

3. Li, Z. Metody i prilozheniya peredovogo planirovaniya, upravleniya i obrabotki signalov v robototekhnicheskikh sistemakh / Z. Li, S. Li, YU. Li, YU. Vu. – Lozanna : Frontiers Media SA, 2022. – 180 s.

4. Shumakher, D. Putevoditel' po algoritmam mashinnogo obucheniya / D. Shumakher, F. LaBaunti-mladshiy. – Birmingem : SERP Media, 2023. – 679 s.

5. Van, YU. Simvolicheskaya regressiya v materialovedenii / YU. Van, N. Vagner, Dzh.M. Rondinelli // MRS Communications. – 2019. – T. 9. – № 3. – S. 793–805.

6. TSzen, P. Differentsiruyemoye geneticheskoye programmirovaniye dlya mnogomernoy simvolicheskoy regressii / P. TSzen, K. Song, A. Lensen, YU. Ou, YU. Sun', M. Chzhan, Dzh. L'v // Preprint arXiv arXiv:2304.08915, 2023.

7. Kharding, S. Dekartovo geneticheskoye programmirovaniye na graficheskom protsessore. V: Tsutsui S., Kolle P. Massivno-parallel'nyye evolyutsionnyye vychisleniya na GPGPU. Seriya yestestvennykh vychisleniy / S. Kharding, Dzh. F. Miller. – Shpringer, Berlin, Geydel'berg, 2013. – 266 s.

© Хайдер Чавуш Сахиб Насралла, Каррар Жавуш Сахиб Нассрулла,
Флорес Мендес Недер Хаир, 2024

УДК 62

ЛИ ЦЗЮНЬНАНЬ, ЛЮ СЯОЦЗЯО, А.Т. ОСЯЕВ

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва

ПРОБЛЕМЫ И ВЫЗОВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АВИАСТРОЕНИЯ

Ключевые слова: авиастроение; вызовы; проблемы; устойчивое развитие.

Аннотация. Цель исследования – анализ проблем и вызовов, с которыми сталкивается авиастроение в контексте устойчивого развития.

Задачи: 1) идентификация основных проблем устойчивого развития в авиастроении; 2) оценка текущих стратегий и мероприятий по устойчивому развитию в авиастроении; 3) предложение рекомендаций по улучшению устойчивости авиастроения.

Методы: для достижения поставленной цели исследования были использованы анализ научной литературы и экспертных оценок, сравнительный анализ, а также методы математического моделирования.

Гипотеза: возможно, что недостаточное внимание к проблемам устойчивого развития в авиастроении может привести к серьезным последствиям для отрасли в будущем.

Результаты: ожидается, что исследование позволит выявить ключевые проблемы и вызовы устойчивого развития авиастроения, а также предложить конкретные рекомендации по их решению, что способствует развитию более устойчивой и конкурентоспособной отрасли.

Устойчивое развитие авиастроения представляет собой стратегический подход к развитию этой отрасли, который учитывает экологические, социальные и экономические аспекты, с тем чтобы обеспечить сбалансированный прогресс и удовлетворение потребностей нынешнего поколения, не ущемляя возможности будущих поколений удовлетворить свои собственные потребности [1]. Значимость устойчивого развития авиастроения обусловлена не только сохранением природных ресурсов

и минимизацией негативного воздействия на окружающую среду, но и обеспечением безопасности полетов, улучшением условий труда для работников отрасли, содействием экономическому развитию и поддержке инноваций. Признание и внедрение принципов устойчивого развития в авиастроении позволяет создать более эффективные, конкурентоспособные и ответственные организации, способные адаптироваться к изменяющимся условиям на рынке и в обществе, и содействует созданию более устойчивого и процветающего будущего для всех заинтересованных сторон [2].

Экологические проблемы в авиастроении являются значительными и имеют широкий спектр проявлений. Одной из основных проблем являются выбросы вредных веществ в атмосферу. Двигатели воздушных судов, особенно те, которые используют ископаемые топлива, выделяют значительные объемы углекислого газа, оксидов азота и других загрязняющих веществ, что ведет к ухудшению качества воздуха и воздействию на климат [3]. Энергопотребление также является серьезной проблемой, поскольку авиационная индустрия потребляет огромные объемы энергии для производства, обслуживания и эксплуатации самолетов. Неэффективное использование энергии ведет к высоким эмиссиям парниковых газов и увеличению негативного воздействия на окружающую среду. Загрязнение также является серьезной проблемой в авиастроении. Это включает в себя загрязнение почвы и водоемов от сточных вод и химических веществ, используемых в производстве, а также негативное воздействие на биоразнообразие и экосистемы в области аэродромов и аэропортов. В целом решение экологических проблем в авиастроении требует комплексного подхода, включающего внедрение новых технологий и инноваций, снижение энергопотребления, улучшение стандартов безопасности и экологической ответственности,

а также сотрудничество между государственными органами, компаниями и общественными организациями [4].

В авиастроении наблюдается растущий интерес к принятию практик устойчивого развития, существует несколько успешных примеров, демонстрирующих этот тренд. Одним из таких примеров являются внедрение более эффективных двигателей и использование альтернативных источников энергии в авиации [5]. Новые технологии, такие как электрические и гибридные двигатели, позволяют снизить выбросы вредных веществ и уменьшить энергопотребление самолетов. Программы по снижению вредных выбросов и улучшению энергоэффективности также проводятся на уровне авиационных компаний, государств и международных организаций.

Международные аспекты устойчивого развития авиастроения охватывают широкий спектр стратегий и мер, включая законодательные инициативы, корпоративную ответственность, а также усиление образования и обучения в этой области [6].

На международном уровне важную роль играют законодательные меры и нормативные акты, направленные на снижение негативно-

го воздействия авиастроения на окружающую среду. Международные организации, такие как Международная организация гражданской авиации (ИКАО), разрабатывают стандарты и рекомендации по сокращению выбросов вредных веществ и улучшению энергоэффективности самолетов [7].

Кроме того, компании в авиастроительной отрасли все больше осознают свою корпоративную ответственность перед обществом и окружающей средой. Многие из них активно внедряют практики устойчивого развития, включая снижение выбросов, улучшение энергоэффективности производства и внедрение экодружественных технологий [8].

Для успешной реализации стратегий устойчивого развития необходимо также обеспечить квалифицированный кадровый потенциал. Поэтому важным аспектом является развитие образования и обучения в области устойчивого развития авиастроения. Ведущие университеты и образовательные институты предлагают специализированные программы и курсы, направленные на подготовку специалистов, способных решать вызовы современной авиационной индустрии в контексте устойчивого развития.

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 18 мая 1995 г. № 496 «О финансово-промышленной группе «Российский авиационный консорциум».
2. Указ Президента РФ от 20 февраля 2006 г. № 140 «Об открытом акционерном обществе «Объединенная авиастроительная корпорация».
3. Указ Президента РФ от 3 февраля 2007 г. № 122 «О некоторых вопросах открытого акционерного общества «Объединенная авиастроительная корпорация».
4. Бодрова, Е.В. Эволюция государственной политики Российской Федерации в сфере авиастроения / Е.В. Бодрова, В.В. Калинов // Теория и практика общественного развития. – 2015. – № 18. – С. 207–210.
5. Годовой отчет ПАО «Объединенная авиационная компания» за 2016 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://uacrussia.ru/ru/investors/financial-information/annual-reports>.
6. Колпаков, С.К. Аналитический доклад «Проблемы и перспективы развития отечественной авиационной промышленности». Межведомственный аналитический центр, февраль 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.iacenter.ru/publications/132>.
7. Копелев, И.Б. Оценка и прогнозирование риска финансовой несостоятельности компании: диссертация...канд. экон. наук: 08.00.10 / И.Б. Копелев – М., 2015. – 183 с.
8. Структурно-инвестиционная политика в целях обеспечения экономического роста в России: монография // Под науч. ред. акад. В.В. Ивантера. – М. : Научный консультант, 2017. – 196 с.

References

1. Ukaz Prezidenta RF ot 18 maya 1995 g. № 496 «O finansovo-promyshlennoy gruppe «Rossiyskiy aviatsionnyy konsortsiy».

2. Ukaz Prezidenta RF ot 20 fevralya 2006 g. № 140 «Ob otkrytom aktsionernom obshchestve «Ob"yedinennaya aviastroitel'naya korporatsiya».
 3. Ukaz Prezidenta RF ot 3 fevralya 2007 g. № 122 «O nekotorykh voprosakh otkrytogo aktsionernogo obshchestva «Ob"yedinennaya aviastroitel'naya korporatsiya».
 4. Bodrova, Ye.V. Evolyutsiya gosudarstvennoy politiki Rossiyskoy Federatsii v sfere aviastroyeniya / Ye.V. Bodrova, V.V. Kalinov // Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya. – 2015. – № 18. – S. 207–210.
 5. Godovoy otchet PAO «Ob"yedinennaya aviatsionnaya kompaniya» za 2016 god [Electronic resource]. – Access mode : <http://uacrussia.ru/ru/investors/financial-information/annual-reports>.
 6. Kolpakov, S.K. Analiticheskiy doklad «Problemy i perspektivy razvitiya otechestvennoy aviatsionnoy promyshlennosti». Mezhdvdomstvennyy analiticheskiy tsentr, fevral' 2011 [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.iacenter.ru/publications/132>.
 7. Kopelev, I.B. Otsenka i prognozirovaniye riska finansovoy nesostoyatel'nosti kompanii: dissertatsiya...kand. ekon. nauk: 08.00.10 / I.B. Kopelev – M., 2015. – 183 s.
 8. Strukturno-investitsionnaya politika v tselyakh obespecheniya ekonomicheskogo rosta v Rossii: monografiya // Pod nauch. red. akad. V.V. Ivantera. – M. : Nauchnyy konsul'tant, 2017. – 196 s.
-

© Ли Цзюньнань, Лю Сяоцзяо, А.Т. Осяев, 2024

УДК 621.311.001.57

Р.В. РОМАНОВ, Д.А. ВОЛКОВ

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

ПРЕЦИЗИОННЫЙ ДВУХПОЛУПЕРИОДНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ С ОДНОПОЛЯРНЫМ ПИТАНИЕМ НА ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЯХ

Ключевые слова: двухполупериодный выпрямитель; однополярное питание; операционный усилитель; прецизионный выпрямитель.

Аннотация. При разработке электронного устройства часто возникает задача оцифровки аналогового сигнала с датчиков или других устройств. Предварительную подготовку сигнала, его фильтрацию и масштабирование осуществляют аналоговые схемы, построенные на пассивных и активных электронных компонентах. Оцифровку выполняют с использованием аналого-цифрового преобразователя (АЦП). При работе с двухполярным сигналом возможны несколько вариантов его обработки. Например, в случае применения АЦП с дифференциальным входом необходимы специализированные микросхемы, устанавливающие синфазное напряжение смещения дифференциального сигнала. В случае применения АЦП с несимметричным входом потребуется преобразование сигнала в однополярный с помощью смещения или выпрямления. Выпрямление также может потребоваться для реализации аппаратной защиты от превышения амплитуды контролируемого сигнала с помощью компаратора и логической схемы. Применение однополярного источника питания дает преимущества в простоте схемы самого источника и устройства, где актуальными становятся схемы прецизионных выпрямителей с однополярным питанием.

Целью работы является создание универсальной схемы выпрямителя, преобразующего сигнал в однополярный и способного работать с любым типом операционных усилителей. Для этого необходимо выполнить ряд задач: провести анализ входных данных и существующих схем подобных выпрямителей, выбрать про-

граммную среду для моделирования, проанализировать характеристики и особенности работы различных операционных усилителей.

Результатом работы стала разработанная схема прецизионного выпрямителя с увеличенной точностью и большим диапазоном входных напряжений по сравнению со стандартной.

В качестве объекта исследования выступает прецизионный выпрямитель с однополярным питанием, входящий в состав измерительных схем, для выделения абсолютного значения сигнала. В методе используются модель схемы в программе *LTspice* и прототип устройства. Для исследования прототипа применены генератор *UTG-932* и осциллограф АКИП-4131/1. Оценка работы исследуемого объекта будет проводиться по результатам осциллограмм для сигнала синусоидальной формы частотой 1 кГц, амплитудой 100 мВ, 700 мВ, 2 500 мВ, 4 000 мВ. Напряжение питания схем выпрямителей составляет 5 В.

Стандартная схема исследуемого прецизионного выпрямителя представлена на рис. 1.

Данная схема является простой, так как содержит малое количество элементов и не содержит диодов, но к операционным усилителям предъявляются определенные требования. Входы должны быть защищены от превышения диапазона допустимого напряжения. Операционный усилитель (ОУ) должен иметь полный размах входных и выходных напряжений (*rail-to-rail*).

Одним из таких ОУ является *OP291*. Он рекомендован к применению в данной схеме в источнике [1] и обладает всеми необходимыми характеристиками. Все дальнейшие выводы относительно работы схем будут основаны на

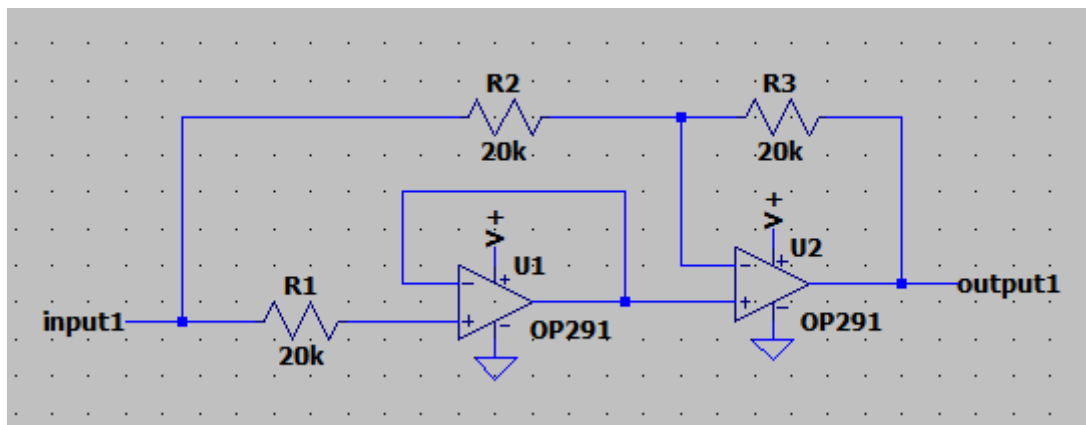


Рис. 1. Стандартная схема исследуемого прецизионного выпрямителя

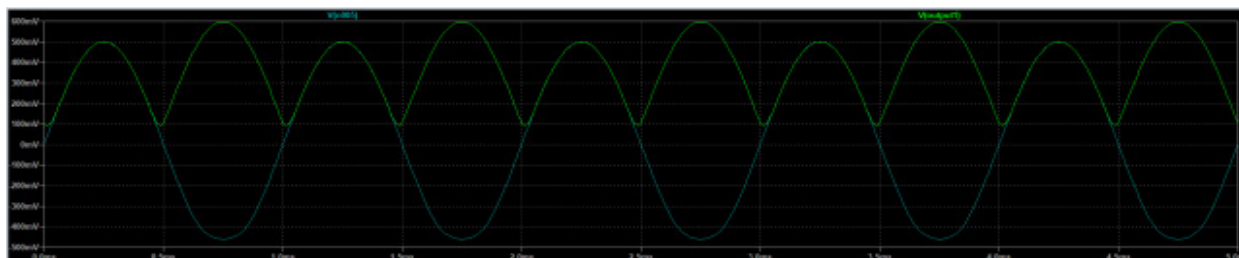


Рис. 2. Осциллограмма работы выпрямителя в программе LTspice

применении ОУ OP291.

Осциллограмма работы выпрямителя в программе LTspice представлена на рис. 2.

В процессе моделирования стандартной схемы, построенной на OP291, были обнаружены недостатки. Первый недостаток связан с неспособностью повторителя обеспечить нулевое напряжение на своем выходе при отрицательной полуволне, выдавая 50 мВ напряжения, что приводит к разнице амплитуд полуволн. Второй недостаток связан с инверсией фазы U1 при напряжении менее 0,7 В от нуля источника питания на прямом входе повторителя. Для устранения последнего недостаточно добавления защитного диода между входом ОУ и нулем источника питания, т.к. встроенные в OP291 диоды между входами будут влиять на работу повторителя, снижая амплитуду положительной полуволны.

Для устранения вышеперечисленных недостатков была разработана схема, представленная на рис. 3.

Схема более сложная, содержит дополнительное количество компонентов. Выпрямитель

допускает подключение к выходу небольшой емкости для фильтрации выходного сигнала, где в качестве RC фильтра выступают R8 и емкость, подключенная к выходу output2. Для того чтобы скомпенсировать фазовое запаздывание, вносимое в обратную связь усилителя фильтрующей цепью, добавлен конденсатор C2, обеспечивающий устойчивость работы ОУ U6. Для устойчивой работы U5 и формирования одинакового фазового сдвига выпрямленных полуволн добавлен конденсатор C1, равный по емкости C2.

Ниже перечислены основные факторы, влияющие на точность работы схемы. Во-первых, неодинаковый входной импеданс выпрямителя для разного по знаку сигнала. В результате на внутреннем сопротивлении источника сигнала будет несимметричное падение напряжения. Во-вторых, точность резисторов R6 и R7, обеспечивающих коэффициент передачи инвертирующего усилителя. В-третьих, величина обратного тока диодов D1 и D2. На отрицательной полуволне обратный ток диода D1 будет снижать напряжение на входе U5.

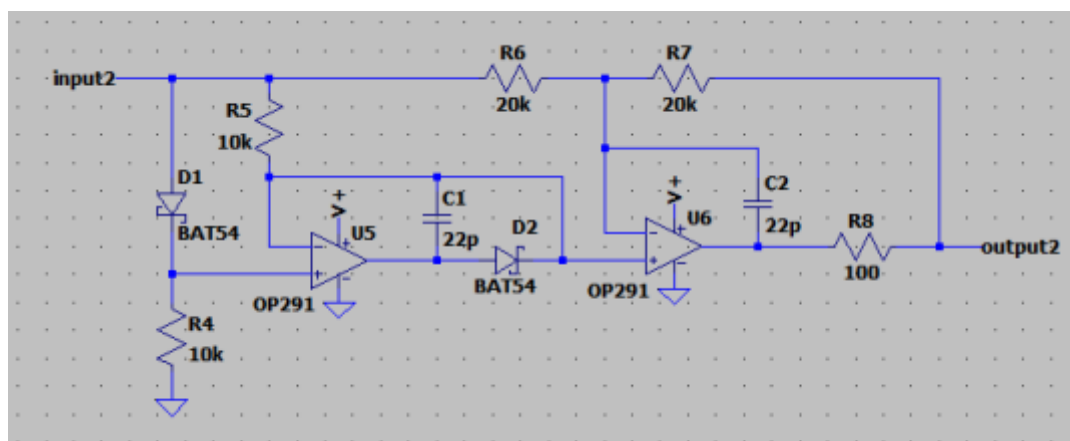


Рис. 3. Схема для устранения недостатков

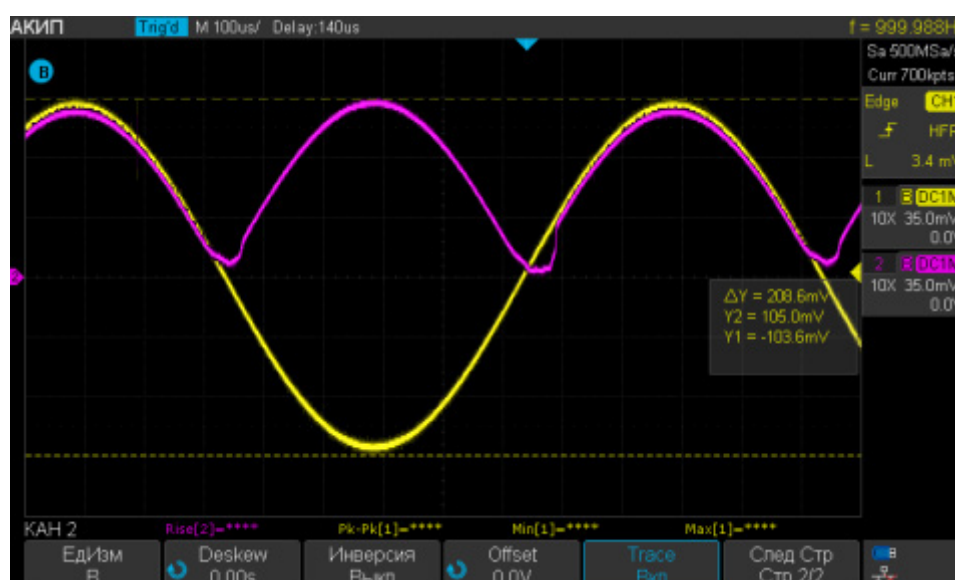


Рис. 4. Графики входного сигнала и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на стандартной схеме

В-четвертых, параметры ОУ, в частности величина входных токов, т.к. в схеме отсутствует их компенсация.

Диоды шоттки, несмотря на больший обратный ток, по сравнению с кремниевыми диодами обеспечивают меньшее падение напряжения на прямой полуволне, чем на встроенных диодах *OP291*, исключая протекание тока через резистор *R5*, что необходимо для отсутствия смещения напряжения на прямом входе *U6*.

Графики входного сигнала и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на стандартной схеме, представлены на

рис. 4.

Желтым цветом показан график входного сигнала частотой 1 кГц, амплитудой 100 мВ. Фиолетовым – график выходного сигнала стандартной схемы на операционных усилителях *OP291*. Недостаток, выявленный при моделировании, практически не проявился. Амплитуда отрицательной полуволны немного больше в связи с присутствием небольшого напряжения на выходе повторителя.

Графики входного сигнала и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на новой схеме, представлены на рис. 5.

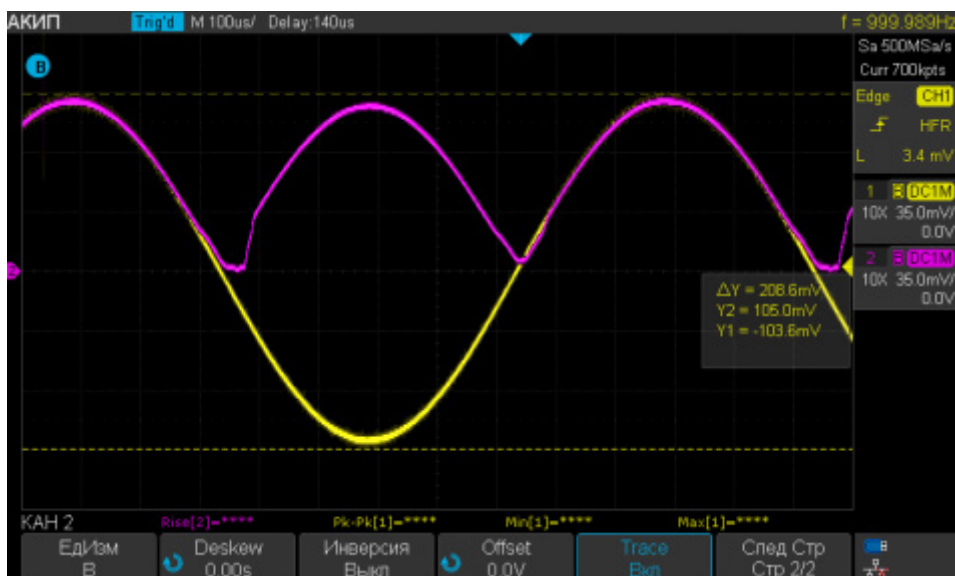


Рис. 5. Графики входного сигнала и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на новой схеме

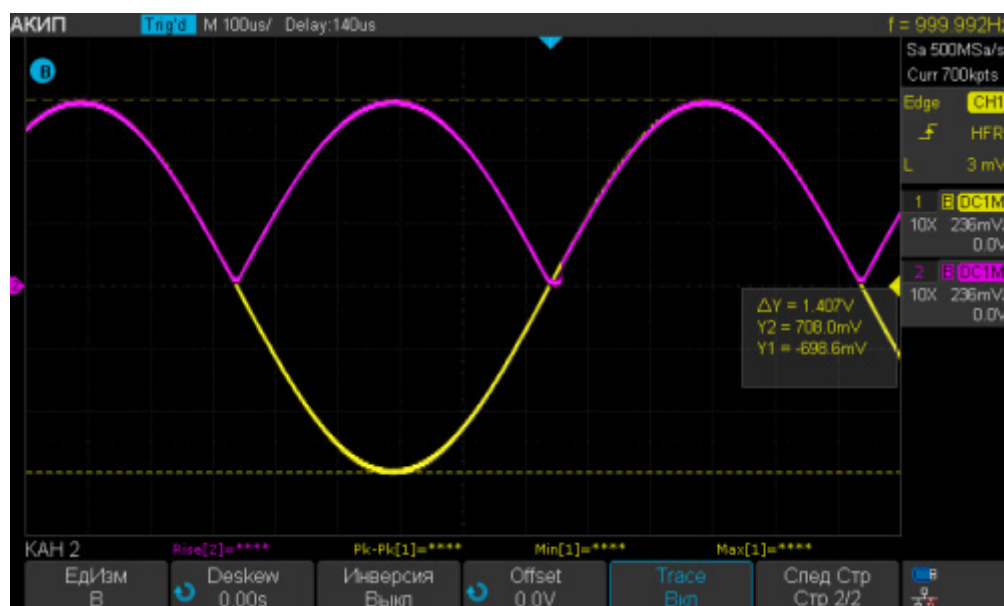


Рис. 6. Графики входного сигнала частотой 1 кГц, амплитудой 700 мВ и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на стандартной схеме

Желтым цветом показан график входного сигнала частотой 1 кГц, амплитудой 100 мВ. Фиолетовым – прекрасный результат выходного сигнала новой схемы на операционных усилителях *OP291*.

Графики входного сигнала частотой 1 кГц, амплитудой 700 мВ и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на

стандартной схеме, представлены на рис. 6.

Графики входного сигнала частотой 1 кГц, амплитудой 700 мВ и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на новой схеме, представлены на рис. 7.

На обоих рисунках желтым цветом показан график входного сигнала, фиолетовым – графики выходного сигнала после выпрямителя соот-

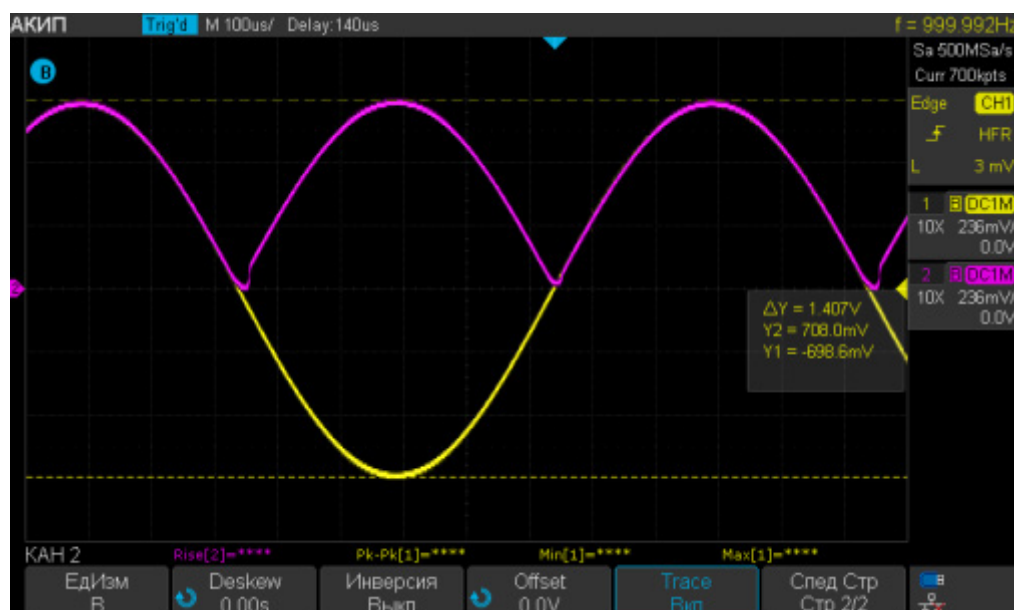


Рис. 7. Графики входного сигнала частотой 1 кГц, амплитудой 700 мВ и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на новой схеме

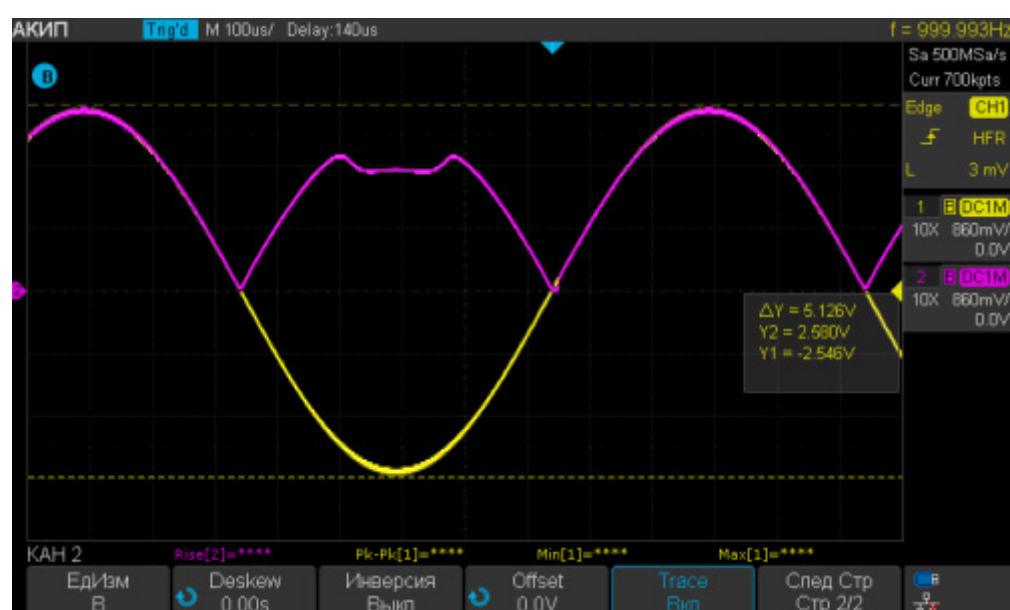


Рис. 8. Графики входного сигнала частотой 1 кГц, амплитудой 2 500 мВ и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на стандартной схеме

ветствующей схемы с отличным результатом.

Графики входного сигнала частотой 1 кГц, амплитудой 2 500 мВ и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на стандартной схеме, представлены на рис. 8.

На данной осциллограмме виден недоста-

ток схемы, выявленный при моделировании, когда напряжение на положительном входе повторителя становится менее 0,7 В. По графику можно сделать вывод о том, что стандартная схема применима для входного сигнала амплитудой, не превышающей 1,5 В.

Графики входного сигнала частотой 1 кГц,

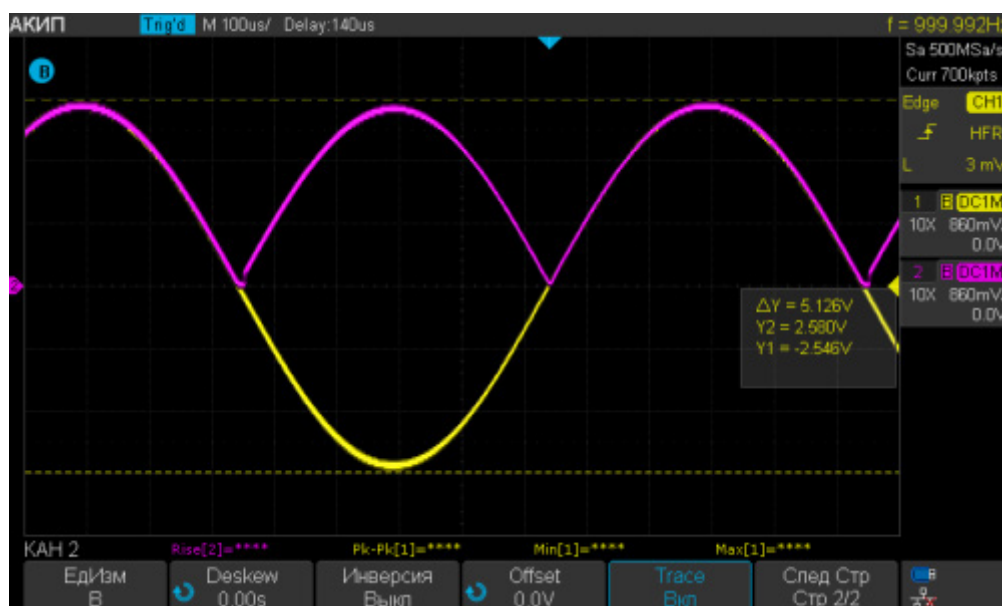


Рис. 9. Графики входного сигнала частотой 1 кГц, амплитудой 2 500 мВ и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на новой схеме

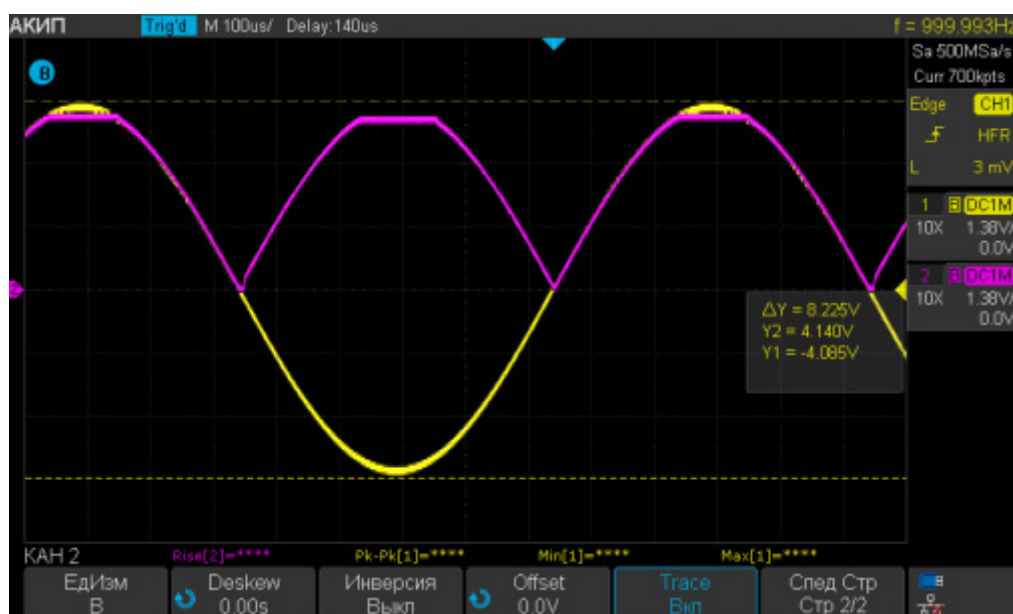


Рис. 10. Графики входного сигнала частотой 1 кГц, амплитудой 4 000 мВ и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на новой схеме

амплитудой 2 500 мВ и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на новой схеме, представлены на рис. 9.

После того как с генератора был подан сигнал амплитудой 2 500 мВ, выпрямитель стандартной схемы не справился с задачей, на графике выходного сигнала мы видим дефект:

произошла инверсия фазы. В то время как выпрямитель, собранный на новой схеме, по-прежнему показывает отличный результат.

Графики входного сигнала частотой 1 кГц, амплитудой 4 000 мВ и сигнала, полученного на выходе после выпрямителя, собранного на новой схеме, представлены на рис. 10.

На графике видно ограничение выходного сигнала на уровне 3,6 В. При повышении напряжения питания схемы выпрямленный сигнал начинает соответствовать входному. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что диапазон работы новой схемы составляет $U_{п} - 1,5$ В, где $U_{п}$ – напряжение питания схемы.

Благодаря моделированию в *LTspice* удалось выявить особенности работы операционного усилителя *OP291* и разработать универсальную схему прецизионного выпрямителя с увеличенной точностью и большим диапазоном входных напряжений по сравнению со стандартной.

Список литературы

1. Волович, Г.И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых устройств, 4-е изд. / Г.И. Волович, 2018. – 638 с.
2. Дьяконов, В.П. Энциклопедия устройств на полевых транзисторах/ В.П. Дьяконов, А.А. Максимчук [и др.]. – М. : СОЛОН-Р, 2002. – 512 с.
3. Зиновьев, Г.С. Основы силовой электроники : Учебник / Г.С. Зиновьев. – Новосибирск : Издательство НГТУ. – 1999. – Ч. 2. – 199 с.
4. Лукин, А.В. Квазирезонансные преобразователи постоянного напряжения / А.В. Лукин // Электропитание. – 1993. – Вып. 2. – С. 24–37.
5. Лукин, А.В. Высокочастотные преобразователи постоянного напряжения и их классификация / А.В. Лукин // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 1998. – № 1. – С. 33–36.
6. Мелешин, В.И. Транзисторная преобразовательная техника / В.И. Мелешин. – М. : Техносфера, 2005. – 632 с.

References

1. Volovich, G.I. Skhemotekhnika analogovykh i analogovo-tsifrovyykh ustroystv, 4-ye izd. / G.I. Volovich, 2018. – 638 s.
2. D'yakonov, V.P. Entsiklopediya ustroystv na polevykh tranzistorakh/ V.P. D'yakonov, A.A. Maksimchuk [i dr.]. – M. : SOLON-R, 2002. – 512 s.
3. Zinov'yev, G.S. Osnovy silovoy elektroniki : Uchebnik / G.S. Zinov'yev. – Novosibirsk : Izdatel'stvo NGTU. – 1999. – CH. 2. – 199 s.
4. Lukin, A.V. Kvazirezonsnnyye preobrazovateli postoyannogo napryazheniya / A.V. Lukin // Elektropitaniye. – 1993. – Vyp. 2. – S. 24–37.
5. Lukin, A.V. Vysokochastotnyye preobrazovateli postoyannogo napryazheniya i ikh klassifikatsiya / A.V. Lukin // Elektronika: Nauka, Tekhnologiya, Biznes. – 1998. – № 1. – S. 33–36.
6. Meleshin, V.I. Tranzistornaya preobrazovatel'naya tekhnika / V.I. Meleshin. – M. : Tekhnosfera, 2005. – 632 s.

© Р.В. Романов, Д.А. Волков, 2024

УДК 664.6/7

*Ю.Н. ВОЛОШИН, И.А. НОГЕРОВ**ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет
имени Х.М. Бербекова», г. Нальчик*

АНАЛИЗ ДЕЛИМОСТИ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ

Ключевые слова: диаграмма Парето; зерновая смесь; значимый фактор процесса; инерционный привод; плоское сито; признак разделения; проход сита; уравнение регрессии; факторный эксперимент.

Аннотация. Изучен вопрос классификации зерновой смеси на плоских ситах. Для разгрузочного и подсевного сит в рамках математического планирования эксперимента определены значимые факторы процесса рассева и их взаимодействия. Построены уравнения регрессии процесса рассева и определены оптимальные значения факторов. Определено распределение проходовой фракции по длине сита и получены аналитические зависимости распределения показателя проходовой фракции по длине сита.

Введение

В производственных процессах отрасли хлебопродуктов на различных этапах технологического цикла осуществляется операция сепарирования, т.е. разделение сыпучего материала на более однородные фракции по признаку разделения. Основным вопросом качества сепарирования является признак делимости зерновой смеси, т.е. выбор набора признаков и последовательности их использования. Признаками разделения являются геометрические характеристики частиц (длина, ширина, толщина), аэродинамические, физические, магнитные свойства и др. [1; 2].

Разделение по признакам ширины и толщины осуществляется на ситовых сепараторах с плоскими и цилиндрическими ситами. Сепараторы с плоскими ситами получили более широкое распространение вследствие более высокого значения коэффициента использования

ситовой поверхности. Разделение по ширине осуществляется на ситах с круглыми отверстиями, по толщине – на ситах с прямоугольными отверстиями. В производственных условиях используются сепараторы с двумя, тремя и четырьмя ситами, расположенными друг над другом, которые, начиная с верхнего сита, называются приемным, сортировочным, разгрузочным и подсевным. Для придания возвратно-поступательного движения плоским ситам используются кривошипные, эксцентриковые и инерционные приводы [2; 3].

Постановка задачи

Вопросам анализа разделения зерновой смеси по различным признакам разделения и комбинации признаков посвящен ряд работ [4–7]. Однако представляется целесообразным провести более детальные исследования влияния факторов процесса сепарирования на эффективность просеивания плоскими ситами для сепараторов с инерционным приводом, которые широко используются в отрасли хлебопродуктов.

В зависимости от количества зернового материала на сите различают условия полной, неполной и смешанной загрузки рабочей поверхности сита. При неполной загрузке все частицы зерновой смеси располагаются в один слой на рабочей поверхности сита и проходная фракция имеет возможность просеяться в начале сита. В условиях полной загрузки материал движется толстым слоем и процесс просеивания состоит из двух этапов. Первоначально мелкие частицы проходят через слой зерна и достигают поверхности сита (имеет место самосортирование), на втором этапе, двигаясь по поверхности сита, частицы проходят через его отверстия. В данном случае просеивание мелких частиц по длине сита выравнивается. Обе фазы протекают одновременно и, если первая

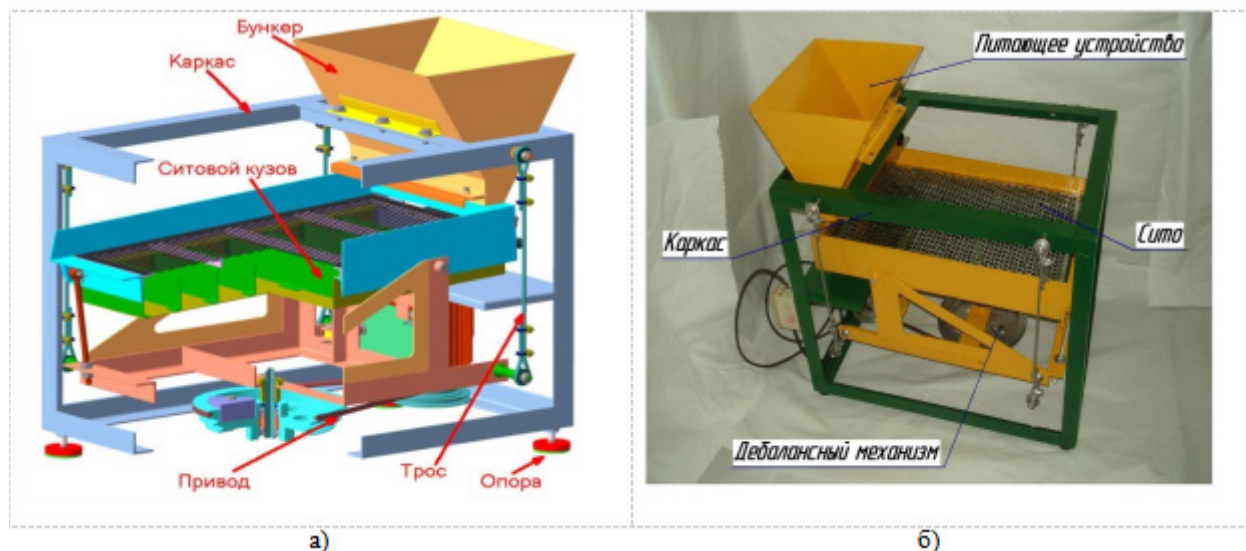


Рис. 1. 3D-модель (а) и общий вид (б) лабораторного сепаратора с инерционным приводом

фаза требует увеличения ускорения ситового кузова, то успешное осуществление второго этапа ограничено максимально допустимыми пределами ускорения движения частиц по ситам и условием неподбрасывания частиц вверх. При смешанной загрузке верхняя часть сита работает в условиях полной загрузки, а нижняя – неполной.

Эффективность работы сепараторов оценивается количественными и качественными показателями, к которым относятся:

- количество проходовой фракции P , прошедшей через отверстия сита в единицу времени;
- полнота выделения ε , характеризующая степень извлечения из зернового материала проходовой фракции.

Полнота выделения определяется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{P}{C \cdot Q}, \quad (1)$$

где C – коэффициент, характеризующий содержание частиц мелкой проходовой фракции в исходной зерновой смеси для данного типа сита; Q – нагрузка на сито – количество зерновой смеси, подаваемой на начало сита в единицу времени (подпор).

Кроме суммарной полноты выделения ε , эффективность работы сепаратора оценивается

локальным выделением по длине сита, позволяющим ограничивать длину ситовой поверхности:

$$\varepsilon_i = \frac{P_i}{C \cdot Q}, \quad (2)$$

где P_i – масса проходовой фракции на i -ом участке длины поверхности сита в единицу времени.

Основными факторами, влияющими на процесс просева зерновой смеси, являются число колебаний ситового кузова, амплитуда его колебаний, угол наклона сита и подача зерновой смеси на начало сита.

Методы и материалы исследования

В данной работе исследование делимости пшеничной зерновой смеси проводилось на спроектированном и изготовленном лабораторном сепараторе инерционного типа с дебалансным колебателем, 3D-модель и общий вид которого представлены на рис. 1.

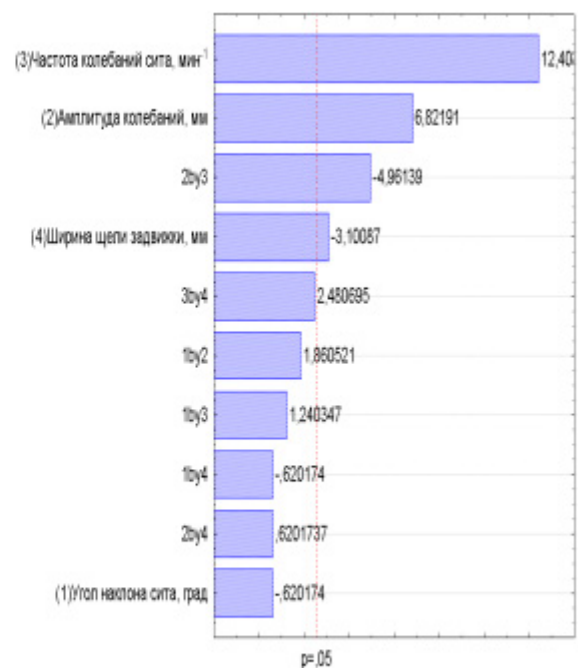
В данной конструкции осуществляется круговое поступательное движение сит в горизонтальной плоскости, регулирование частоты колебаний осуществляется за счет переустановки ремня на трехступенчатых шкивах привода и ситового кузова, амплитуды колебаний за счет сменных грузов на шкиве ситового кузова.

Таблица 1. Условия варьирования факторов

Интервал варьирования и уровень факторов	Угол наклона сита, град., $x_1 (\alpha)$	Амплитуда колебаний сита, мм $x_2 (A)$	Частота оборотов шкива, мин ⁻¹ , $x_3 (n)$	Ширина щели задвижки, мм, $x_4 (b)$
Нулевой уровень, $x_i = 0$	7	6	376	6
Интервал варьирования, δ_i	4	2	58	2
Нижний уровень, $x_i = -1$	3	4	318	4
Верхний уровень, $x_i = +1$	11	8	434	8



а)



б)

Рис. 2. Диаграмма Парето для разгрузочного (а) и подсевного (б) сита

Предварительные эксперименты показали, что наиболее достоверные результаты по локальной полноте выделения в условиях полной загрузки для природных зерновых смесей могут быть получены для разгрузочного и подсевных сит. Диаметр отверстий в разгрузочном сите составлял 5 мм, в подсевном сите – для отверстий щелевого типа– 1,7х20 мм.

Для сокращения числа экспериментов использовался двухуровневый полный факторный эксперимент 2^4 [8], условия варьирования факторов которого представлены в табл. 1.

В качестве критерия эффективности процесса отсева использовалось количество проходной фракции (Y), просеявшейся в единицу времени через сито с данным размером отверстий.

Полученные результаты

По результатам обработки экспериментальных данных в программе «Статистика» были построены диаграммы Парето, позволяющие наглядно оценить значимость факторов экс-

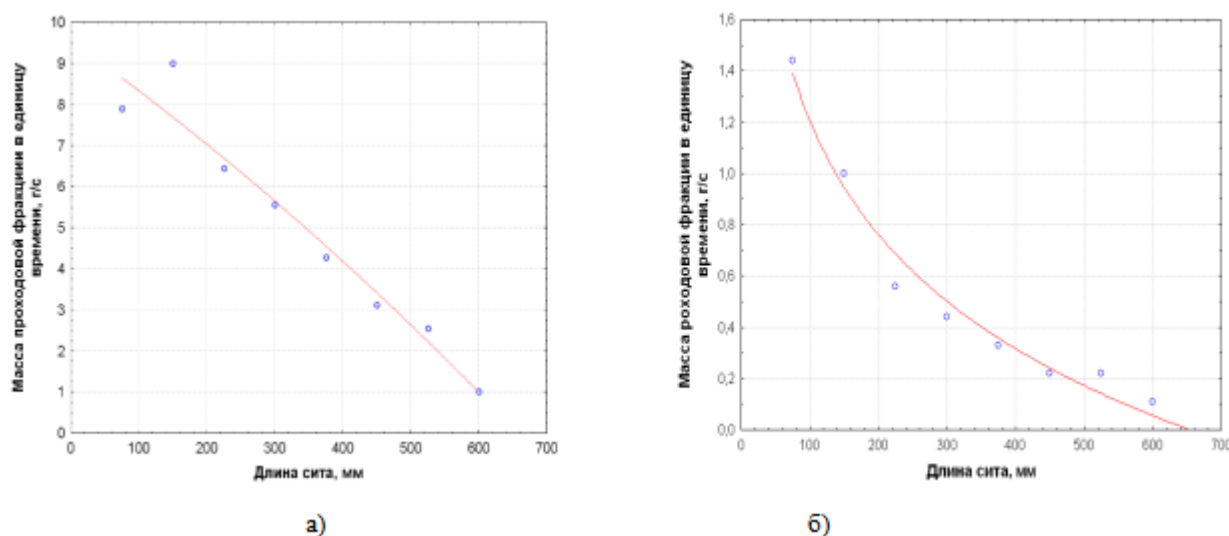


Рис. 3. Разделение проходовой фракции по длине разгрузочного (а) и подсевного (б) сита

перимента и их взаимодействий на функцию отклика (Y). При заданном уровне статистической значимости (p) 0,05 факторы и их взаимодействия значимы правее линии значимости $p = 0,05$ (рис. 2).

Уравнения регрессии для разгрузочного (3) и подсевного (4) сита имеют вид:

$$Y = 250,66 + 1,4\alpha + 3,61A + 5,31n - 0,68b - 0,08\alpha A + 1,13\alpha n + 0,03ab - 3,29An - 0,26Ab - 0,20nb; \quad (3-4)$$

$$Y = 4,10 - 0,03\alpha + 0,31A + 0,56n - 0,14b + 0,08\alpha A + 0,06\alpha n + 0,03ab - 0,22An - 0,03Ab + 0,11nb.$$

Оптимизация модели процесса рассева выполнена «методом Ньютона» в программе «Microsoft Excel».

Оптимальные условиями рассева на разгрузочном сите:

- число оборотов шкива (частота колебаний сита) – 434 мин⁻¹;
- амплитуда колебаний – 4,07 мм;
- угол наклона сита – 10,98 град.;
- ширина щели заслонки – 4,00 мм.

Оптимальные условия рассева на подсевном сите:

- число оборотов шкива (частота колебаний сита) – 434 мин⁻¹;
- амплитуда колебаний – 6,04 мм;
- угол наклона сита – 11,00 град.;
- ширина щели заслонки – 5,00 мм.

Для оптимальных условий были проведены дополнительные эксперименты и построены графические зависимости фактора разделения по длине сита, представленные на рис. 3.

Анализ графиков показывает, что для обоих сит разделение происходит по всей длине полотна. Основная масса проходовой фракции просеивается на длине сита до 400 мм. Обработка экспериментальных данных рис. 4 в программе «Статистика» позволила получить аналитические зависимости распределения показателя проходовой фракции по длине разгрузочного (а) и подсевного (б) сит с достоверностью аппроксимации 0,95 и 0,97 соответственно в виде:

$$y = 9,888 - 0,015x; \quad (5-6)$$

$$y = 1,8722^{-0,0045x}.$$

Зависимости (5) и (6) позволяют производить анализ распределения проходовой фракции по длине сита (x) и, как следствие, налагать ограничения на длину ситовой поверхности.

Графические зависимости функции отклика от наиболее значимых факторов эксперимента представлены на рис. 4.

Выводы

На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод о том, что наиболее значимыми факторами процесса рассева для обоих

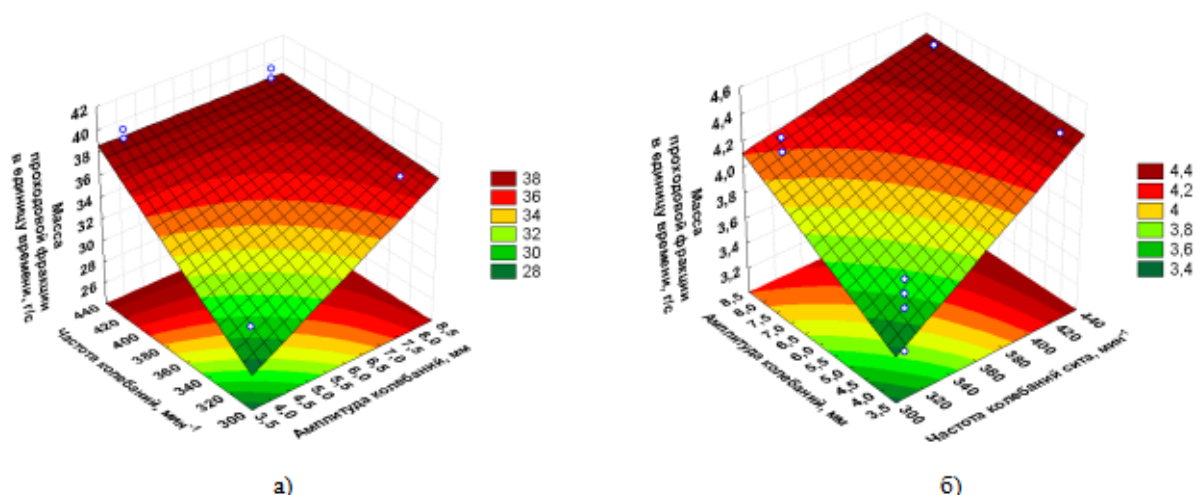


Рис. 4. Графический анализ зависимости показателя проходовой фракции от частоты и амплитуды колебаний для разгрузочного (а) и подсевного (б) сита

типов сит являются частота и амплитуда колебаний, а также их парное взаимодействие. Для разгрузочного сита оптимальное число оборотов шкива (частота колебаний сита) составляет 434 мин^{-1} , амплитуда колебаний – $4,07 \text{ мм}$, для

подсевного сита – 434 мин^{-1} , амплитуда колебаний – $6,04 \text{ мм}$. Для обоих типов сит разделение происходит по всей длине полотна. Основная масса проходовой фракции просеивается на длине сита до 400 мм .

Список литературы

1. Чеботарев, О.Н. Технология муки, крупы и комбикормов / О.Н. Чеботарев, А.Ю. Шаззо, Я.Ф. Мартыненко. – М. : ИКЦ Март ; Ростов – н/Д : «Издательский центр Март», 2004. – 688 с.
2. Технологическое оборудование и поточные линии предприятий по переработке зерна / под ред. Глебова Л.А. – М. : ДеЛи принт, 2010. – 696 с.
3. Демский, А.Б. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов. Справочник / А.Б. Демский, В.Ф. Веденьев. – М. : Дели принт, 2005. – 760 с.
4. Злочевский, В.Л. К обоснованию способа фракционирования зерновых материалов / В.Л. Злочевский // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 40. – № 1. С. 75–80.
5. Voloshin, Yu.N. Study of the Separability of the Cereal Mixture on Velocity / Yu.N. Voloshin, M.Ts. Didanov, M.M. Nagoev, R.T. Kipov // 2016 IEEE Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&MQ&IS) 4-11 Oct. 2016. – P. 260–263.
6. Orobinsky V.I. 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 640 022046.
7. Донских, А.О. Методы классификации элементов зерновых смесей на основе анализа спектральных характеристик / А.О. Донских, Д.А. Минаков, А.А. Сирота, В.А. Шульгин // Вестник ВГУ, серия: системный анализ и информационные технологии. – 2016. – № 1. – С. 150–160.
8. Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных / Н.И. Сидняев. – М. : Изд-во «Юрайт», 2020. – 495 с.

References

1. Chebotarev, O.N. Tekhnologiya muki, krupy i kombikormov / O.N. Chebotarev, A.YU. Shazzo, YA.F. Martynenko. – M. : IKTS Mart ; Rostov – n/D : «Izdatel'skiy tsentr Mart», 2004. – 688 s.
2. Tekhnologicheskoye oborudovaniye i potochnyye linii predpriyatiy po pererabotke zerna / pod red. Glebova L.A. – M. : DeLi print, 2010. – 696 s.
3. Demskiy, A.B. Oborudovaniye dlya proizvodstva muki, krupy i kombikormov. Spravochnik /

A.B. Demskiy, V.F. Veden'yev. – M. : Deli print, 2005. – 760 s.

4. Zlochevskiy, V.L. K obosnovaniyu sposoba fraktsionirovaniya zernovykh materialov / V.L. Zlochevskiy // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2016. – T. 40. – № 1. S. 75–80.

7. Donskikh, A.O. Metody klassifikatsii elementov zernovykh smesey na osnove analiza spektral'nykh kharakteristik / A.O. Donskikh, D.A. Minakov, A.A. Sirota, V.A. Shul'gin // Vestnik VGU, seriya: sistemnyy analiz i informatsionnyye tekhnologii. – 2016. – № 1. – S. 150–160.

8. Sidnyayev, N.I. Teoriya planirovaniya eksperimenta i analiz statisticheskikh dannykh / N.I. Sidnyayev. – M. : Izd-vo «Yurayt», 2020. – 495 s.

© Ю.Н. Волошин, И.А. Ногеров, 2024

УДК 658.562

М.А. НАЗАРЕНКО, С.А. НАЗАРОВ

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

МЕТОД ОЦЕНКИ ЭТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦИФРОВОЙ ПРОДУКЦИИ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

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

Аннотация. Цель исследования – разработать комплекс мероприятий по управлению качеством для каждого этапа создания наземного сегмента. Для достижения цели необходимо решить задачу по определению основных стадий создания наземного сегмента, принимающего целевую информацию с космического аппарата. Методы исследования: анализ, группировка, систематизация, обобщение, индукция и дедукция, прогнозирование. Результаты исследования: разработан метод оценки этапов жизненного цикла при проектировании цифровой продукции с целью обеспечения качества.

За последние 20 лет произошли серьезные изменения на всех этапах проектирования и производства изделий на предприятиях электронной промышленности. В связи с этим кардинально изменились организационно-технические решения для обеспечения качества продукции [4].

В настоящее время все чаще применяются цифровые методы проектирования и автоматизированные методы производства изделий [5]. Усложнился этап проектирования электрических схем с последующей трассировкой печатных плат, т.к. в настоящее время все больше и больше используются высокочастотные каналы передачи данных, а также все чаще используются беспроводные решения для коммуникации изделий с персональными компьютерами и мобильными устройствами [6]. Постоянно улучшающийся техпроцесс произ-

водства микросхем и радиокомпонентов уменьшает линейные размеры всех элементов на печатной плате, что также требует использования более сложного техпроцесса производства печатных плат и осуществления дальнейшего автоматизированного монтажа с применением более точных автоматизированных комплексов.

Для обеспечения качества проектирования цифровой продукции необходим метод оценки этапов жизненного цикла [3]. Для этого нужно рассмотреть составляющие всех этапов проектирования.

К этапам проектирования относятся:

- разработка схмотехнических решений с последующей трассировкой печатной платы (T_1);
- разработка программного обеспечения (T_2);
- разработка конструктивных решений (T_3);
- производство опытного образца и его отладка (T_4);
- выпуск конструкторской документации (КД) (T_5).

При этом на этапе проектирования ветки разработки одного изделия могут выполняться параллельно, но, например, трассировка печатных плат выполняется только после разработки схмотехнических решений [2]. Учитывая тот факт, что трассировка часто выполняется в ручном режиме с использованием системы автоматического проектирования (САПР), необходимо учитывать, что процесс может занимать более длительное время, чем на остальных этапах разработки [7].

Становится актуальной задача выбора правильного метода написания технического задания (ТЗ) для всех отделов, участвующих в

Таблица 1. Критерии выбора разбивки сложности проектирования комплексного продукта

Критерий	Значение	Коэффициенты для этапов разработки
Тип производства (K_1)	Единичное производство	$T_{11} T_{12} T_{13} T_{14} T_{15}$
	Мелкосерийное производство	$T_{11} T_{12} T_{13} T_{14} T_{15}$
	Массовое производство	$T_{11} T_{12} T_{13} T_{14} T_{15}$
Ремонтопригодность изделия (K_2)	Неремонтопригодное	$T_{21} T_{22} T_{23} T_{24} T_{25}$
	Крупноузловой ремонт	$T_{21} T_{22} T_{23} T_{24} T_{25}$
	Мелкоузловой ремонт	$T_{21} T_{22} T_{23} T_{24} T_{25}$
Область использования (K_3)	Гражданское	$T_{31} T_{32} T_{33} T_{34} T_{35}$
	Двойного применения	$T_{31} T_{32} T_{33} T_{34} T_{35}$
	Военное	$T_{31} T_{32} T_{33} T_{34} T_{35}$
Взаимодействие с человеком (K_4)	Организация работы персонала	$T_{41} T_{42} T_{43} T_{44} T_{45}$
	Организация рабочего места	$T_{41} T_{42} T_{43} T_{44} T_{45}$
	Организация аппаратного комплекса	$T_{41} T_{42} T_{43} T_{44} T_{45}$

разработке изделия [2]. В зависимости от поставленных задач и от количества последующих выпускаемых изделий определяются требования, предъявляемые к этапу проектирования [1]. От этого будут зависеть скорость разработки и цена конечного решения. При разработке ТЗ в вузах имеются свои особенности, которые требуют применения дополнительных методов [8]. На этапе разработки ТЗ необходимо учитывать специфику научных исследований, а также потребности в инновационных решениях. Важно предусмотреть гибкие механизмы внесения изменений в ТЗ в процессе научного эксперимента, поскольку требования к проекту могут претерпевать существенные изменения в зависимости от полученных результатов и научных открытий.

Предложенный метод может использоваться в системе менеджмента «бережливое производство», в котором уделяется особое значение наличию современного инструментария в управлении процессом проектирования радиоэлектронных средств [11].

В настоящее время совершается переход от бумажных носителей к цифровым видам с возможностью автоматизированного проектирования, учета и осуществления контроля качества. Также использование автоматизированных систем позволяет синхронизировать бизнес-процессы между различными отделами. В ходе

совместной разработки могут появляться обоснованные требования в изменении ТЗ, ответственными за разработку которых являются другие отделы.

Выбор процентного отношения разбивки сложности проектирования комплексного продукта целесообразно осуществлять исходя из следующих критериев:

- тип производства (K_1);
- ремонтопригодность изделия (K_2);
- область использования (K_3);
- взаимодействие с человеком (K_4).

Метод определения наиболее загруженного отдела разработки на этапе проектирования будет зависеть от критериев K_1 – K_4 . Для определения результирующего вектора R необходимо для каждого критерия K_j выбрать одно значение со своим набором коэффициентов T_1 – T_5 (данные коэффициенты в сумме дают единицу). Далее подставляем выбранные коэффициенты для каждого из критериев в матрицу A . Все столбцы складываем между собой и результат делим на количество критериев I .

Итоговым результатом служит вектор R , сумма всех элементов которого равняется единице. Данный вектор содержит результирующий набор коэффициентов загруженности отделов разработки. Исходя из значений можно сделать вывод о наибольшей нагрузке определенного направления разработки на этапе про-

Таблица 2. Варианты коэффициентов для этапов разработки одного из действующих производств

Критерий	Значение	Коэффициенты для этапов разработки
Тип производства (K_1)	Единичное производство	0,5 0,3 0,05 0,1 0,05
	Мелкосерийное производство	0,35 0,3 0,05 0,2 0,1
	Массовое производство	0,55 0,1 0,05 0,2 0,1

ектирования продукции предприятий электронной промышленности.

С целью автоматизации расчетов итоговых коэффициентов была создана программа для электронной вычислительной машины (ЭВМ) [9].

Матрица A с коэффициентами T_{ij} :

$$A = \begin{pmatrix} T_{11} & \dots & T_{15} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ T_{41} & \dots & T_{45} \end{pmatrix}.$$

Вектор R с коэффициентами T_j :

$$R = \left(\frac{\sum_{i=1}^4 T_{i1}}{I} \dots \frac{\sum_{i=1}^4 T_{i5}}{I} \right).$$

На четырех предприятиях был проведен выборочный опрос специалистов по одному из критериев, в результате были получены данные, представленные в табл. 2. Уточнение этих коэффициентов требует проведения отдельного исследования.

Дополнительно необходимо обратить внимание на проблему последующей отладки опытного образца. Данный этап зачастую сопровождается написанием замечаний и рекомендаций, которые необходимо учесть перед формированием КД [2]. Если в ходе совместного обсуждения всеми отделами, участвующими в разработке, поднимается вопрос о повторном изготовлении опытного образца, то стоит учитывать, что при пропуске этапа повторного производства опытного образцакратно увеличивается шанс выпуска некачественного изделия впоследствии, т.к. замечания и изменения могут не исправить и/или добавить новые замечания на этапе приемо-сдаточных испытаний [10].

Предложенный авторами метод оценки этапов жизненного цикла при проектировании цифровой продукции позволяет оценить результаты распределения задач между различными направлениями в ходе разработки продукции предприятий электронной промышленности с целью обеспечения качества с учетом рисков, связанных с той или иной продукцией.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М., 2015. – 49 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. – М., 2015. – 24 с.
3. Р 50.1.028-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. – М., 2003. – 50 с.
4. Семенова, Е.Г. Цифровая трансформация в проектировании и производстве продукции / Е.Г. Семенова, Н.Г. Махров // Метрологическое обеспечение инновационных технологий : Международный форум, Санкт-Петербург, 04 марта 2020 года. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2020. – С. 139.
5. Зеленцова, Л.С. Цифровые аспекты управления интерактивным проектированием высоко-

технологичной продукции / Л.С. Зеленцова // Цифровая трансформация промышленности: новые горизонты : Сборник научных трудов по материалам 3-й Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 10 ноября 2022 года. Том 1. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 2022. – С. 179–181.

6. Рябчиков, П.В. Совершенствование научных инструментов оценки, мониторинга и прогнозирования качества продукции на основе создания систем технологического обеспечения надежности продукции / П.В. Рябчиков, М.А. Назаренко // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – 2023. – № 2(158). – С. 51–55.

7. Назаренко, М.А. Актуальные вопросы управления качеством с применением CALS-технологий для создания производственной модели Индустрии 4.0 / М.А. Назаренко, Ю.В. Круглова // Технология машиностроения. – 2022. – № 10. – С. 54–60.

8. Назаренко, М.А. Оценка уровня качества научно-исследовательской деятельности вуза / М.А. Назаренко, А.Н. Шмелева // Компетентность. – 2023. – № 4. – С. 19–23.

9. Назаров С.А., Назаренко М.А. Программа для ЭВМ «Программа расчета коэффициентов для оценки загруженности этапов проектирования версия 1» // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023683936 от 13.11.2023 г. Роспатент.

10. Голуб, И.А. Анализ результатов приемо-сдаточных испытаний / И.А. Голуб, Ю.Ю. Черемухина // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 5(131). – С. 202–205.

11. Сычев, Р.С. Управление процессом проектирования РЭС в системе менеджмента бережливого производства / Р.С. Сычев, Ю.Ю. Черемухина // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 4: Промышленные технологии. – 2022. – № 4. – С. 46–51.

References

1. GOST R ISO 9000-2015. Sistemy menedzhmenta kachestva. Osnovnyye polozheniya i slovar'. – М., 2015. – 49 s.

2. GOST R ISO 9001-2015 Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya. – М., 2015. – 24 s.

3. R 50.1.028-2001 Informatsionnyye tekhnologii podderzhki zhiznennogo tsikla produktsii. Metodologiya funktsional'nogo modelirovaniya. – М., 2003. – 50 s.

4. Semenova, Ye.G. Tsifrovaya transformatsiya v proyektirovanii i proizvodstve produktsii / Ye.G. Semenova, N.G. Makhrov // Metrologicheskoye obespecheniye innovatsionnykh tekhnologiy : Mezhdunarodnyy forum, Sankt-Peterburg, 04 marta 2020 goda. – Sankt-Peterburg Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy universitet aerokosmicheskogo priborostroyeniya, 2020. – S. 139.

5. Zelentsova, L.S. Tsifrovyye aspekty upravleniya interaktivnym proyektirovaniyem vysokotekhnologichnoy produktsii / L.S. Zelentsova // Tsifrovaya transformatsiya promyshlennosti: novyye gorizonty : Sbornik nauchnykh trudov po materialam 3-y Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Moskva, 10 noyabrya 2022 goda. Tom 1. – М. : Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Rusayns», 2022. – S. 179–181.

6. Ryabchikov, P.V. Sovershenstvovaniye nauchnykh instrumentov otsenki, monitoringa i prognozirovaniya kachestva produktsii na osnove sozdaniya sistem tekhnologicheskogo obespecheniya nadezhnosti produktsii / P.V. Ryabchikov, M.A. Nazarenko // Oboronnyy kompleks – nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii. – 2023. – № 2(158). – S. 51–55.

7. Nazarenko, M.A. Aktual'nyye voprosy upravleniya kachestvom s primeneniym CALS-tekhnologiy dlya sozdaniya proizvodstvennoy modeli Industrii 4.0 / M.A. Nazarenko, YU.V. Kruglova // Tekhnologiya mashinostroyeniya. – 2022. – № 10. – S. 54–60.

8. Nazarenko, M.A. Otsenka urovnya kachestva nauchno-issledovatel'skoy deyatel'nosti vuza /

M.A. Nazarenko, A.N. Shmeleva // Kompetentnost'. – 2023. – № 4. – S. 19–23.

9. Nazarov S.A., Nazarenko M.A. Programma dlya EVM «Programma rascheta koefitsiyentov dlya otsenki zagruzhennosti etapov proyektirovaniya versiya 1» // Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM №2023683936 ot 13.11.2023 g. Rospatent.

10. Golub, I.A. Analiz rezul'tatov priyemo-sdatochnykh ispytaniy / I.A. Golub, YU.YU. Cheremukhina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 5(131). – S. 202–205.

11. Sychev, R.S. Upravleniye protsessom proyektirovaniya RES v sisteme menedzhmenta berezhlivogo proizvodstva / R.S. Sychev, YU.YU. Cheremukhina // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna. Seriya 4: Promyshlennyye tekhnologii. – 2022. – № 4. – S. 46–51.

© М.А. Назаренко, С.А. Назаров, 2024

УДК 621.822.17

A.V. MOROZOVA, M.A. MUKUTADZE

Rostov State Transport University, Rostov-on-Don

ECONOMIC AND MATHEMATICAL FORECASTING OF LUBRICANT MOVEMENT IN THE WORKING GAP OF A RADIAL SLIDING BEARING

Keywords: economic effect; hydrodynamics; mathematical models; radial bearing.

Аннотация. In modern economic conditions, the economic and mathematical modeling of the operation of tribo-nodes and its forecasting when using various antifriction composite polymer coatings on the surface of the bearing sleeve containing an axial groove for the formation of a hydrodynamic wedge, taking into account the rheological properties of the lubricants used, is a strategically important task to ensure the economic efficiency of maintaining the proper level of readiness of high-tech products for long periods of operation.

The subject and purpose of the study is to develop a mathematical model of a radial sliding bearing with a polymer coating on the bearing surface of a bearing sleeve containing an axial groove to predict the economic effect. The key role here is played by the method of analytical forecasting, which determines the mechanism of friction and the conditions for its transition from boundary to liquid.

Using the lubricant motion equation and the continuity equation, new mathematical models were obtained that take into account the design features of the bearing sleeve surface – polymer coating, groove width. The calculation of the economic efficiency of the net discounted income from the introduction of new mathematical models for engineering calculations allowing to predict the efficiency, reliability and duration of the hydrodynamic lubrication regime, as well as to determine the main tribotechnical parameters. Net discounted income based on the results of theoretical and experimental research is estimated at 0.32 million rubles per year. The results of theoretical numerical analysis of the obtained mathematical models and experimental research

can be used in mechanical engineering, aircraft engineering, instrument engineering, etc., where it is required to ensure a hydrodynamic lubrication regime.

It is concluded that a radial bearing with a special profile of the bearing surface having an antifriction polymer coating with an axial groove compared to the standard surface showed an increase in load capacity by 16–21 %, a decrease in the coefficient of friction by 18–22 % and an increase in the duration of the hydrodynamic lubrication regime by 25 %.

Introduction

In modern heavily loaded friction units, various types of antifriction coatings are used on the surface of the bearing profile of the bearing sleeve to ensure high bearing capacity and increase the duration of the hydrodynamic regime, and therefore the economic effect of sliding bearings.

Experimental data on the effect of polymer composite coatings on the operation of tribodes without liquid lubricant are described in detail in [2; 4].

The parts of tribo-assemblies operating under conditions of increased friction are increasingly manufactured with coatings of the surface of the support profile from various composite materials, which make it possible to effectively manage reliability and durability indicators. Studies of plain bearings lubricated with various antifriction coatings [1; 6] are of considerable interest. However, in relation to specific nodes in conditions of high operational and low climatic temperatures, etc. There is a need to develop mathematical models for the analysis of economic processes [5]

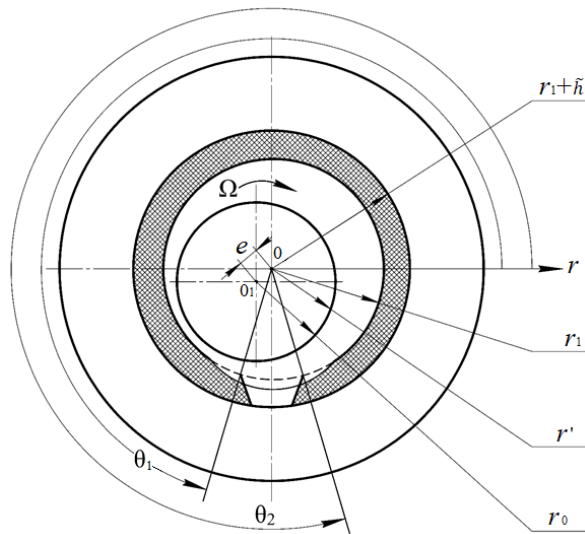


Fig. 1. Calculation scheme of tribocontact

and their forecasting, taking into account a number of features of sliding bearings.

The objective of the study is to develop new mathematical models and analyze the movement of lubricant in the working gap of a radial sliding bearing, taking into account design features to predict the economic effect.

Methods and Materials

Using the lubricant motion equation and the continuity equation, new mathematical models were obtained that take into account the design features of the bearing sleeve surface – polymer coating, groove width. Based on the results of an experimental study on the II 5 018 friction machine, the economic efficiency of net discounted income was calculated on samples in the form of partial inserts.

New mathematical models for engineering calculations have been developed that allow predicting the efficiency, reliability and duration of the hydrodynamic lubrication regime, as well as determining the main tribotechnical parameters. Net discounted income based on the results of theoretical and experimental research is estimated at 0.32 million rubles per year.

The concept of conducting research

The laminar motion of the lubricant in the working gap of a radial bearing having a polymer

coating with an axial groove is considered. In this case, the shaft rotates at an angular velocity of Ω , and the non-standard sleeve rotates at a velocity equal to 0 (Fig. 1).

The equations of the contours in a polar coordinate system with a pole in the center of the bearing sleeve, the equation of the contours of the shaft, the bearing sleeve without covering the support surface and the bearing sleeve with a polymer coating will be written as:

$$r' = r_0(1 + H), \quad r' = r_1, \quad r' = r_1 - \tilde{h}(\theta). \quad (1)$$

To achieve this goal, we use dimensionless equations of motion of a truly viscous lubricant for a "thin layer" and the continuity equation:

$$\frac{\partial p_i}{\partial r} = 0, \quad \frac{\partial^2 v_i}{\partial r^2} = \frac{dp_i}{d\theta}, \quad \frac{\partial u_i}{\partial r} + \frac{dv_i}{d\theta} = 0 \quad (2)$$

with boundary conditions

$$v = 1, \quad u = -\eta \sin \theta \quad (r = 1 - \eta \cos \theta) \\ \text{on the surface of the shaft;}$$

$$v = 0, \quad u = 0 \quad \text{at} \quad r = 0 \\ \text{on the surface of the bearing sleeve;}$$

$$v = v^*(\theta), \quad u = u^*(\theta) \quad \text{at} \quad r = \eta_2 \\ \text{on the surface of the polymer coating;}$$

$$p(0) = p(\theta_1) = p(\theta_2) = p(2\pi) = \frac{p_g}{p_a}.$$

Applying the well-known method [9] for the exact solution of the problem, as a result, for the hydrodynamic pressure and velocity field, we obtain:

$$\begin{aligned} \tilde{\psi}'_i(\xi_i) &= a_i \frac{\xi_i^2}{2} - a_i \frac{\xi_i}{2}, \\ \tilde{v}_i(\xi_i) &= b_i \frac{\xi_i^2}{2} + \left(1 - \frac{b_i}{2}\right) \xi_i + 1, \\ p_1 &= \frac{6 \left(\theta + 2\tilde{\eta} \sin \theta - 2 \frac{\sqrt{1-\tilde{\eta}^2}}{2+\tilde{\eta}^2} (\theta + 3\tilde{\eta} \sin \theta) \right)}{(1-\eta_2)^2} + \frac{p_g}{p^*}; \\ p_2 &= 6[\theta - \theta_1] \left[\begin{aligned} &1 + \frac{2\eta}{\theta - \theta_1} (\sin \theta - \sin \theta_1) - \\ &\left(1 - \frac{\eta}{\theta_1} \sin \theta_1\right) \times \\ &\times \left(1 + \frac{3\eta}{\theta - \theta_1} (\sin \theta - \sin \theta_1)\right) \end{aligned} \right] + \frac{p_g}{p^*}; \\ \tilde{\psi}'_3(\xi_3) &= a_3 \frac{\xi_3^2}{2} - a_3 \frac{\xi_3}{2}, \\ \tilde{v}_3(\xi_3) &= b_3 \frac{\xi_3^2}{2} + \left(1 - \frac{b_3}{2}\right) \xi_3 + 1, \\ u_3 &= \int_0^{\xi_3} \xi_3 \tilde{v}'_3(\xi_3) d\xi_3, \\ p_3 &= \frac{6(\theta - \theta_2)}{(1-\eta_2)^2} \left[\begin{aligned} &1 + \frac{2\tilde{\eta}}{\theta - \theta_2} (\sin \theta - \sin \theta_2) - \\ &\left(1 - \frac{\tilde{\eta}}{\theta_2} \sin \theta_2\right) \times \\ &\times \left(1 + \frac{3\tilde{\eta}}{\theta - \theta_2} (\sin \theta - \sin \theta_2)\right) \end{aligned} \right] + \frac{p_g}{p^*}. \end{aligned} \quad (3)$$

To determine the bearing capacity and friction force, we use the formulas:

$$\begin{aligned} R_x &= \frac{6\mu\omega r_0^3}{\delta^2} \times \\ &\times \left[\int_0^{\theta_1} p_1 \cos \theta d\theta + \int_{\theta_1}^{\theta_2} p_2 \cos \theta d\theta + \int_{\theta_2}^{2\pi} p_3 \cos \theta d\theta \right]. \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} R_y &= \frac{6\mu\omega r_0^3}{\delta^2} \times \\ &\times \left[\int_0^{\theta_1} p_1 \sin \theta d\theta + \int_{\theta_1}^{\theta_2} p_2 \sin \theta d\theta + \int_{\theta_2}^{2\pi} p_3 \sin \theta d\theta \right]. \\ L_{fr} &= \mu\Omega r_0^2 \left[\int_0^{\theta_1} \left(\frac{\tilde{\psi}''_1(0)}{(h(0) - \eta_2)^2} + \frac{\tilde{v}'_1(0)}{(h(0) - \eta_2)} \right) d\theta + \right. \\ &\quad \left. + \int_{\theta_1}^{\theta_2} \left(\frac{\tilde{\psi}''_2(0)}{h^2(0)} + \frac{\tilde{v}'_2(0)}{h(0)} \right) d\theta + \right. \\ &\quad \left. + \int_{\theta_2}^{2\pi} \left(\frac{\tilde{\psi}''_3(0)}{(h(0) - \eta_2)^2} + \frac{\tilde{v}'_3(0)}{(h(0) - \eta_2)} \right) d\theta \right]. \end{aligned} \quad (4)$$

Analysis of the obtained mathematical models

Verification calculations of the obtained mathematical model were carried out using parameters in the following ranges of their numerical values: groove width $\theta_2 - \theta_1 = 2.86 - 14.33$ (1–5 mm), bearing radius $r = 20$ mm; velocity $V = 1 - 3$ m/s; $\sigma = 6 - 30$ MPa; $0 = 0.0707 - 0.0076$ Ns/m².

The study of the change in the coefficient of friction from the width of the axial groove on the bearing surface of the bearing sleeve with a polymer coating at a velocity of $V = 1$ m/s is shown in Table 1.

Table 2 shows a study of the change in the coefficient of friction for a radial bearing, taking into account the following design features: without antifriction coating (with a standard support surface), with a polymer antifriction coating without a groove and with an antifriction polymer coating of the bearing sleeve support surface containing a groove 3 mm wide, at a sliding velocity of 1 m/s, $\sigma = 6 - 30$ MPa.

Experimental research

To verify the developed mathematical models, tribotechnical experimental studies of radial bearings were carried out on the AI 5018 friction machine on samples in the form of partial inserts having a working surface made according to a special non-circular contour. The surface coating of the pad was a polymer composite. The groove along the axis of the sample had a depth of 0.53–0.56 mm and a width equal to $\theta_2 - \theta_1 = 0, \dots, 22.92$, $\sigma = 6 - 30$ MPa, $V = 0.3 - 3$ m/s. The results of an

Table 1. Investigation of the change in the friction coefficient from the axial groove width on the bearing surface of a bearing sleeve with a polymer coating at a velocity of $V = 1$ m/s

Item number	$\theta_2 - \theta_1, ^\circ$	2.86	5.73	8.59	11.46	14.33
	σ, MPa					
1	6	0.02978	0.02812	0.02772	0.02673	0.02583
2	12	0.0187	0.01729	0.00782	0.00673	0.00586
3	18	0.01091	0.001831	0.001021	0.001031	0.001012
4	24	0.00171	0.001731	0.000891	0.000932	0.000921
5	30	0.00152	0.001432	0.000592	0.000723	0.000731

Table 2. Comparison of the friction coefficients of the obtained mathematical models of the developed bearing with a groove width of 0 or 3 mm (8.59 degrees)

Item number	Mode		Radial bearing		
	σ, MPa	$V, \text{m/s}$	Standard support surface	Polymer coating	Polymer coating with groove
1	6	1	0.0315	0.0290	0.0277
2	12	1	0.0258	0.0233	0.2118
3	18	1	0.0240	0.0215	0.0106
4	24	1	0.0255	0.0230	0.0206
5	30	1	0.0295	0.0270	0.0239

experimental study of the coefficient of friction at $V = 1$ m/s are summarized in Table 3.

Calculation of economic efficiency

The calculation of economic efficiency from the use of the results of theoretical and experimental research has the following directions.

1. Determination of the type of effect from the use of development results.
2. Identification of effect-forming research indicators.
3. Calculation of the actual change in effect-forming indicators in kind.
4. Determination of the results from the use of developments.
5. Calculation of one-time costs.
6. Calculation of the actual economic effect of the use of developments.

The most important indicator of the effectiveness of the developed mathematical

models is the net discounted income (**NDI**), which is the accumulated discounted effect over the useful life of the improved equipment. The expected value of net discounted income is found as:

$$\text{NDI} = (P - 3) \alpha, \text{ rub.}, \quad (5)$$

where P is the cost estimation of the results of theoretical and experimental studies, rub.; 3 is the outflow of funds for the costs associated with the improvement of the bearing sleeve (application of a polymer coating with a groove).

Cash inflow:

$$P_{(t)} = \Pi_t \cdot B_t \cdot A_t, \text{ rub.}, \quad (6)$$

where Π_t is the price of a unit of production produced using the proposed radial bearing design during the year t , rub.; B_t is the efficiency of the new design; A_t is the scope of application of the new improved bearing design, units.

Table 3. Comparison of the values of the coefficient of friction obtained as a result of experimental studies of a radial bearing with a groove width equal to $(\theta_2 - \theta_1 = 3 \text{ mm})$

Item number	Mode		Radial bearing with support surface		
	σ , MPa	V , m/s	Standard	With a coating	Coated and grooved
1	6	1	0.0515	0.0295	0.020
2	12	1	0.0358	0.0238	0.0224
3	18	1	0.0340	0.022	0.01201
4	24	1	0.0355	0.0235	0.0211
5	30	1	0.0395	0.0276	0.0244

Table 4. Initial data

Indicators	Before developments	After developments
Number of plain bearing replacements, pcs.	1 210	860
The cost of replacing sliding bearings, rub.	910	988
The number of purchased kits, pcs.		57

When improving developments for which prices are not set, the cash inflow is calculated as:

$$P_t = 3'_{m(t)} - 3_{m(t)}, \text{ rub.}, \quad (7)$$

where $3'_{m(t)}$, $3_{m(t)}$ are current costs, respectively, before and after development, rub.

The amount of annual depreciation charges:

$$AO_{\text{HTP}} = K_p \cdot 1/T, \text{ rub.}, \quad (8)$$

where K_p is capital investments related to the development, rub.; $1/T$ is the depreciation rate, where T is the useful life of the developed bearing design, years.

The one-time costs (K) associated with the use of development results are determined by the formula:

$$K = \sum_{i=1}^T K_i, \quad (9)$$

where K_i is the capital investment of developments per year, rub.

The annual economic effect is determined by the formula:

$$\mathfrak{D}_T = P_T - 3_{mr} - H_p - K/T, \text{ rub.}, \quad (10)$$

where P_T is the annual cash inflow; 3_{mr} is the annual running costs; H_p is the income tax; K is the expected costs for the creation and implementation of developments for the billing period T , rub.

The income tax of H_p is calculated according to the formula:

$$H_p = (P_{(t)} - 3_{m(t)}) \cdot P, \text{ rub.}, \quad (11)$$

where $3_{m(t)}$ is the current costs during the year t ; P is the income tax rate.

Based on the results of experimental studies of radial plain bearings with an antifriction polymer coating of the bearing sleeve surface containing a groove, as well as with a support profile adapted to friction conditions, the economic effect is calculated.

The initial data and the calculation of the economic effect are presented in the tables 4 and 5.

The net discounted income (NDI) of theoretical developments and experimental research is estimated at 0.32 million rubles per

Table 5. Calculation of the economic efficiency (NDI) of the use of advanced radial plain bearings, m rubles

Operational activities	
<i>Cash inflow</i>	
1. Reducing current costs	0.49
2. Depreciation charges	0.17
3. Total inflows	0.59
4. Property tax	0.04
5. Income tax	0.22
Investment activities	
<i>Cash outflow</i>	
6. Costs associated with the use of development results	0.21
7. Total outflows	0.29
<i>Cash flow</i>	
8. Net income	0.40
9. Net discounted income	0.25
9.1. Net discounted income on an accrual basis	0.28
10. Discount rate	0.71
11. Inflation index (approximately)	3
12. Net discounted income	0.32

year.

Conclusion

1. In the course of the study, theoretical and experimental modeling of radial bearings was carried out: with a standard support surface; with a standard support surface with an antifriction polymer coating; with a standard support surface having a polymer coating of the axial groove; with an adapted support profile having an antifriction polymer coating of the axial groove.

2. As a result of the study, it was found that new mathematical models for engineering calculations have been developed that allow predicting the efficiency, reliability and duration of the hydrodynamic lubrication regime, as well as determining the main tribotechnical parameters.

3. The obtained mathematical models significantly increase the load capacity and reduce the coefficient of friction.

4. Net discounted income based on the results of the experimental study is estimated at 0.32 million rubles per year.

Список литературы

1. Исследование вязкоупругих и адгезионно-прочностных свойств и разработка эффективных вибропоглощающих композиционных полимерных материалов и покрытий машиностроительного назначения / С.С. Негматов [и др.] // Пластические массы. – 2020. – № 7–8. – С. 32–36.
2. Кохановский, В.А. Трение полимерных покрытий в жидких смазочных средах / В.А. Кохановский, Э.А. Камерова // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2014. – № 4. – С. 17–20.
3. Кохановский, В.А. Фторопластсодержащие композиционные покрытия в смазочных средах / В.А. Кохановский, Э.А. Камерова // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2014. – № 1. – С. 34–37.

4. Методика исследования влияния жидких сред на фторопластсодержащие антифрикционные покрытия / Э.А. Камерова [и др.] // Уральский научный вестник. – 2014. – № 21(100). – С. 137–142.
5. Николенко, Т.Ю. Процедура оценки уровня экономической безопасности предприятия с учетом влияния инновационной деятельности / Т.Ю. Николенко, Л.В. Семина // Финансовый бизнес. – 2021. – № 10(220). – С. 129–132.
6. Павлычева, Е.А. Разработка полимерной композиции для получения защитного покрытия на металлических поверхностях / Е.А. Павлычева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2022. – № 2. – С. 33–36.
7. Полимерные композиционные материалы конструкционного назначения с функциональными свойствами / С.В. Кондрашов, К.А. Шашкеев, Г.Н. Петрова, И.В. Мекалина // Авиационные материалы и технологии. – 2017. – № 5. – С. 405–419.
8. Применение антифрикционных полимерных композиционных покрытий в тормозной рычажной передаче локомотивов / П.Г. Иваночкин, И.В. Больших, Т.З. Талахадзе, Е.П. Больших // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 1(85). – С. 16–22.
9. Хасьянова, Д.У. Повышение износостойкости радиального подшипника скольжения смазываемого микрополярными смазочными материалами и расплавами металлического покрытия / Д.У. Хасьянова, М.А. Мукутадзе // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2022. – № 4. – С. 46–53.
10. Analysis of factors affecting the strength of fixed bonds assembled using metal-polymer compositions / V.E. Zinoviev, P.V. Kharlamov, N.V. Zinoviev, R.A. Kornienko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 2, Rostov-on-Don, Virtual. – Rostov-on-Don, Virtual, 2020. – P. 012009.
11. Experimental and theoretical investigation on the hydrochromic property of Ni(II)-containing coordination polymer with an inclined 2D3D polycatenation architecture / Wen Shizheng [et al.] // Journal of Molecular Structure. – 2022. – Vol. 1269. – P. 133753.
12. Interconnected MXene/Graphene network constructed by soft template for multi-performance improvement of polymer composites / Jin Liyuan [et al.] // Nano-Micro Letters. – 2022. – Vol. 14(1). – P. 133.
13. Mathematical Model for a Lubricant in a Sliding Bearing with a Fusible Coating Considering Viscosity Depending on the Pressure / D.U. Khasyanova, M.A. Mukutadze, A.M. Mukutadze, A.V. Morozova // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2021. – Vol. 50. – No. 8. – P. 720–726.
14. Robertson, B.P. Evaporation-controlled dripping-onto-substrate (DoS) extensional rheology of viscoelastic polymer solutions / B.P. Robertson, M.A. Calabrese // Scientific Reports. – 2022. – Vol. 12(1). – P. 4697.
15. Study on the effect of the sealers on the steel surface layer modified by electrical discharge machining / P.G. Ivanochkin [et al.] // Solid State Phenomena. – 2021. – Vol. 316. – P. 713–719.

References

1. Issledovaniye vyazkoupругikh i adgezionno-prochnostnykh svoystv i razrabotka effektivnykh vibropogloshchayushchikh kompozitsionnykh polimernykh materialov i pokrytiy mashinostroitel'nogo naznacheniya / S.S. Negmatov [i dr.] // Plasticheskiye massy. – 2020. – № 7–8. – С. 32–36.
2. Kokhanovskiy, V.A. Treniye polimernykh pokrytiy v zhidkikh smazochnykh sredakh / V.A. Kokhanovskiy, E.A. Kamerova // Treniye i smazka v mashinakh i mekhanizmax. – 2014. – № 4. – С. 17–20.
3. Kokhanovskiy, V.A. Ftoroplastsoderzhashchiye kompozitsionnyye pokrytiya v smazochnykh sredakh / V.A. Kokhanovskiy, E.A. Kamerova // Treniye i smazka v mashinakh i mekhanizmax. – 2014. – № 1. – С. 34–37.
4. Metodika issledovaniya vliyaniya zhidkikh sred na ftoroplastsoderzhashchiye antifriktsionnyye pokrytiya / E.A. Kamerova [i dr.] // Ural'skiy nauchnyy vestnik. – 2014. – № 21(100). – С. 137–142.

5. Nikolenko, T.YU. Protsedura otsenki urovnya ekonomicheskoy bezopasnosti predpriyatiya s uchetom vliyaniya innovatsionnoy deyatel'nosti / T.YU. Nikolenko, L.V. Semina // Finansovyy biznes. – 2021. – № 10(220). – S. 129–132.

6. Pavlycheva, Ye.A. Razrabotka polimernoy kompozitsii dlya polucheniya zashchitnogo pokrytiya na metallicheskih poverkhnostyakh / Ye.A. Pavlycheva // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. – 2022. – № 2. – S. 33–36.

7. Polimernyye kompozitsionnyye materialy konstruksionnogo naznacheniya s funktsional'nymi svoystvami / S.V. Kondrashov, K.A. Shashkeyev, G.N. Petrova, I.V. Mekalina // Aviatsionnyye materialy i tekhnologii. – 2017. – № 5. – S. 405–419.

8. Primeneniye antifriktsionnykh polimernykh kompozitsionnykh pokrytiy v tormoznoy rychnozhnoy peredache lokomotivov / P.G. Ivanochkin, I.V. Bol'shikh, T.Z. Talakhadze,

Ye.P. Bol'shikh // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2022. – № 1(85). – S. 16–22.

9. Khas'yanova, D.U. Povysheniye iznosostoykosti radial'nogo podshipnika skol'zheniya smazyvayemogo mikropolyarnymi smazochnymi materialami i rasplavami metallicheskogo pokrytiya / D.U. Khas'yanova, M.A. Mukutadze // Problemy mashinostroyeniya i nadezhnosti mashin. – 2022. – № 4. – S. 46–53.

© A.V. Morozova, M.A. Mukutadze, 2024

УДК 343.81; 338.48

Ю.В. КОСОЛАПОВ¹, Е.А. КОСТРОМИНА², А.А. СИВОВА³¹ ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», г. Москва;² Филиал ЧОУ ВО «Московский университет имени С.Ю. Витте», г. Сергиев Посад;³ ФКУ «Научно-исследовательский институт Федеральной службы исполнения наказаний», г. Москва

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОЛЛЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ РАЗМЕЩЕНИЯ НА ЗАРУБЕЖНОМ РЫНКЕ ТЮРЕМНОГО ТУРИЗМА

Ключевые слова: заключенные; пенитенциарные учреждения; туризм.

Аннотация. В данной статье предпринята попытка изучить превращение пенитенциарных учреждений (тюрем) в успешный туристический продукт, посвященный наследию лиц, содержащихся под стражей. Для решения поставленных задач анализируется опыт зарубежных стран по данному вопросу, доказывається, что история мест лишения свободы и биографии заключенных стали символами наследия того или иного государства и объектами пристального внимания туристов. Методологическая основа данной статьи представлена методами научного познания: методы эмпирического уровня – описание с фиксацией сведений, наблюдение, сравнение, а также общенаучный метод – метод анализа. Гипотеза исследования основана на предположении о том, что развитию сети коллективных мест размещения в бывших пенитенциарных учреждениях способствует стремление туристов остановиться в уникальном месте. Результаты исследования сводятся к тому, что «тюремный туризм» может способствовать построению доминирующих нарративов вокруг политики наказания, которые оставляют мало места для критического анализа или оспаривания.

Гостиничный бизнес составляет большую часть индустрии туризма, признающейся одной из самых быстрорастущих отраслей экономики современности и являющейся многомиллиардным и растущим предприятием. Гостиничная индустрия достаточно разнообразна, люди

могут работать в разных областях, при этом не выходя за рамки гостиничного бизнеса. Современные отели предоставляют своим гостям изысканные услуги, отвечающие требованиям потребителей.

Несколько своеобразными, но, несомненно, очень привлекательными для туристов считаются «тюремные» гостиницы (термин рассматривается не как принадлежность, а как вид), располагающиеся в здании бывших пенитенциарных учреждений. Привлекательность для гостей отеля данного типа – возможность остановиться в уникальном месте. Тюремная гостиница обычно отремонтирована со многими современными удобствами в комфортабельных номерах. Эти отели в тюремной тематике можно найти по всему миру: от США и Великобритании до Австралии, Латвии и Швеции.

Некоторые отели не только предлагают номера в бывших тюрьмах, но и распространяют особую атмосферу на другие помещения своих заведений. Например, отель *Liberty* в Бостоне, штат Массачусетс, который когда-то был тюрьмой на Чарльз-стрит, назвал свой ресторан *Clink*, а его персонал носит форму, аналогичную тюремной. Особую атмосферу в тюремной гостинице во многих случаях можно отнести на счет архитекторов, которые придерживались оригинальных черт при реконструкции. В отеле *Liberty* ярусы мостков, которые когда-то позволяли охранникам наблюдать за заключенными, теперь используются как балконы. В соответствии с темой архитекторы даже сохранили контуры стенных отверстий, в которых когда-то крепилась тюремная решетка. В Швеции в тюремной гостинице Лангхольмен сохранились оригинальные двери камер. В латвийской тюрьме

ме Кароста владельцы отелей не уделяют внимание бытовым удобствам. Этот отель-тюрьма стремится дать гостям максимальное представление о том, что на самом деле ощущается в заключении, предлагая настоящие тюремные матрасы и скамейки. В Австралии постояльцы бывшей тюрьмы Маунт-Гамбир также останавливаются в камерах, в которых произвели минимальные обновления.

На рынке туризма представлены отели, которые дают своим гостям выбор между комфортом и реализмом. В Новой Зеландии, например, тюремная гостиница *Napier* предлагает размещение в общежитии, отремонтированной камере, которая остается в своем первоначальном состоянии без дополнительных удобств. Тюремная гостиница в Германии, Алькатрас, предлагает некоторый комфорт в камерах, а ванны комнаты находятся прямо в камере, как и при отбывании срока наказания [1].

Более подробно рассмотрим наиболее востребованные гостиницы, являющиеся частью «тюремного туризма», анализируя способы и причины, по которым бывшие тюрьмы стали популярными туристическими направлениями.

Одной из таких гостиниц является «Свобода» (Бостон), построенная в 1851 г. тюрьма на Чарльз-стрит более ста лет служила окружной тюрьмой, в ней содержались такие заключенные, как Малкольм Икс и бывший мэр Бостона Джеймс Майкл Керли. Тюрьма была закрыта в 1990 г., а в 2001 г. застройщик *Carpenter & Company* превратил помещение в отель на 298 номеров. Зарешеченные окна тянутся вдоль гостиничного ресторана *Liberty, Clink*. Стоимость проживания от \$209 за ночь.

Также внимания заслуживает отель Катайнока, Хельсинки, расположенный в десяти минутах езды от центра Хельсинки. Это здание из красного кирпича в готическом стиле, часть которого датируется 1837 г., когда-то служило местной тюрьмой. На протяжении многих лет здесь жили одни из самых известных преступников Финляндии, в том числе два бывших премьер-министра. Тюрьма была закрыта в 2002 г., а в 2007 г. здание было переоборудовано под гостиницу. По сравнению с предыдущим отелем стоимость проживания значительно ниже: от 146 долларов за ночь.

В Нидерландах тюремный туризм представлен отелем *Het Arresthuis*, относящимся к той же ценовой категории, что и отель Катайнока. В 2011 г. голландская гостиничная группа *Van*

de Valk возглавила перестройку, превратив 105 камер в 40 очаровательных номеров, каждый из которых выходит в просторный холл, бывший тюремный коридор. Тюрьма *Het Arresthuis*, расположенная примерно в 110 милях от Амстердама в юго-восточном углу Нидерландов, была построена в 1863 г.

Ярким примером тюремного гостиничного бизнеса является отель *Malmaison Prison Hotel* (Оксфорд, Англия), от \$328 за ночь. Здание, в котором сейчас находится отель *Malmaison*, имеет долгую историю, построено Вильгельмом Завоевателем в 1086 г. Уникальный отель представляет собой высокие здания 18 века, окруженные каменной стеной. Эти соединенные между собой здания включают бывший дом губернатора и старый Дом исправления с его башнями. Часть тюрьмы, где всегда проводились казни, теперь представляет собой офисный блок. В отеле *Malmaison Prison Hotel* в Оксфорде 95 номеров и люксов. Отель максимально использует свое уникальное окружение со стеклянными проходами и атмосферным освещением по всему зданию [2].

Безусловно, данный список включает отель *Four Seasons Istanbul* (Султанахмет, Стамбул). Дизайнеры отеля сохранили многие оригинальные черты здания, в том числе расписанные вручную плиточные полы и арочные дверные проемы. Спроектированная в турецком неоклассическом стиле архитектором Мимаром Кемаледдином Беем тюрьма Султанахмет была построена в начале 1900-х гг. В 1990-х гг. отель приобрела компания *Four Seasons* (тюрьма была закрыта в 1969 г.) и превратила его в один из лучших роскошных отелей региона, стоимость проживания от \$609 за ночь [3].

Также бывшая тюрьма переродилась в отель в Оффенбурге, Германия. Построенная в 1843 г. во время немецкой промышленной революции старая тюрьма Оффенбург была спроектирована Генрихом Хюбшем для размещения до 40 заключенных. Архитектор Юрген Гроссман взялся за первый этап адаптивного повторного использования тюрьмы, соединив два исторических крыла тюрьмы (изначально отдельные конструкции) вместе с помощью нового стеклянного куба, в котором сейчас находится ресторан отеля *Liberty Wasser&Brot. Hotel Liberty* является последним дополнением к списку отелей *Design Hotels* с номерами по цене от 150 евро за ночь [4].

Таким образом, история и наследие тради-

ционно были сильными притягательными факторами в туризме. Есть страны и направления с сильными традициями в этих областях, где практически не требуется усилий для разработки продукта, продвижения или маркетинга, а туризм с наследием заключенных превратился в область жизненно важных интересов как для внутреннего, так и для международного туризма. Сохранение, демонстрация и интерпретация «жестокого и часто тиранического» про-

шлого тюремного одиночества посетителям в качестве туристического продукта – это нечто уникальное, отход от более ранних практик демонстрации историй или памятников, которые представляли стили жизни и культуры правящих и доминирующих социальных групп. Это объясняет то, что в настоящее время появилось немало исторических исследований, посвященных истории исправительных учреждений и их осужденному населению.

Список литературы

1. Britt Archer. What Is a Prison Hotel? [Electronic resource]. – Access mode : https://www-wisetour-com.translate.goog/what-is-a-prison-hotel.htm?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc.
2. Prison Hotels – Old Prisons that are now Hotels in the UK [Electronic resource]. – Access mode : https://couponqueen-co-uk.translate.goog/prison-hotels-uk/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc.
3. Peek Inside These 5 Former Prisons Turned Hotels [Electronic resource]. – Access mode : https://www-architecturaldigest-com.translate.goog/gallery/former-prison-hotels-slideshow?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc.
4. Former prison is reborn as a hotel in Offenburg, Germany [Electronic resource]. – Access mode : https://thespaces-com.translate.goog/former-prison-reborn-hotel-offenburg-germany/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc.
5. Костромина, Е.А. Тюремный туризм как национальное наследие: зарубежный опыт / Е.А. Костромина, А.А. Сивова // Сервис в России и за рубежом. – 2019. – Т. 13. – № 4(86). – С. 42–54.

References

5. Kostromina, Ye.A. Tyuremnyy turizm kak natsional'noye naslediye: zarubezhnyy opyt / Ye.A. Kostromina, A.A. Sivova // Servis v Rossii i za rubezhom. – 2019. – T. 13. – № 4(86). – S. 42–54.

© Ю.В. Косолапов, Е.А. Костромина, А.А. Сивова, 2024

УДК 502.131.1

С.В. РЕВУНОВ

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова –
филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», г. Новочеркасск

УСТОЙЧИВОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЦИО-ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В КОНТЕКСТЕ ПЕРЕХОДА К РАЦИОНАЛЬНЫМ МОДЕЛЯМ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

Ключевые слова: рациональные модели потребления; рациональные модели производства; региональная экономика; ресурсосбережение; рециклинг; устойчивое развитие региона; циркуляционная экономика.

Аннотация. Целью исследования является анализ устойчивости и эффективности социально-эколого-экономического развития региона в парадигме перехода к ресурсосберегающим стратегиям производства и потребления. Научная новизна заключается в уточнении регионального аспекта стратегии рационального ресурсопотребления в рамках внедрения экономики замкнутого цикла на мезоэкономическом уровне. В ходе исследования решены следующие задачи: верифицированы основные факторы, детерминирующие национальный аспект необходимости перехода на циркуляционную экономическую модель; выявлена динамика объемов потребления ресурсов населением Ростовской области; уточнены приоритетные направления взаимодействия общества и природы в парадигме устойчивого социально-эколого-экономического развития на мезоэкономическом уровне. Методологическая база: анализ, синтез, группировка, сравнение. Результаты: устойчивость социально-эколого-экономического развития Ростовской области детерминирована следующими факторами – внедрением ресурсосберегающих технологий в промышленности и быту, оснащением приборами индивидуального учета потребления ресурсов, развитием экологической культуры.

прессинг на экосистемы и несбалансированные практики природопользования и ресурсопотребления предопределили переход на новую модель управления ресурсами – экономику замкнутого цикла.

Макроэкономическая обусловленность подобного перехода сформирована следующими факторами: достижением лимита возможностей экономического роста, ориентированного на экстенсивную эксплуатацию природных ресурсов; возрастающей антропогенной нагрузкой и применением неэффективных административно-экономических инструментов управления ресурсами; качественным изменением характера глобальных и локальных энергосистем, ориентированных на снижение энергоемкости производства и роста энерговооруженности национальной экономики за счет совершенствования механизмов выработки, распределения и использования энергии.

Региональный аспект рационального использования природных ресурсов изучен в работах многих отечественных ученых. В исследовании [1] авторами предложен межотраслевой подход в применении машинно-транспортных средств для целей рационального использования ресурсов земельного и лесного фондов Ростовской области. В научных работах [2; 3] верифицированы основные инструменты управления водными ресурсами Ростовской области, уточнены ключевые направления социально-эколого-экономической политики региона в контексте достижения целей устойчивого развития.

Региональный аспект устойчивого производства и потребления Ростовской области ориентирован на преодоление прямой зависимости

Длительный техногенно-антропогенный



Рис. 1. Затраты хозяйствующих субъектов Ростовской области на производство и продажу продукции (по кругу крупных и средних организаций, в %)



Рис. 2. Динамика потребления ресурсов жителями Ростовской области (по данным 2016–2022 гг.)

между экономическим ростом и ухудшением качества окружающей среды, рационализацию потребления ресурсов и стимулирование экологически ориентированного образа жизни. Структура материальных затрат [4] хозяйствующих субъектов региона на производство и продажу продукции представлена на рис. 1.

Данные, изложенные на рис. 1, показывают, что за период 2016–2021 гг. доля материальных затрат на производство и продажу товаров, работ и услуг в структуре расходов хозяйствующих субъектов Ростовской области составляет 65–67 %, доля расходов на приобретение сырья, материалов и комплектующих изделий –

75–79 %. К наиболее ресурсоемким отраслям промышленности Ростовской области относятся предприятия обрабатывающей промышленности, хозяйствующие субъекты водоснабжения и водоотведения, организации, осуществляющие сбор и утилизацию отходов, а также деятельность по ликвидации загрязнений, предприятия топливно-энергетического комплекса и сельского хозяйства.

На рис. 2 представлен объем потребления некоторых видов ресурсов населением Ростовской области.

Анализ данных, изложенных на рис. 2, демонстрирует рост потребления электри-

Таблица 1. Динамика отходов производства и потребления и ТКО на территории Ростовской области за 2020–2022 гг., в тоннах

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Динамика (в % к 2020 г.)
Отходы производства и потребления				
Всего отходов образовано за отчетный год	3 983 376	15 054 905	6 157 123	+55,6
Утилизировано отходов	1 582 550	12 595 447	13 080 878	+726,6
Обезврежено отходов	461 764	408 336	390 557	–15,6
Захоронение отходов	1 067 020	1 039 575	855 881	–19,7
Твердые коммунальные отходы				
Образовано твердых коммунальных отходов	1 824 327	1 533 546	1 468 151	–19,5
Направлено на обезвреживание	123 013	54 938	104	–9,99
Направлено на утилизацию	20 143	122 437	42 529	+111,1
Направлено на захоронение	800 223	1 270 212	1 607 522	+100,9

ческой энергии на 645,5 млн кВт/час (+17,9 %) к 2022 г. по отношению к базовому 2016 г., незначительный рост потребления газа на 5,3 млн куб. метров (+0,2 %) за тот же период. В целом динамика расходования газа вернулась к показателям потребления 2016 г. На 3,7 % снизилось потребление воды жителями области. Восходящий тренд расходования электрической энергии обусловлен повсеместным применением в быту электроприборов. Одной из задач перехода к рациональным моделям потребления ресурсов на региональном уровне в контексте устойчивого социально-эколого-ориентированного развития являются ликвидация свалок и внедрение моделей организованного рециклинга.

На территории Ростовской области введены в эксплуатацию межмуниципальные экологические отходоперерабатывающие комплексы (МЭОК) для целей переработки и утилизации твердых коммунальных отходов (ТКО): Волгодонский МЭОК мощностью 200 тыс. т/год, Мясниковский МЭОК мощностью 800 тыс. т/год. До конца 2024 г. планируется введение в эксплуатацию Красносулинского и Новочеркасского МЭОКов мощностью 250 тыс. т/год и 300 тыс. т/год соответственно. В табл. 1 приведены сведения о структуре динамики отходов производства и потребления и ТКО на территории Ростовской области за 2020–2022 гг. [5].

Динамика за 2020–2022 гг., проиллюстриро-

ванная в табл. 1, показывает, что приоритетным направлением работы с отходами производства и потребления и ТКО на территории Ростовской области являются утилизация и захоронение. Подводя итог анализа устойчивости и эффективности социально-эколого-экономического развития Ростовской области, необходимо сформулировать следующие выводы: ряд отраслей народного хозяйства региона в силу технологических особенностей производства достаточно ресурсо- и энергоемкий, что говорит о необходимости проведения комплекса мероприятий по повышению экологической эффективности, в частности активного технологического перехода на энерго- и ресурсосберегающие модели производства. Высокая доля утилизируемых и захороняемых объемов бытовых и промышленных отходов формирует предпосылки развития межотраслевых взаимодействий по формированию цепочек организованного рециклинга ресурсов. Следует отметить, что устойчивость и эффективность регионального развития в контексте рационального ресурсопользования во многом определяется степенью вовлеченности общества в процессы циркулирования ресурсов внутри региона. В частности, она может быть выражена в формировании внутренней культуры ответственного потребления, в оснащении жилищного фонда приборами контроля и учета потребляемых ресурсов.

Список литературы

1. Ушаков, А.Е. Использование межотраслевых технических связей в лесном и сельском хозяйстве, как способов повышения ВПР Ростовской области / А.Е. Ушаков, Н.В. Скамарохов, В.А. Рытиков // Reports Scientific Society. – 2023. – № 4(36). – С. 58–63.
2. Ревунов, С.В. Устойчивое развитие Ростовской области в социо-эколого-экономическом измерении / С.В. Ревунов // Reports Scientific Society. – 2023. – № 4(36). – С. 53–57.
3. Ревунов, С.В. Устойчивое водопользование: региональный аспект (на примере Ростовской области) / С.В. Ревунов // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 3(141). – С. 121–123.
4. Ростовская область – движение к целям устойчивого развития: 2016–2022 Информ.-анал. мат./ Ростовстат. – Ростов н/Д, 2023. – 325 с.
5. Экологический вестник Дона: О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2022 году / Правительство Ростовской области. Министерство природных ресурсов и экологии Ростовской области / под ред. Фишкина М.В. – Ростов н/Д, 2023. – 395 с.

References

1. Ushakov, A.Ye. Ispol'zovaniye mezhotraslevykh tekhnicheskikh svyazey v lesnom i sel'skom khozyaystve, kak sposobov povysheniya VPR Rostovskoy oblasti / A.Ye. Ushakov, N.V. Skamarokhov, V.A. Rytikov // Reports Scientific Society. – 2023. – № 4(36). – S. 58–63.
2. Revunov, S.V. Ustoychivoye razvitiye Rostovskoy oblasti v sotsio-ekologo-ekonomicheskom izmerenii / S.V. Revunov // Reports Scientific Society. – 2023. – № 4(36). – S. 53–57.
3. Revunov, S.V. Ustoychivoye vodopol'zovaniye: regional'nyy aspekt (na primere Rostovskoy oblasti) / S.V. Revunov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 3(141). – S. 121–123.
4. Rostovskaya oblast' – dvizheniye k tselyam ustoychivogo razvitiya: 2016–2022 Inform.-anal. mat./ Rostovstat. – Rostov n/D, 2023. – 325 s.
5. Ekologicheskiy vestnik Dona: O sostoyanii okruzhayushchey sredy i prirodnikh resursov Rostovskoy oblasti v 2022 godu / Pravitel'stvo Rostovskoy oblasti. Ministerstvo prirodnikh resursov i ekologii Rostovskoy oblasti / pod red. Fishkina M.V. – Rostov n/D, 2023. – 395 s.

© С.В. Ревунов, 2024

УДК 332.334

А.Е. УШАКОВ

*Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова –
филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», г. Новочеркасск*

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВНЕДРЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Ключевые слова: лесные полосы; урожайность; устойчивое сельское хозяйство; экономическая ценность.

Аннотация. В данном исследовании проводится оценка экономической ценности лесных полос в сельском хозяйстве Южного федерального округа РФ. Исследование направлено на решение важной задачи – определение влияния лесных полос на урожайность, затраты на борьбу с эрозией почвы и сроки окупаемости их внедрения. Методы исследования включают количественный анализ данных об урожайности, затратах и смыве почвы. Данные были собраны из научных материалов зарубежных и отечественных ученых с целью определения экономической ценности внедрения защитных лесных полос. Результаты исследования показывают, что, хотя в начальные годы затраты на создание и поддержание лесных полос могут превышать прибыль от увеличения урожайности, однако в долгосрочной перспективе экономическая ценность лесных полос увеличивается. Это подчеркивает важность долгосрочного планирования и инвестирования в устойчивые практики управления землей. В среднем внедрение лесных полос приводит к увеличению урожайности на 15–45 %. Это увеличение урожайности приводит к повышению дохода сельскохозяйственных производителей на 20–50 %. В заключение эти данные могут быть использованы для разработки политики и стратегий, направленных на поощрение или субсидирование предпринимателей, участвующих в создании и уходе за защитными лесными полосами в сельском хозяйстве. Это исследование также подчеркивает необходимость дальнейших методов анализа и оценки эффективности, особенно в разных регионах.

Введение

В современном мире, где экологические вопросы становятся все более актуальными, исследование экономической ценности лесных полос в сельском хозяйстве Южного федерального округа РФ представляет собой важную задачу. Лесные полосы играют ключевую роль в предотвращении эрозии почвы, сохранении биологического разнообразия и увеличении урожайности, что, в свою очередь, является одним из факторов устойчивого развития сельского хозяйства [1]. Учитывая текущие тенденции изменения климата и угрозы деградации почв, роль лесных полос в защите почвы становится все более значимой. Экономическая ценность лесных полос может оказывать значительное влияние на экономику сельского хозяйства, включая снижение затрат на борьбу с эрозией почвы и потенциальное увеличение стоимости земли. Также стоит отметить, что Южный федеральный округ РФ играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны, исследование экономической ценности внедрения лесных полос в этом регионе может предоставить ценную информацию для местных сельскохозяйственных производителей, политиков и ученых.

Целью данного исследования является оценка экономической ценности внедрения лесных полос в сельском хозяйстве Южного федерального округа. Задачи исследования включают в себя анализ влияния лесных полос на урожайность и затраты на борьбу с эрозией почвы, а также оценку потенциальной возможности их внедрения.

Проведя анализ работ [2; 3], можно выделить основные положительные стороны приме-

Таблица 1. Положительные и отрицательные стороны внедрения лесных полос

Положительные стороны применения лесных полос	Отрицательные стороны применения лесных полос
Предотвращение эрозии почвы: лесные полосы служат барьером, который помогает предотвращать эрозию почвы	Затраты на установку и поддержание: создание и поддержание лесных полос могут быть дорогостоящими
Увеличение урожайности: лесные полосы могут улучшить урожайность, снегозадержание и, как следствие, влажность почвы	Потеря земли под сельскохозяйственные культуры: лесные полосы занимают часть земли, которую можно было бы использовать для выращивания сельскохозяйственных культур
Сохранение биологического разнообразия: лесные полосы могут служить приютом для многих видов дикой природы, что способствует сохранению биологического разнообразия	Время на восстановление: лесные полосы требуют времени для роста и достижения полной функциональности
Улучшение качества воздуха и воды: лесные полосы могут улучшить качество воздуха и воды, поглощая загрязняющие вещества	
Лесные полосы могут улучшить качество жизни местного населения, способствуя развитию локального сообщества и туризма	

нения защитных лесных полос, а также трудности по их внедрению (табл. 1).

Многие исследования влияния лесных полос имеют сложную многофакторную систему оценки [4], что существенно усложняет скорость принятия решений. С целью снижения сложности нами предложена формула (1), которая учитывает основные факторы в течение определенного периода времени и может являться эффективным инструментом принятия решений о внедрении лесных полос в сельском хозяйстве:

$$E = \sum_{i=1}^{20} (Y_{fp,i} - Y_{np,i})P - (C_{fp,i} + (S_{fp,i} - S_{np,i})V_i), \quad (1)$$

где E – экономическая ценность лесных полос; $Y_{fp,i}$ – урожайность на землях с лесными полосами в год i ; $Y_{np,i}$ – урожайность на землях без лесных полос в год i ; P – цена продукции на рынке; $C_{fp,i}$ – затраты на установку и поддержание лесных полос в год i ; $S_{np,i}$ – смыв гумусового слоя на землях без лесных полос; $S_{fp,i}$ – смыв гумусового слоя на землях с лесными полосами в год i ; V – стоимость смыва одной тонны почвы.

Эта формула учитывает разницу в урожайности между землями с лесными полосами и

без них ежегодно на протяжении 20 лет, умноженную на цену продукции на рынке, а также затраты на создание и поддержание лесных полос каждый год и разницу в смыве плодородного слоя, умноженную на стоимость смыва одной тонны почвы.

Согласно данным работы [4] урожайность озимой пшеницы больше на 0,6–1,2 т/га на поле с лесозащитной полосой, вне зоны контроля полос урожайность 34 ц/га. Учитывая данные материалов [5; 6], создание одной лесополосы на участке в 100 га с учетом инфляции с 2008 по 2023 г. составляет 128 тыс. руб., а их ежегодное обслуживание в первые пять лет – 6–35 тыс. руб.

Обсуждение результатов

В табл. 2 представлены данные по экономической оценке внедрения защитных лесных полос в течение 20 лет. Экономическая ценность рассчитывается на основе урожайности земель с лесными полосами и без них, цены продукции на рынке без учета инфляции, затрат на установку и поддержание лесных полос, а также смыва гумусового слоя на этих землях.

В первый год экономическая ценность отрицательная и составляет –128 000 руб. Это связано с тем, что предприятия имеют существенные единовременные затраты на созда-

Таблица 2. Расчетные показатели эффективности лесных полос

Год	Урожайность с лесными полосами (ц/га)	Урожайность без лесных полос (ц/га)	Цена на продукцию (руб.)	Затраты на лесные полосы (тыс. руб.)	Смыв на землях с лесными полосами	Смыв на землях без лесных полос	Стоимость смыва тонны почвы (тыс. руб.)	Экономическая ценность тыс. руб./год (рассматриваемый период)
1	34	34	1 956	98	0	0,5	60	–128,0
2–6	34	34	1 956	6	0	0,5	60	– 3 5 , 2 3 3 (–176,165)
7–11	40	34	1 956	27	0,35	0,5	60	–9,264 (–46,32)
12–15	48	34	1 956	6	0,2	0,5	60	15,384 (+76,92)
16–20	52	34	1 956	6	0,1	0,5	60	27,120 (+135,6)

ние лесных полос. А положительные эффекты на данной стадии отсутствуют. За период со второго по шестой год экономическая ценность также отрицательная и составляет –176 165 руб., так как затраты на поддержание саженцев все еще существенные. А проявление положительных эффектов распространяется на малую площадь покрытия. С седьмого по одиннадцатый год экономическая ценность отрицательная и составляет –46 320 рублей. Здесь мы видим улучшения в финансовых показателях за счет снижения затрат на обслуживание уже укоренившихся и набирающих фитомассу деревьев. Положительный эффект от защитной лесной полосы распространяется на существенную площадь и уже отражается на увеличении урожайности и снижении эрозионных процессов. С 12-го года экономическая ценность положительная и составляет 15 384 руб. Это первый период, когда прибыль от увеличения урожайности и снижения смыва почвы превышает затраты на поддержание лесных полос. С 15-го года экономическая ценность составляет 27 120 руб. Здесь мы видим значительное увеличение экономической ценности, что указывает на то, что в долгосрочной перспективе лесные полосы могут быть выгодными.

Заключение

Несмотря на то, что в начальные годы за-

траты на установку и поддержание лесных полос превышают прибыль от увеличения урожайности и снижения смыва почвы, в долгосрочной перспективе экономическая ценность лесных полос увеличивается. Это подчеркивает важность долгосрочного планирования и инвестирования в устойчивые практики управления землей.

Учитывая результаты исследования, можно предложить некоторые рекомендации для популяризации высадки лесных защитных полос в Южном федеральном регионе: разработка политики и стратегии, направленных на поощрение защитных полос; предоставление субсидий или льготных кредитов для фермеров и сельхозпроизводителей, желающих создать лесные полосы на своих участках; проведение образовательных мероприятий о преимуществах и долгосрочных выгодах от создания лесных защитных полос как среди предпринимателей, так и среди образовательных учреждений; вовлечение обучающихся по данным направлениям в университетах и институтах.

Реализация данных рекомендаций позволит снизить риски работы в аридных зонах, а также других территориях рискованного земледелия в долгосрочной перспективе, вложение в подобные устойчивые практики окажет существенное влияние на экономическую и экологическую устойчивость региона.

Список литературы

1. Ревунов, С.В. Преобразующие инвестиции как фактор экономической интеграции территорий и устойчивого развития / С.В. Ревунов, А.И. Ильина, З.Р. Кочиева // Глобальный научный потенциал. – 2023. – № 10(151). – С. 222–225.
2. Примаков, Н.В. Эффективность конструкции полезащитных лесных насаждений Краснодарского края / Н.В. Примаков, А.С. Латифова, Е.Ю. Дубровин // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 10. – С. 41–45.
3. Суханов, Е.В. Социально-экономическая направленность лесопользования в России / Е.В. Суханов // Глобальный научный потенциал. – 2019. – № 6(99). – С. 167–169.
4. Грибачева, О.В. Влияние полезащитных лесополос и сорной растительности на урожайность озимой пшеницы в ГУП ЛНР «Агрофонд» / О.В. Грибачева, Д.В. Сотников, Н.А. Черская // Вестник ОрелГАУ. – 2022. – № 2(95). – С. 12–19.
5. Царев, А.П. Экономическая эффективность полезащитных полос из обычных и сортовых тополей / А.П. Царев, В.А. Царев // Resour. Technol, 2008.
6. Экономические аспекты создания лесных защитных полос / М.Г. Ежова, И.А. Иматова, А.В. Капрало, Н.А. Иматова // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2008. – № 3. – С. 122–125.

References

1. Revunov, S.V. Preobrazuyushchiye investitsii kak faktor ekonomicheskoy integratsii territoriy i ustoychivogo razvitiya / S.V. Revunov, A.I. Il'ina, Z.R. Kochiyeva // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2023. – № 10(151). – S. 222–225.
2. Primakov, N.V. Effektivnost' konstruksii polezashchitnykh lesnykh nasazhdeniy Krasnodarskogo kraya / N.V. Primakov, A.S. Latifova, Ye.YU. Dubrovin // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. – 2022. – № 10. – S. 41–45.
3. Sukhanov, Ye.V. Sotsial'no-ekonomicheskaya napravlennost' lesoupravleniya v Rossii / Ye.V. Sukhanov // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2019. – № 6(99). – S. 167–169.
4. Gribacheva, O.V. Vliyaniye polezashchitnykh lesopolos i sornoy rastitel'nosti na urozhaynost' ozimoy pshenitsy v GUP LNR «Agrofond» / O.V. Gribacheva, D.V. Sotnikov, N.A. Cherskaya // Vestnik OrelGAU. – 2022. – № 2(95). – S. 12–19.
5. Tsarev, A.P. Ekonomicheskaya effektivnost' polezashchitnykh polos iz obychnykh i sortovykh topoley / A.P. Tsarev, V.A. Tsarev // Resour. Technol, 2008.
6. Ekonomicheskiye aspekty sozdaniya lesnykh zashchitnykh polos / M.G. Yezhova, I.A. Imatova, A.V. Kapralo, N.A. Imatova // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik. – 2008. – № 3. – S. 122–125.

© А.Е. Ушаков, 2024

УДК 330.47

Е.В. АРТЕМЕНКО

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

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В АРХИТЕКТУРЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Ключевые слова: архитектура предприятия; бизнес-архитектор; искусственный интеллект; корпоративная информационная система; машинное обучение; реинжиниринг бизнес-процессов; цифровая аналитика.

Аннотация. Целью исследования является попытка определить место, которое будет занимать искусственный интеллект в формировании и функционировании бизнес-процессов. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: рассмотреть основные виды технологий искусственного интеллекта и направления их использования для автоматизации рабочих процессов; оценить перспективы применения искусственного интеллекта в архитектуре бизнес-процессов; проанализировать роль инструментария архитектуры предприятия при внедрении новой технологии.

В качестве основной гипотезы выдвинуто предположение о нецелесообразности внедрения искусственного интеллекта без комплексного реинжиниринга бизнес-процессов, в рамках которого он будет использоваться для трансформации принципов работы компании под руководством бизнес-архитектора.

Инструментами исследования выступили эмпирические методы (описание, классификация, аналогия, абстракция и обобщение), теоретические методы (анализ, синтез, индукция и дедукция), а также элементы экономического анализа.

Основными результатами исследования являются систематизация потенциальных проблем, которые необходимо учитывать при внедрении искусственного интеллекта, в том числе касающиеся формата работы сотрудников-людей; идентификация места, которое займет новая технология в общей архитектуре бизнес-процессов и возможностей, кото-

рые дает компании внедрение искусственного интеллекта.

Введение

Последние годы интерес к исследованиям в области искусственного интеллекта (ИИ) демонстрировал волнообразное движение: от малообоснованного энтузиазма к неоправданному разочарованию. Причиной этого являлись как видимые успехи при применении ИИ для решения локальных задач, так и отсутствие прорывных изменений на уровне работы всей организации и жизни общества в целом. Иными словами, ожидания революционных изменений в долгосрочной перспективе не подкрепляются наблюдаемыми эволюционными изменениями в текущий момент. Тем не менее в статье будет сделана попытка доказать, что искусственный интеллект в ближайшие годы станет ключевым фактором развития компаний.

С одной стороны, факт того, что использование ИИ уже сейчас может обеспечить компанию дополнительными источниками для создания ценности не вызывает сомнения. С другой стороны, вопрос о том, какую роль подобные технологии будут играть в работе организаций и насколько существенным будет их вклад в финальный результат деятельности бизнеса является предметом дискуссий. Оценка влияния искусственного интеллекта на работу компании варьируется от радикальной трансформации всей деятельности до пусть и полезных, но точечных корректировок функционирования отдельных процессов. В любом случае уже очевидно, что возможности, которые бизнес получает в результате использования ИИ слишком ценны, чтобы игнорировать данные

технологии.

Технологии и возможности ИИ для автоматизации бизнес-процессов

Машинное обучение – процесс автоматизированного подбора моделей к данным и их дальнейшего обучения путем обработки больших массивов информации. Это самая распространенная технология ИИ, лежащая в основе множества решений в области искусственного интеллекта. Основным драйвером развития машинного обучения выступил лавинообразный рост объема данных, накапливаемых информационными системами организаций. Задача обработки этой информации с целью анализа состояния профильных рынков и положения дел внутри компании сделала необходимым использование инструментария машинного обучения.

Следующим этапом развития технологии машинного обучения стала нейронная сеть – инструмент категоризации данных. Этот подход предполагает, что любая проблема может быть представлена как набор входящих и исходящих данных (переменных), имеющих разный вес и находящихся в функциональной зависимости друг от друга.

Современный формат машинного обучения называется глубоким обучением и представляет собой комплекс нейронных сетей, опирающихся на большое количество переменных и функций, целью которых является анализ и прогнозирование. Ключевое отличие данного механизма от традиционных форм статистического и эконометрического анализа заключается в том, что отдельные функции модели глубокого обучения лишены какого-либо смысла для внешнего наблюдателя, что делает невозможным их интерпретацию.

Вторым набором инструментов, относящихся к области искусственного интеллекта, является обработка естественного языка, куда входят технологии распознавания речи, программы по переводу, текстовому анализу и генерации текста.

Далее рассмотрим технологии, доминировавшие на рынке до появления инструментов машинного обучения и, что важно, активно применявшиеся в коммерческих целях: экспертные системы, опирающиеся на набор правил вида «если – то», сформулированные специалистами в профильной области. К их достоинствам относятся простота понимания логики функцио-

нирования для наблюдателей и эффективность работы. Однако с ростом сложности управляемых систем растет и количество заданных условий, которые начинают конфликтовать друг с другом, что ведет к ухудшению качества итоговых результатов вплоть до потери системой работоспособности. Ключевым недостатком данного инструмента является жесткая привязка к конкретной области знаний: ее смена ведет к необходимости формирования нового свода правил.

Перейдем в промышленный сектор. Физические роботы, отвечающие за движение грузов, сварку и сборку, давно стали неотъемлемой частью производственного конвейера. Ведущие свою родословную от станков с числовым программным управлением, изначально они применялись для выполнения четко ограниченных действий в рамках технологического процесса. С развитием технологии ИИ их возможности существенно возросли: они научились взаимодействовать с людьми и «видеть» весь производственный цикл. Кроме того, они обрели способность к обучению.

В заключение рассмотрим роботизированную автоматизацию процессов, являющуюся симбиозом корпоративной информационной системы и искусственного интеллекта. Данный инструмент интегрируется в информационную систему компании и функционирует как человек, четко следующий должностной инструкции. К достоинствам этой технологии можно отнести низкую стоимость, прозрачность логики функционирования, простоту создания и внедрения.

Если рассмотреть историю внедрения ИИ в реальный бизнес, становится очевидно, что первопроходцами выступили онлайн-компании, технологические стартапы и отраслевые лидеры, т.е. организации, у которых подобные технологии находятся в основе бизнес-моделей. Компании, относящиеся к малому и среднему сегментам рынка, а также крупные предприятия, чей профиль деятельности далек от сферы высоких технологий, ИИ в своей работе практически не используют.

В текущий момент технологии ИИ делают первые шаги на пути завоевания бизнеса, поэтому роль, которую они могут сыграть в изменении формата работы компаний, до конца не понятна. Можно выделить основные направления, по которым искусственный интеллект уже приносит существенную пользу в коммер-

ческой сфере:

- общение с клиентами и сотрудниками при помощи чат-ботов, что подразумевает обработку человеческой речи и использование машинного обучения для тренировки моделей;

- цифровая аналитика, в основе которой лежит анализ структурированного массива данных, обработанного методами машинного обучения;

- автоматизация структурированных циклических рабочих процессов при помощи инструментов роботизированной автоматизации процессов, если речь идет о работе с базами данных, и роботах, если рассматривается промышленное производство.

Анализируя уже реализованные проекты в области ИИ, можно констатировать, что основной упор был сделан на автоматизации вспомогательных задач в административной и финансовой сферах. Если говорить про формат происходящих преобразований, то главным инструментом выступила роботизированная автоматизация процессов: физические роботы в рассматриваемых сферах пока не применяются. В то же время существующие механизмы автоматизации бизнес-процессов научились работать с комплексом информационных систем, добавляя информацию в общее хранилище данных и забирая ее для формирования цифровой аналитики.

Простота использования рассматриваемой технологии компенсируется трудностями, возникающими при ее внедрении – трудностями, источник которых лежит в области архитектуры бизнес-процессов. Запуску моделей роботизированной автоматизации должна предшествовать работа по реинжинирингу и редизайну существующих рабочих процессов компании, что подразумевает четкое понимание всеми заинтересованными лицами того, как именно функционируют процессы в настоящий момент и каким образом их нужно изменить.

В заключение необходимо отметить, что внедрение роботизированной автоматизации дает возможность вернуть в структуру бизнес-процессов те полезные звенья, которые были исключены из нее из-за высокой стоимости или трудоемкости, что делало их реализацию сотрудниками-людьми нерациональной. В качестве примера можно привести процедуру информирования клиента о состоянии его заказа в режиме реального времени. Передача подобного функционала машине снижает стоимость

выполнения конкретной задачи, параллельно существенно повышая эффективность общего процесса.

Вторым направлением применения искусственного интеллекта для решения бизнес-задач является обработка массивов структурированных данных, накопленных в корпоративных информационных системах, с целью выявления скрытых закономерностей и их интерпретации для формирования актуальной стратегии действий. Когнитивный анализ, опирающийся на технологии машинного обучения, – самая старая форма искусственного интеллекта, история применения которой насчитывает несколько десятилетий. В процессе развития данная технология претерпела существенные качественные изменения, что отразилось в расширении сферы ее применения и возросшем уровне автоматизации. Она является единственным эффективным инструментом для решения задачи прогнозирования значений параметров, зависящих от множества факторов, представленных в виде огромного массива слабо структурированных данных.

Третий вариант использования технологии искусственного интеллекта – когнитивная вовлеченность – наименее распространенный. Инструменты данного типа предназначены для предоставления клиентам и сотрудникам персонализированной информации о деятельности компании, причем в последние годы в связи с технологическим прогрессом можно говорить о когнитивной вовлеченности как об информационной услуге.

Основным стимулом для внедрения данной технологии является потребность в обработке возросшего числа запросов со стороны клиентов и сотрудников компании без привлечения дополнительного персонала. Обычно этот процесс имеет четко выраженную специализацию – в зоне ответственности сотрудников службы поддержки остаются разрешение конфликтных ситуаций и сложные проблемы, не имеющие однозначного ответа, в то время как боты занимаются стандартными, а значит, гораздо более многочисленными вопросами.

Внедрению технологий ИИ должен предшествовать комплексный анализ бизнеса с целью определения наиболее перспективных мест для применения умных технологий. Разумным представляется начать с процессов, связанных с обработкой данных. В последнее время все чаще возникает ситуация, когда, обладая доста-

точным количеством первичной информации о клиентах и их транзакциях, компания не справляется ни с их обработкой, ни с донесением результатов расчетов до всех заинтересованных лиц. Причинами этого могут являться недостаток соответствующих компетенций, технические сложности или нехватка средств на реализацию подобных проектов. Вне зависимости от того, что именно служит источником проблем, компания лишается возможности осуществлять адекватное стратегическое планирование.

Применение технологий искусственного интеллекта для решения относительно простых задач на среднем уровне управления порождает проблему масштабирования. Специалисты по ИИ должны работать вместе с бизнес-архитекторами, поскольку успешное локальное применение какого-либо инструмента не означает, что этот опыт может с той же эффективностью быть распространен на деятельность всей компании. Специфика рассматриваемой технологии заключается в том, что в большинстве случаев наиболее эффективным вариантом ее использования будет интеграция с уже функционирующими процессами и информационными системами. Физическую возможность последнего необходимо учитывать при планировании проектов автоматизации.

Отдельного внимания заслуживает анализ влияния искусственного интеллекта на эффективность работы компании. Положительное воздействие может реализовываться по двум направлениям: рост производительности труда при неизменной численности персонала и сохранение текущей результативности при сокращении штатов. Выбор конкретного варианта зависит от характеристик рассматриваемой компании и специфики рынка, на котором она работает. Вне зависимости от выбранной альтернативы общей рекомендацией является поступательный характер производимых изменений. Первый вариант предполагает возвращение задач, которые были переданы на аутсорсинг, и плавное увеличение портфеля заказов. Реализацию плана по уменьшению численности персонала разумно ориентировать на естественное сокращение числа сотрудников за счет увольняющихся и выходящих на пенсию.

Наиболее эффективной стратегией при переходе к использованию искусственного интеллекта является реализация не одного глобального, но целой серии небольших проектов,

которые в совокупности изменят как внутренние процессы компании, так и формат ее взаимодействия с клиентами. Подобный подход позволяет растянуть во времени необходимые инвестиции, дает возможность сотрудникам адаптироваться к новым условиям работы, IT-специалистам – преодолеть неизбежные технические сложности, не создавая проблем для основного бизнес-процесса, что в итоге существенно сокращает вероятность глобальной неудачи.

Решающим фактором, определяющим вероятность успеха новой технологии, является качество управления данным процессом. Еще до начала реализации проекта должно быть достигнуто четкое понимание, где именно будут внедрены элементы ИИ, какие задачи должны решаться с их помощью, кто будет отвечать за поддержку функционирования и контролировать их работу. Сотрудник, курирующий реализацию подобного проекта, должен быть в состоянии сформулировать его общую цель, что требует сочетания знания всех бизнес-процессов конкретной компании с навыками использования цифровой аналитики. Нужно отметить, что важнейшее значение приобретает как позиция подобного человека в иерархии управления, так и степень его понимания всех возможностей нового инструмента, в то время как решение технических вопросов может быть передано рядовым специалистам. Внедрение ИИ является классическим примером архитектурной трансформации бизнес-процессов компании, поэтому наиболее логичным представляется передача управления подобным проектом бизнес-архитектору. Только топ-менеджер обладает необходимыми полномочиями и ресурсами, чтобы довести проект подобного масштаба до успешного финала, в то время как все начинания, инициированные на уровне технических специалистов, скорее всего, будут обречены на неудачу.

Рейнжиниринг бизнес-процессов на основе ИИ

Наступающая эра искусственного интеллекта порождает новые вызовы и ставит перед руководителями бизнеса сложные вопросы, ответы на которые должны определить, какое место ИИ займет в организационной структуре и в структуре процессов компаний.

Перечислим основные возможности новой

технологии: идентификация объектов на визуальных изображениях, письменное и устное общение с человеком, анализ многомерных массивов данных любого объема и, наконец, самостоятельное исполнение структурированных, алгоритмизированных задач. Перечисленный функционал искусственного интеллекта подразумевает революционные изменения в подходе к ведению бизнеса, которые наступят уже достаточно скоро.

В настоящий момент технологии искусственного интеллекта отвечают за выполнение отдельных задач, тогда как функционирование общего бизнес-процесса по-прежнему остается в зоне ответственности человека.

На текущем уровне технологического развития ИИ играет роль помощника, поддерживая процессы исполнения конкретных задач, поэтому говорить о том, что его массовое внедрение приведет к немедленному изменению численности персонала, по меньшей мере преждевременно. Являясь ярким примером прорывной инновационной технологии, ИИ в ходе внедрения придется преодолеть серьезное сопротивление. Тем не менее на длительном временном интервале расширение зоны его влияния неизбежно изменит структуру и формат работы компаний.

Рост популярности идеи реинжиниринга бизнес-процессов неразрывно связан с технологическим прогрессом. Причиной интереса компаний к данной теме являлась потребность в росте производительности труда и повышении конкурентоспособности, но полноценное применение инструментария архитектуры предприятия стало возможно лишь после появления всемирной сети *Internet*, распространения информационных систем класса *ERP* и в итоге всеобщей цифровизации.

С высокой степенью уверенности можно предположить, что очередной этап технического прогресса, породивший искусственный интеллект, окажет радикальное воздействие на организацию рабочих процессов, но, как и во всех предыдущих случаях, одной технологии будет недостаточно: для полноценной интеграции нового инструмента потребуются комплексный реинжиниринг, в рамках которого искусственный интеллект будет использоваться для трансформации принципов работы компании. Для того чтобы новая технология принесла тот результат, который от нее ожидают, она должна опираться на отлаженные бизнес-процессы.

Компании, осваивающие искусственный интеллект, предпочитают автоматизировать существующие процессы, не занимаясь их радикальным изменением, что снижает трудоемкость проектов и риск неудачи. В то же время гораздо перспективнее выглядит полноценная трансформация общей архитектуры бизнес-процессов с учетом возможностей новой технологии и фокусом на будущем формате работы компании. Следует отметить, что классические принципы архитектуры предприятия, предполагающие взаимосвязанность и взаимозависимость всех элементов бизнеса, использование лучших практик и особый упор на механизмы управления организационными изменениями не теряют своей актуальности.

Ключевой особенностью данного этапа эволюции формата функционирования бизнес-процессов является необходимость четкого разделения зон ответственности между людьми и машинами, с учетом как экономических, так и социальных последствий принятых решений на длительном временном интервале. Разумным выглядит привлечение к решению этой задачи всех исполнителей, которые имеют отношение к конкретному рабочему процессу. Это позволит реализовать необходимые изменения в форме поступательного совершенствования работы компании вместо грубого слома существующих порядков.

Заключение

Следует констатировать, что большинство компаний, занимающихся внедрением элементов искусственного интеллекта, сейчас пребывают на ранних стадиях этого процесса, поэтому для них на первом месте находятся вопросы технического характера, связанные с особенностями конкретной технологии и недостаточным опытом ее применения. В то же время история интеграции в бизнес-процессы предыдущих информационных технологий показывает, что очень скоро они будут вынуждены решать вопросы управления изменениями. Любая прорывная технология, нацеленная на рост эффективности бизнеса, неизбежно ведет к трансформации рабочего процесса.

Технологии, в основе которых находится искусственный интеллект, могут преобразить бизнес-процессы, поэтому попытка их игнорировать увеличивает риски компании в долгосрочной перспективе. При этом необходимо

помнить, что речь идет о технологии, которая находится на стадии становления, что повышает вероятность неудачи масштабных проектов в рассматриваемой области. В текущий момент разумнее искать возможности для применения моделей и алгоритмов ИИ на уровне локальных

проектов, учитывая, что основные проблемы заключаются в интеграции нового инструментария с существующими информационными системами, работающими бизнес-процессами и организационной культурой, завязанной на конкретных исполнителях.

Список литературы

1. Городнова, Н.В. Применение искусственного интеллекта в бизнес-сфере: современное состояние и перспективы / Н.В. Городнова // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – Т. 11. – № 4. – С. 1472–1492.
2. Bharadiya, Jasmin. Rise of Artificial Intelligence in Business and Industry / Jasmin Bharadiya, Thomas Reji, Ahmed Farhan // Journal of Engineering Research and Reports. – 2023. – No. 25. – P. 100807.
3. Butner, Karen. How the human-machine interchange will transform business operations / Karen Butner, Grace Ho // Strategy & Leadership. – 2019. – No. 47.
4. Furman, J. AI and the Economy / J. Furman, R. Seamans // Innovation Policy and the Economy. – 2019. – No. 19(1). – P. 161–191.
5. Gampfer, F. Past, Current and Future Trends in Enterprise Architecture – A View beyond the Horizon / F. Gampfer, A. Jürgens, M. Müller, R. Buchkremer // Computers in Industry. – 2018. – No. 100. – P. 70–84.
6. Haenlein, M. Artificial intelligence (AI) and management analytics / M. Haenlein, A. Kaplan, Chee-Wee Tan, Pengzhu Zhang // Journal of Management Analytics. – 2019. – No. 6. – P. 341–343.
7. Jha, M. Combining big data analytics with business process using reengineering / M. Jha, S. Jha, L. O'Brien, 2016. – P. 1–6.
8. Lagerström, R. Enterprise Architecture Management's Impact on Information Technology Success / R. Lagerström, T. Sommestad, M. Buschle, M. Ekstedt, 2011. – P. 1–10.
9. Soni, N. Impact of Artificial Intelligence on Businesses: from Research, Innovation, Market Deployment to Future Shifts in Business Models / N. Soni, E.K. Sharma, N. Singh, A. Kapoor // ArXiv, 2019.
10. Stecher, P. Enterprise architecture's effects on organizations' ability to adopt artificial intelligence – A resource-based perspective / P. Stecher, M. Pohl, K. Turowski // June 2020 Conference: 28th European Conference on Information Systems (ECIS), 2020.

References

1. Gorodnova, N.V. Primeneniye iskusstvennogo intellekta v biznes-sfere: sovremennoye sostoyaniye i perspektivy / N.V. Gorodnova // Voprosy innovatsionnoy ekonomiki. – 2021. – T. 11. – № 4. – S. 1472–1492.

© Е.В. Артеменко, 2024

УДК 330

С.Ю. ПРЕСНОВА

НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», г. Москва

ОБРАЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Ключевые слова: национальные проекты; образование; цифровая трансформация; цифровая экономика; цифровые технологии.

Аннотация. Цель исследования – проанализировать изменения в образовательной сфере, произошедшие в последние годы. Стремительный прогресс высоких технологий ведет к качественным изменениям во всех областях экономики. Важным фактором для полноценного вхождения государства в глобальную экономику является формирование информационного общества. Решение этой задачи невозможно без реконструкции сферы образования. В исследовании проведены статистический и сравнительный анализ основных показателей реализации федерального проекта «Цифровая образовательная среда» в рамках национального проекта «Образование». Проведенное исследование позволило определить, что успешное выполнение задач проекта является прогрессивным механизмом обновления образования в реалиях цифровой экономики.

Одним из наиболее важных направлений развития Российской Федерации как современного высокоразвитого государства является цифровая модернизация экономики страны. Построение новых экономических моделей, которые изменят многие сферы жизнедеятельности, потребует иного подхода к компетенции специалистов. Чтобы успевать за цифровизацией, требуется наличие новых навыков для специалистов любого профиля. Важным становится не только осознание производственных процессов, которые упрощаются с внедрением технологий, но и умение управлять, совершенствовать, повышать результативность. Образование не просто связано с экономикой – в значительной степени его развитие продиктовано ее состоянием. С другой стороны, повышая ценность и эффективность труда, оно становится основой

развития экономического и социального благосостояния.

Важным инструментом государственной поддержки является национальный проект «Образование». Он включает в себя несколько государственных программ, одной из которых является «Цифровая образовательная среда», направленная на обеспечение реализации цифровой трансформации системы образования.

По данным оперативного исполнения бюджета по расходам национальный проект «Образование» был исполнен на 92,7 % за 2023 г., в то же время федеральный проект «Цифровая образовательная среда» – на 98,3 % (рис. 1). При этом наблюдается равномерное кассовое исполнение утвержденных ассигнований по проекту в течение финансового года.

Одним из показателей проекта является доля общеобразовательных организаций, оснащенных в целях внедрения цифровой образовательной среды. В результате выполнения программы проекта должно быть создано 22 010 организаций. По данным Росстата можно наблюдать динамику реализации проекта по данному показателю.

Наблюдается значительный рост доли оснащенных общеобразовательных организаций (ОО) с 16,8 % июля 2021 г. до 27,48 % к декабрю 2021 г. А также с июля 2022 г. с 28,32 % до 37,03 % к концу 2022 г. (рис. 2). На конец 2023 г. доля составляет 44,65 % от общего количества (рис. 3).

На конец 2022 г. этот показатель составляет 37,48 % от общего числа – 10 981 организаций, а в декабре 2023 г. – 44,65 % от общего числа – 17 364 общеобразовательных организаций (рис. 4). То есть по показателю «Доля общеобразовательных организаций, оснащенных в целях внедрения цифровой образовательной среды», который должен составлять 22 010 организаций, на конец 2023 г. проект реализован на 79 %.

Стандарт оснащения общеобразователь-

период	Национальный проект "Образование"			Федеральный проект "Цифровая образовательная среда"		
	утверждены бюджетные ассигнования, млн руб.	исполнено, млн руб.	% исполнения	утверждены бюджетные ассигнования, млн руб.	исполнено, млн руб.	% исполнения
2022 год	272 103,80	260 509,50	95,7	19 981,70	19 937,18	99,8
1 кв. 2022г.	244 404,20	18 601,30	7,6	21 879,70	2 668,90	12,2
2 кв. 2022г.	241 943,30	73 862,50	30,5	20 566,40	9 501,10	46,2
3 кв. 2022г.	266 416,80	151 122,70	56,7	20 524,50	16 641,40	81,1
2023 год	298 793,81	277 025,74	92,7	19 256,54	18 937,99	98,3
1 кв. 2023г.	270 083,86	41 994,84	15,5	19 607,70	2 918,30	14,9

Рис. 1. Анализ исполнения бюджета проектов 2022–2023 гг.



Рис. 2. График изменения показателя оснащенности ОО 2021–2022 гг.

ных организаций в субъектах Российской Федерации, утвержденный Приказом Министерства просвещения РФ от 8 сентября 2021 г. № 634/925, определяет обеспечение не только возможности применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, но и доступность к обучающему процессу, равную для всех категорий учащихся. Информационная доступность образования снижает социальную напряженность, позволяя обучаться всем желающим, а также расширяет возможности для повышения уровня знаний и самоподготовки.

Другим не менее важным показателем является доля педагогических работников, использующих сервисы федеральной информационно-сервисной платформы. Рассчитывается

как доля педагогических работников, зарегистрированных во ФГИС «Моя школа», в общем числе педагогических работников в субъекте Российской Федерации. На декабрь 2023 г. этот показатель вырос на 81,3 % от общего количества педагогов школ, использующих сервисы федеральной информационной сервисной платформы (рис. 5).

Из графика по данным Росстата виден резкий рост показателя в сентябре 2022 г. с началом 2022–2023 учебного года. Это связано с внедрением системы «Моя школа», которая дает доступ к качественному образовательному контенту и цифровым образовательным сервисам на территории всей страны. К ней подключено, по данным системы, 38 759 школ, что составляет 99 % от общего количества – 38 890



Рис. 3. График изменения показателя оснащённости ОО 2022–2023 гг.

период	Число образовательных организаций, осуществляющих подготовку по основным программам общего образования (самостоятельные организации), всего ед.	Доля общеобразовательных организаций, оснащённых в целях внедрения цифровой образовательной среды, %	Число образовательных организаций, осуществляющих подготовку по основным программам общего образования, оснащённых в целях внедрения цифровой образовательной среды (самостоятельные организации), всего ед.
2022	39440	37,03	14604
2023	38890	44,65	17364

Рис. 4. Анализ доли оснащённых ОО в общем числе 2022–2023 гг.

общеобразовательных учреждений. Но в то же время доля образовательных организаций, использующих сервисы федеральной информационно-сервисной платформы цифровой образовательной среды при реализации основных общеобразовательных программ начального, общего, основного общего и среднего общего образования составила всего 32,33 % организаций, где не менее 50 % обучающихся и не менее 50 % педагогических работников используют сервисы (рис. 6). Наблюдается безусловно быстрый рост с сентября 2022 г. до декабря 2023 г. Из количества образовательных органи-

заций, оснащённых в целях внедрения цифровой образовательной среды (17 364 организации), активно используют сервисы – 72 %, но в то же время от количества организаций, подключённых к системе 38 759, всего 12 573 учреждения.

Федеральный проект «Цифровая образовательная среда» со сроком реализации 01.01.2019 – 31.12.2024 сравнительно молодой, но уже можно видеть высокие результаты по его исполнению. Наблюдается востребованность использования цифровых сервисов у контингента образовательных организаций. Например, по

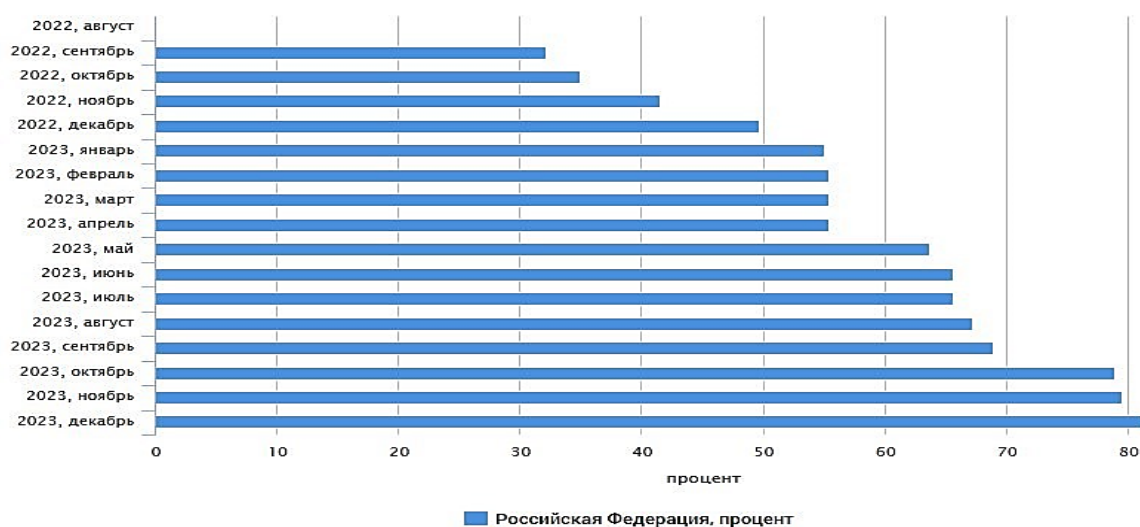


Рис. 5. Динамика показателя педагогов, использующих информационные ресурсы 2022–2023 гг.



Рис. 6. График изменения показателя ОО, подключенных к платформе 2022–2023 гг.

данным Министерства просвещения за первый месяц 2023–2024 учебного года зарегистрировано более миллиона обращений к Библиотеке цифрового образовательного контента. Цифровые сервисы не только помогают обучающимся

совершенствовать свои знания и навыки, но и снижают трудозатраты педагогов на подготовку материалов обучающих программ.

Достигнутые результаты и заинтересованность со стороны всех участников проекта

позволили разработать стратегию цифровой трансформации образования со сроком реализации до 2030 г., которая была утверждена Распоряжением Правительства РФ от 18 октября 2023 г. № 2 894-р. Стратегия направлена на преодоление вызовов, стоящих перед системой образования и достижение цифровой зрелости. Являясь катализатором прогрессивной экономики, образование должно отвечать современным тенденциям. Цифровая зрелость как основа обновленного образования должна соответствовать требованиям единого, качественно-

го, безопасного пространства; высокого уровня использования информационных технологий; быстрой адаптации к появлению новых инноваций. Для обучающихся реализация цифровой трансформации позволит повысить уровень знаний, выработать осознанное использование информационных технологий, для учителей – достичь высокой результативности обучения. Основным инструментом реализации цифровой трансформации является федеральный проект «Цифровая образовательная среда» в рамках национального проекта «Образование».

Список литературы

1. Приказ Минпросвещения России от 20.05.2021 № 262 (ред. от 06.07.2023) «Об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национального проекта «Образование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_392292.
2. Сведения об образовательных организациях, осуществляющих подготовку по основным программам общего образования ОО-1 за 2023 г. Информационный портал Министерства просвещения Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.edu.gov.ru/document/33c114a957c0310c22da298657ffefec>.
3. Показатели социально-экономического развития Российской Федерации, необходимые для мониторинга достижения показателей скорректированных национальных проектов (программ). Национальный проект «Образование» / Электронный ресурс ЕМИСС Государственная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.fedstat.ru/indicator>.
4. Годовой отчет о ходе реализации пилотной государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» за 2021 г. Информационный портал Министерства просвещения Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.edu.gov.ru/document/9076e2de91bf41a189f29a1009fdd1df/download/4625>.
5. Система «Моя школа» станет ядром будущей цифровой образовательной среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://edu.gov.ru/press/5284/sistema-moya-shkola-stanet-yadrom-budushey-cifrovoy-obrazovatelnoy-sredy>.
6. Единый портал бюджетной системы Российской Федерации. Электронный бюджет [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.budget.gov.ru/Бюджет/Расходы/Оперативное-исполнение-бюджета-по-расходам>.
7. Правительство Российской Федерации. Распоряжение от 18 октября 2023 г. № 2894-р. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310270020?ysclid=lsrh42odju486825651>.

References

1. Prikaz Minprosveshcheniya Rossii ot 20.05.2021 № 262 (red. ot 06.07.2023) «Ob utverzhdenii metodik rascheta pokazateley federal'nykh proyektov natsional'nogo proyekta «Obrazovaniye» [Electronic resource]. – Access mode : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_392292.
2. Svedeniya ob obrazovatel'nykh organizatsiyakh, osushchestvlyayushchikh podgotovku po osnovnym programmam obshchego obrazovaniya OO-1 za 2023 g. Informatsionnyy portal Ministerstva prosveshcheniya Rossiyskoy Federatsii [Electronic resource]. – Access mode : <https://docs.edu.gov.ru/document/33c114a957c0310c22da298657ffefec>.
3. Pokazateli sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii, neobkhodimyye dlya monitoringa dostizheniya pokazateley skorректиrovannykh natsional'nykh proyektov (programm). Natsional'nyy projekt «Obrazovaniye» / Elektronnyy resurs YEMISS Gosudarstvennaya statistika

[Electronic resource]. – Access mode : <https://www.fedstat.ru/indicator>.

4. Godovoy otchet o khode realizatsii pilotnoy gosudarstvennoy programmy Rossiyskoy Federatsii «Razvitiye obrazovaniya» za 2021 g. Informatsionnyy portal Ministerstva prosveshcheniya Rossiyskoy Federatsii [Electronic resource]. – Access mode : <https://docs.edu.gov.ru/document/9076e2de91bf41a189f29a1009fdd1df/download/4625>.

5. Sistema «Moya shkola» stanet yadrom budushchey tsifrovoy obrazovatel'noy sredy [Electronic resource]. – Access mode : <https://edu.gov.ru/press/5284/sistema-moya-shkola-stanet-yadrom-buduschey-tsifrovoy-obrazovatelnoy-sredy>.

6. Yedinyy portal byudzhetoynoy sistemy Rossiyskoy Federatsii. Elektronnyy byudzheth [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.budget.gov.ru/Byudzheth/Raskhody/Operativnoye-ispolneniye-byudzheta-po-raskhodam>.

7. Pravitel'stvo Rossiyskoy Federatsii. Rasporyazheniye ot 18 oktyabrya 2023 g. № 2894-r. [Electronic resource]. – Access mode : <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310270020?ysclid=lsrh42odju486825651>.

© С.Ю. Преснова, 2024

УДК 001.82:005.334

Д.А. ПАШКОВСКИЙ

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

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РЫНОЧНОГО РИСКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ВЕРТИКАЛЬНО ИНТЕГРИРОВАННЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЯХ

Ключевые слова: количественная оценка; нефтегазовые компании; отчеты о рисках; рыночный риск; управление рисками.

Аннотация. Цель исследования – это анализ опыта применения подходов в вертикально интегрированных нефтегазовых компаниях (далее – Компании) к управлению рыночными рисками, основанных на количественной оценке рыночных рисков и связи с подходами в области управления качеством. В ходе рассмотрения вопроса были решены следующие задачи: дано определение рыночного риска и определены его типы; описаны количественные инструменты оценки; представлено общее описание основных шагов по управлению рыночными рисками. Гипотезой исследования является возможность применения количественных оценок рыночных рисков для целей управления рисками в нефтегазовых компаниях. Методы исследования: системный подход, обобщение, сравнительный анализ. Результат исследования состоит в разработке методологического подхода к управлению рыночными рисками, основанном на количественной оценке рыночных рисков, а также необходимости комплексного подхода с учетом принципов менеджмента качества.

Введение

Рыночный риск принято определять как «риск убытков балансовых и забалансовых портфелей, возникающий при изменениях рыночных цен». Данное определение было дано Базельским комитетом по банковскому надзору в 1996 г. Исходя из этого определения, про-

фессиональное сообщество в области управления рисками сформулировало для себя цель построения системы управления рыночными рисками – это оценка, мониторинг и контроль возможных финансовых потерь, возникающих при неблагоприятных изменениях цен на рынке. Рыночные риски являются значительными для нефтегазовых компаний. Обычно рыночные риски связаны с изменениями цен, объемов и иных факторов. Риск неблагоприятных колебаний цен, изменение спроса и предложения, а также геополитические события, имеющие нерыночный характер, оказывают влияние на устойчивость Компаний.

Существует несколько классификаций типов рыночного риска. Прежде всего обращает внимание валютный риск, который возникает у Компаний, держателей активов в иностранной валюте. При повышении валютного риска возрастают актуальность управления данным риском и необходимость принятия мер по его снижению. Вместе с тем Компании в области принятия мер достаточно жестко ограничены, поскольку валютный риск является риском с низкой управляемостью. Поскольку Компании являются международными и активно участвуют в расчетах, номинированных в иностранной валюте, то неизбежен валютный риск. Возникает необходимость обоснованного выбора функциональной валюты, в которой совершается наибольшее количество операций (расчеты, выручка, оплата труда, уплата налогов и т.д.).

В зависимости от функциональной валюты, используемой Компаниями, возникает зависимость от действий Центральных банков, являющихся эмитентами выбранной валюты. Компании не имеют возможности напрямую влиять на действия регуляторов.

Следует отметить, что, например, для Центрального банка Российской Федерации получение прибыли не является целью, поскольку он сконцентрирован на целях макроэкономической политики, поддержании стабильности цен. Вместе с тем в уставах Компаний всегда присутствует положение о главной цели деятельности – это получение прибыли. Поэтому Компании могут использовать инструменты по снижению валютного риска (например, хеджирование), но с учетом прогнозов финансовых регуляторов. В последнее время Компании выбирают подход постепенной диверсификации валют.

Валютный риск возникает в результате колебаний обменных курсов, которые могут влиять на выручку, затраты и прибыльность Компаний.

Товарный риск возникает у владельца товарной позиции. Изменение цен на сырьевые товары возникает из-за колебаний цен на углеводородные продукты, которые могут также влиять на производственные затраты Компаний и ценовые стратегии.

Процентный риск возникает из-за колебаний процентных ставок, которые могут влиять на стоимость заимствований Компаний, доходность инвестиций для инвесторов и кредиторов, а также на денежные потоки. Один из способов оценки процентного риска – это использование дюрации.

Рассмотрим основные шаги в области управления рыночным риском, связанные с количественной оценкой.

1. Формирование риск-аппетита

Первый шаг – это определение риск-аппетита, что включает определение уровня риска, на который Компании готовы пойти в ходе достижения стратегических целей. Этот шаг определяет весь дальнейший процесс управления рисками.

В ходе определения риск-аппетита Компании используют количественные инструменты (например, *VaR*, *CFaR*, *EaR*, *EBITDAaR* и другие). Эти инструменты позволяют Компаниям количественно оценить уровень риска, на который они готовы пойти, и соответствующим образом установить лимиты. Аналитические методы расчета количественных инструментов для рыночных рисков широко освещены в научной литературе [1–2].

2. Идентификация рисков

Вторым шагом является идентификация возможных рисков, с которыми встречаются Компании. Включает анализ рыночных и нерыночных тенденций, оценку влияния геополитических событий и выявление изменений в структуре спроса и предложения. Компании проводят макроэкономический анализ рыночной среды для понимания возможных рисков.

В ходе идентификации рисков компании могут использовать целый ряд инструментов, включая исследование рынка, сценарный анализ и стресс-тестирование. Сценарный анализ включает разработку сценариев и анализ влияния на финансовые показатели. Стресс-тестирование включает моделирование рыночных событий для проверки устойчивости стратегий управления рисками компании [3].

3. Оценка и измерение рыночных рисков

Третий шаг – это оценка и измерение потенциального влияния каждого риска на финансовые показатели Компании. Это предполагает использование количественных инструментов (например, *VaR*, *CFaR*, *EaR*, *EBITDAaR*), а также инструментов, таких как стресс-тестирование и сценарный анализ.

Для оценки и измерения рыночных рисков Компании разрабатывают комплексный профиль рисков, определяющий потенциальные риски, с которыми могут встретиться, а также их влияние на финансовые показатели. Компании также должны определить соответствующий уровень риска, на который готовы пойти, исходя из риск-аппетита и финансовых целей.

Использование количественных оценок и показателей риска имеет важное значение для эффективного управления рыночными рисками. Позволяет Компаниям измерять и контролировать подверженность рыночным рискам, выявлять уязвимости и предпринимать меры по снижению рисков.

4. Управление рыночными рисками

Четвертый шаг – это разработка и внедрение стратегий управления рисками, которые обычно включают разработку стратегий хеджирования, диверсификацию и корректировку профиля рисков Компании.

Компании разрабатывают ряд стратегий

управления рисками, которые соответствуют риск-аппетиту и финансовым целям. Стратегии хеджирования предполагают использование финансовых инструментов, в том числе производных (например, фьючерсы, опционы и другие). Диверсификация предполагает перераспределение активов Компании для снижения влияния отдельных рыночных рисков. Корректировка профиля рисков Компании предполагает изменение бизнес-модели или операционной стратегии.

Эффективная коммуникация и координация между подразделениями имеют важное значение для управления рыночными рисками. Бизнес-подразделения должны регулярно сообщать о существенных изменениях в рыночных условиях, влияющих на общую подверженность Компании рыночным рискам. Подразделение по управлению рисками обязано использовать сведения для корректировки стратегий управления рисками и обеспечения эффективного управления рыночными рисками.

5. Отчетность о рыночных рисках

Отчетность о результатах оценки и управления рыночными рисками перед высшим руководством имеет важное значение для обеспечения транспарентности принимаемых решений.

Отчеты о рыночных рисках включают обзор применявшейся стратегии управления, а также идентифицированных и оцененных рисков, а также мер, предпринятых для управления. Отчеты также содержат сведения о влиянии на финансовые показатели Компаний, включая подверженность влиянию изменения процентных ставок, валютного курса, цен и объемов на сырьевые товары.

Отчеты о рисках также содержат ключевые показатели эффективности (*KPI*) и метрики, позволяющие заинтересованным сторонам оценить эффективность методов управления рисками Компании.

Заключение

Управление рыночными рисками – это важный компонент корпоративного процесса управления рисками для нефтегазовых компаний. Процесс управления рыночным риском включает несколько этапов: установление риск-аппетита; идентификация рисков; оценка и измерение рыночных рисков; управление

рыночными рисками и отчетность о рыночных рисках.

Эффективное управление рыночными рисками требует комплексного подхода, интегрированного в стратегию Компаний. Компании могут не только снизить подверженность рыночному риску, но и создавать дополнительную акционерную стоимость для заинтересованных сторон, принимая обоснованные решения, основанные на оценке рисков и возможностей.

Управление рыночными рисками обычно – это скоординированная централизованная работа бизнеса и подразделений по управлению рисками и внутреннему контролю, построенная с учетом принципов менеджмента качества. Бизнес-подразделения являются владельцами соответствующих рисков и имеют обязанности по идентификации, оценке рисков и предоставлению необходимых данных руководству Компаний для принятия управленческих решений с учетом рисков.

С другой стороны, подразделение по управлению рисками отвечает за методологическую поддержку и общую координацию, в том числе по разработке соответствующих локально-нормативных актов в области управления рыночным риском. Также отвечают за обеспечение соблюдения бизнес-подразделениями политики и процедур Компаний в области управления рисками.

Для обеспечения и улучшения качества в области управления рыночными рисками необходима реализация программы контроля и улучшения качества, состоящая из текущих и периодических проверок, а также проведения периодической самооценки и привлечения независимых профессиональных экспертов для осуществления внешней оценки.

Компании обычно создают структуру управления рыночными рисками, в которой определены права и обязанности каждого участника. Особая роль отводится владельцам рисков и риск-координаторам.

Кроме того, Компании используют финансовые инструменты и информационные технологии, поддерживающие процесс управления рыночными рисками. Эти инструменты могут включать программное обеспечение для управления рисками, инструменты анализа данных и построения финансовых моделей, позволяющие автоматизировать и упорядочить процесс управления рисками.

В целом взаимодействие бизнес-подразде-

лений с подразделениями по управлению рисками в сочетании с использованием соответствующих инструментов и информационных технологий имеет важное значение для эффективного управления рыночными рисками в нефтегазовых компаниях.

Управление рисками Компании позволяет руководству эффективно реагировать на факторы неопределенности и связанные с ними риски и использовать возможности, увеличивая финансовую устойчивость, достигая стратегических целей.

Список литературы

1. Круи, М. Основы риск-менеджмента / М. Круи, Д. Галай, Р. Марк. – М. : Юрайт, 2011. – 390 с.
2. Энциклопедия финансового риск-менеджмента / Под ред. А.А. Лобанова и А.В. Чегунова. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2009. – 936 с.
3. ГОСТ Р 58771-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Технологии оценки риска [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=OTN&n=26920#08760197679999326>.

References

1. Krui, M. Osnovy risk-menedzhmenta / M. Krui, D. Galay, R. Mark. – M. : Yurayt, 2011. – 390 s.
2. Entsiklopediya finansovogo risk-menedzhmenta / Pod red. A.A. Lobanova i A.V. Chegunova. – M. : Al'pina Biznes Buks, 2009. – 936 s.
3. GOST R 58771-2019. Natsional'nyy standart Rossiyskoy Federatsii. Menedzhment riska. Tekhnologii otsenki riska [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=OTN&n=26920#08760197679999326>.

© Д.А. Пашковский, 2024

УДК 33

Л.А. САЙТБАГИНА

НГОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», г. Москва

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ РИСКАМИ ПРОЕКТА

Ключевые слова: методологические подходы; проект; риски; управление рисками.

Аннотация. В управлении проектом неизбежно возникновение рискованных ситуаций. Избранная методология позволяет изучить объект управления в целостной концептуальной форме и во взаимосвязях, минимизировать отрицательные последствия наступления рискованных событий. Цель работы состоит в теоретическом обосновании совокупности взаимосвязанных методологических подходов, позволяющих результативно управлять рисками проекта. Задачи исследования: 1) изучить состояние проблемы управления рисками проекта в организациях; 2) выявить и обосновать совокупность взаимосвязанных методологических подходов к управлению рисками проекта. Методами исследования являются: анализ, синтез, обобщение.

В качестве гипотезы выдвинуто предположение о необходимости использования совокупности взаимосвязанных методологических подходов к управлению рисками проекта (системного, ситуационного, сценарного), что обеспечит положительную динамику результативности управления, выражающуюся в гибком реагировании на происходящие изменения в условиях неопределенности и прогнозировании ситуации с высокой степенью достоверности. В качестве результата исследования представлено обоснование совокупности взаимосвязанных методологических подходов, обеспечивающих результативное управление рисками проекта.

В настоящее время методология управления проектами оправдывает себя на практике в различных сферах бизнеса. На стадиях создания бизнеса, дальнейшего его развития и расширения, на стадии спада требуется управление проектными рисками.

Актуальность проблемы управления про-

ектными рисками подтверждается многочисленными исследованиями последних лет [4–6; 8]. Проектный риск представляет собой сложное и многоаспектное явление, поддающееся прогнозу, оценке и управлению [4; 8]. Первоочередной задачей риск-менеджмента проекта является прогнозирование вероятных изменений в среде, которые обусловят изменения в проекте, приспособление бизнеса к изменяющимся условиям окружающей среды. Как показывает практика управления рисками, в проекте изменения возникают неизбежно. Крайне редко проект идет в соответствии с намеченным планом. Отчасти это может быть связано с ошибками в планировании и в большей степени с возникающими рисками во внешней и внутренней среде. По ходу выполнения проекта изменяется законодательство, возникают политические, социальные, технологические, финансовые, экономические риски [2; 4]. Обнаруживаются ошибки планирования, случайности в проектных решениях, изменяются методы работы, возникают непрогнозируемые риски. Меняются параметры самого проекта (цели и планы, сроки, объемы, поставки, финансирование и др.). Риски могут варьироваться от незначительных до глобальных. Следует отметить, что управление рисками не предполагает их полную ликвидацию. Управленческие решения могут иметь как положительные, так и отрицательные последствия, являясь сложным актом и предполагая заведомые потери, если это необходимо для достижения целей. Все это ведет к дополнительным издержкам, снижению качества выполненных работ, эффективности проекта в целом и требует системного применения риск-менеджмента на всех этапах проектирования.

Одной из основных задач любой организации/предприятия является заблаговременное предупреждение рискованных ситуаций [1].

Зачастую в организации/на предприятии управление рисками проекта ограничивает-

ся выработкой общей политики компенсации рискованных случаев, осуществляемой на низком или начальном уровне организации риск-менеджмента [8]. Так, уровень обеспечения риск-менеджмента может носить случайный характер или обеспечиваться на уровне отдельных лиц. Анализ, контроль и оценка риск-факторов не осуществляется, производится в исключительных случаях, либо однократно. Отчасти это можно объяснить тем, что организации пренебрегают методологией и структурированием риск-менеджмента.

Риск-менеджмент обладает динамичностью, гибкостью и многовариантностью. В зависимости от ситуации применяется тот или иной метод, обладающий неординарностью решений. Эффективность его функционирования находится в прямой зависимости от скорости реакции на изменение состояния объекта управления. Безусловно, теорией управления накоплен огромный методологический инструментарий, но, как показывает анализ практики управления, его применение не носит системного характера. Это требует не просто аналитического обобщения, а внутреннего согласования методологических подходов, новых взглядов на те или иные аспекты управления.

На наш взгляд, многовариантность управленческих решений предопределяет применение системного, ситуационного и сценарного подходов в управлении рисками проекта.

Системный подход определяет отношение к проекту в целом как к сложноорганизованной системе, находящейся под воздействием факторов внешней среды, обладающей многообразием обратных связей и взаимозависимостей. Изменения, произошедшие в одном элементе системы, неизменно приведут к косвенным или прямым изменениям в других ее элементах. Например, если сократить продолжительность проекта, то это неизменно окажет влияние на содержание/стоимость. Применение методологии системного подхода позволяет предопределить возможность прогнозировать ситуацию с высокой степенью достоверности [3; 4].

Методология системного подхода к управлению рисками проекта охватывает объекты, субъекты, процессы управления. В свою очередь, под объектами управления рассматриваются всевозможные риски на предпроектном этапе и возникающие в ходе реализации проекта. Субъекты управления (лицо, группа людей,

организация) системно и целенаправленно оказывают воздействие на объекты управления.

Ситуационный подход представлен различными ситуационными теориями и основан на положении о том, что эффективное управление возможно только с учетом конкретных обстоятельств (ситуаций), в которых в данный момент времени функционирует организация [6]. Ключевым моментом выступает конкретная управленческая ситуация, определяемая как реальный набор конкретных обстоятельств относительно сформулированной цели, оказывающих значительное влияние на предприятие в данное время. При этом результаты одних и тех же управленческих воздействий будут различными в разных ситуациях. Разрешить ситуацию означает найти оптимальное (наилучшее) решение в зависимости от целей организации.

Ситуационный подход тесно связан с системным подходом, поскольку все ситуационные процессы взаимосвязаны и взаимозависимы. Ситуационный подход реализует основополагающий принцип адаптивности, суть которого состоит в том, что все внутриорганизационное устройство – реакция на изменения во внешней и частично внутренней среде. Ситуационный подход позволяет реагировать адекватно и гибко на происходящие изменения. Характерно, что ситуационный подход в своем постепенном развитии затронул практически все основные научные школы управления, обозначившись в разных исследованиях, посвященных менеджменту (в том числе и риск-менеджменту), как система и ее элементы [6]. Системный и ситуационный подходы есть интеграция в систему управления всех эффективно взаимодействующих компонентов с учетом изменений. Таким образом, ситуационный подход расширил границы практики менеджмента в применении теории систем, обозначив внешние и внутренние предикторы, оказывающие влияние на организацию.

Сценарный подход позволяет обеспечить вариативность, гибкость, нелинейность процесса принятия управленческих решений в условиях динамично изменяющейся среды. Как отмечают исследователи, сценарии позволяют анализировать и прогнозировать нестандартные ситуации, а также определять условия возникновения благоприятного или неблагоприятного исхода ситуации [9; 10].

Основой сценарного подхода выступают системный подход и теория научного прогнози-

рования. Прогностика как теория прогнозирования – концепция, развивающаяся во взаимосвязи с теориями целеполагания, планирования, проектирования, управления. В условиях неопределенности необходимо рассматривать различные сценарии рискованных ситуаций. При этом приоритетными становятся три основных вопроса.

1. Как сформировать разумный перечень сценариев, подлежащих рассмотрению?

2. Как учесть взаимосвязи параметров проекта при установлении их значений для каждого из сценариев?

3. Как рассчитать ожидаемый эффект по значениям в каждом сценарии?

В реальной практике управления проектом эксперты сталкиваются со множеством проблемных вопросов, что связано с необходимостью описания всех прогнозируемых рисков и сценариев развития событий.

Выделенные методологические подходы (системный, ситуационный, сценарный) позволяют реагировать гибко на происходящие изменения в условиях неопределенности, прогнозировать ситуацию с высокой степенью достоверности.

Список литературы

1. Бадалова, А.Г. Регламентация процессов управления рисками в современном риск-менеджменте / А.Г. Бадалова, Н.Б. Тохунц // Вестник МГТУ «Станкин». – 2021. – № 1(56). – С. 118–124.
2. Байгулов, Р.М. Карта рисков – эффективный инструмент управления финансовыми рисками компании / Р.М. Байгулов, Л.К. Шаймарданова, Г.Г. Гриценко // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. – 2022. – № 3. – С. 78–82.
3. Бурдукова, Н.Ю. Система управления рисками: сравнительный анализ методов управления рисками организации / Н.Ю. Бурдукова // Modern Science. – 2022. – № 8. – С. 14–19.
4. Злобина, Н.В. Современные тенденции управления рисками: взаимосвязь между риском, стратегией и стоимостью компании / Н.В. Злобина, Г.Ю. Пешкова // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2018. – № 8(34). – С. 123–133.
5. Коломиец, Т.С. Анализ сценариев проектов и метод имитационного моделирования как методы определения проектных рисков / Т.С. Коломиец, О.О. Князева // Синергия знаний: современные тренды : Сборник научных трудов. Том Выпуск 2. – Омск : ООО «Издательский центр КАН», 2019. – С. 50–63.
6. Конев, К.А. Ситуационный подход к управлению рисками-возможностями при обеспечении качества / К.А. Конев // Методы менеджмента качества. – 2017. – № 1. – С. 22–28.
7. Коновалов, А.А. Факторы риска и методы управления риском организации / А.А. Коновалов // Ростовский научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 192–202.
8. Кретьева, А.С. Возможности риск-менеджмента для управления рисками в организациях / А.С. Кретьева // Вестник Национального Института Бизнеса. – 2022. – № 2(46). – С. 101–106.
9. Манцерева, Т.Ф. Возможные сценарии управления рисками промышленных предприятий / Т.Ф. Манцерева, Е.И. Тымуль // Экономическая наука сегодня. – 2016. – № 4. – С. 124–131.
10. Тупикина, П.С. Возможности применения сценариев в практике управления российскими компаниями / П.С. Тупикина // Новая наука: Стратегии и векторы развития. – 2016. – № 5-1(82). – С. 228–231.

References

1. Badalova, A.G. Reglamentatsiya protsessov upravleniya riskami v sovremennom risk-menedzhmente / A.G. Badalova, N.B. Tokhunts // Vestnik MGTU «Stankin». – 2021. – № 1(56). – S. 118–124.
2. Baygulov, R.M. Karta riskov – effektivnyy instrument upravleniya finansovymi riskami kompanii / R.M. Baygulov, L.K. Shaymardanova, G.G. Gritsenko // Vestnik Moskovskogo gumanitarno-ekonomicheskogo instituta. – 2022. – № 3. – S. 78–82.
3. Burdukova, N.YU. Sistema upravleniya riskami: sravnitel'nyy analiz metodov upravleniya riskami organizatsii / N.YU. Burdukova // Modern Science. – 2022. – № 8. – S. 14–19.

4. Zlobina, N.V. Sovremennyye tendentsii upravleniya riskami: vzaimosvyaz' mezhdru riskom, strategiyey i stoimost'yu kompanii / N.V. Zlobina, G.YU. Peshkova // Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya. – 2018. – № 8(34). – S. 123–133.
 5. Kolomiyets, T.S. Analiz stsenariyev proyektov i metod imitatsionnogo modelirovaniya kak metody opredeleniya projektnykh riskov / T.S. Kolomiyets, O.O. Knyazeva // Sinergiya znaniy: sovremennyye trendy : Sbornik nauchnykh trudov. Tom Vypusk 2. – Omsk : ООО «Izdatel'skiy tsentr KAN», 2019. – S. 50–63.
 6. Konev, K.A. Situatsionnyy podkhod k upravleniyu riskami-vozmozhnostyami pri obespechenii kachestva / K.A. Konev // Metody menedzhmenta kachestva. – 2017. – № 1. – S. 22–28.
 7. Konovalov, A.A. Faktory riska i metody upravleniya riskom organizatsii / A.A. Konovalov // Rostovskiy nauchnyy zhurnal. – 2017. – № 3. – S. 192–202.
 8. Kretova, A.S. Vozmozhnosti risk-menedzhmenta dlya upravleniya riskami v organizatsiyakh / A.S. Kretova // Vestnik Natsional'nogo Instituta Biznesa. – 2022. – № 2(46). – S. 101–106.
 9. Mantserova, T.F. Vozmozhnyye stsenarii upravleniya riskami promyshlennykh predpriyatiy / T.F. Mantserova, Ye.I. Tymul' // Ekonomicheskaya nauka segodnya. – 2016. – № 4. – S. 124–131.
 10. Tupikina, P.S. Vozmozhnosti primeneniya stsenariyev v praktike upravleniya rossiyskimi kompaniyami / P.S. Tupikina // Novaya nauka: Strategii i vektory razvitiya. – 2016. – № 5-1(82). – S. 228–231.
-

© Л.А. Сайтбагина, 2024

УДК 338.262

А.И. ХАИТОВА, Н.А. ГОНЧАРОВА, А.А. ОШКОРДИНА

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург

РОЛЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ В ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ключевые слова: государственная поддержка; доступность финансовых ресурсов; информационная поддержка; консультационная поддержка; образовательные программы; предпринимательская деятельность; специальные зоны развития; экономическое развитие.

Аннотация. Цель статьи – рассмотреть роль государственной поддержки в стимулировании предпринимательской деятельности и создании благоприятной среды для бизнеса. Задачи статьи: обсудить различные меры поддержки, включая предоставление финансовых ресурсов, консультационную и информационную поддержку, создание специальных зон развития и образовательные программы. Гипотеза исследования: авторы рассматривают генезис и взаимодействие ограничений и проблем в государственной поддержке предпринимательской деятельности. Методы исследования: качественный и количественный анализ инструментов, которые могут использоваться для поощрения предпринимательства. Результат исследования: на основании проведенного теоретического анализа сформулированы выводы об основных методах, способствующих государственной поддержке предпринимательской деятельности, которая является необходимой для стимулирования экономического роста и развития.

Государственная поддержка предпринимательской деятельности играет важную роль в стимулировании экономического развития и создании благоприятной среды для бизнеса. Она предоставляет предпринимателям необходимые ресурсы и инструменты для успешного ведения своего дела. В этой статье мы рассмотрим, почему государственная поддержка предпринимательства является важной и какие меры поддержки предоставляются предпринимателям.

Государственная поддержка предпринимательской деятельности включает в себя множество различных мер, направленных на облегчение трудностей, с которыми сталкиваются предприниматели. Одной из ключевых задач государственной поддержки является снижение барьеров для входа в бизнес и повышение доступности финансовых ресурсов для предпринимателей [3]. Для этого предоставляются гранты, субсидии и льготные кредиты на развитие бизнеса. Это позволяет предпринимателям получить капиталовложения для старта или расширения своего бизнеса.

Еще одной важной мерой государственной поддержки является обеспечение консультационной и информационной поддержки. Предприниматели могут получить консультации от профессионалов в области бизнеса, которые помогут им разработать эффективные стратегии развития и управления бизнесом [1]. Кроме того, они могут получить информацию о рынке, конкурентах и трендах, что помогает им принимать информированные бизнес-решения.

Государственная поддержка также включает в себя создание специальных зон развития, свободных экономических зон и промышленных парков. В таких местах предоставляются льготы и привилегии для предпринимателей, такие как налоговые скидки, освобождение от таможенных пошлин и легкость в ведении бизнеса. Это позволяет предпринимателям снизить свои издержки и привлечь инвестиции [2].

Более того, государственная поддержка предпринимательской деятельности охватывает и образовательные программы. Предпринимателям предоставляется возможность проходить обучение в области предпринимательства, финансов и управления [4]. Это помогает предпринимателям построить необходимые навыки и знания для эффективного ведения бизнеса.

Помимо описанных выше мер поддержки

предпринимательства, существуют и другие инструменты, которые государство может применять для поощрения бизнеса.

Один из таких инструментов – это упрощение административных процедур. Часто у предпринимателей возникают трудности из-за сложных и долгих процессов регистрации, получения разрешений и лицензий. Государство может упростить эти процедуры, сократив количество необходимых документов, снизив время их оформления и улучшив доступность онлайн-сервисов. Это позволит предпринимателям сосредоточиться на развитии своего бизнеса вместо траты времени на бюрократические формальности.

Еще одним способом поддержки предпринимательства является улучшение доступа к рынкам сбыта. Государство может содействовать установлению торговых связей и экспорту продукции, предоставляя информацию о потенциальных рынках и помогая предпринимателям с преодолением барьеров ввоза и вывоза товаров [5].

Однако государственная поддержка предпринимательской деятельности имеет свои ограничения и проблемы. Одна из проблем – это недостаточный доступ к поддержке для некоторых категорий предпринимателей, таких как женщины, молодые предприниматели и малые и средние предприятия. Другая проблема заключается в неэффективном использовании предоставляемых ресурсов и недостаточном контроле за их распределением.

Из-за недостатка знаний многие предприниматели не могут выстраивать грамотную политику развития, у них нет горизонта планирования. И как раз с этим связаны последующие вытекающие проблемы.

Для продвижения бизнеса нужен грамот-

ный маркетинг, который позволит продвигать услуги и получать хорошую прибыль, привлекать клиентов и удерживать действующих [6].

Важную роль в предпринимательской деятельности играет стратегическое планирование. Суть заключается в том, что нужно планировать хотя бы на пять лет вперед, ставить грамотные цели и действовать постепенно.

Следует больше времени уделять поиску новых клиентов и не забывать о качественной работе со старыми, вне зависимости от того, какая это сфера бизнеса: розничный магазин или компания, которая работает в сфере B2B. Не стоит забывать, что в погоне за новым клиентом можно потерять старого. Нужно развивать сервис, который позволит как привлекать новых клиентов, так и удерживать действующих.

Таким образом, государственная поддержка предпринимательской деятельности является необходимой для стимулирования экономического роста и развития. Она предоставляет предпринимателям финансовые и консультационные ресурсы, помогает создать благоприятную среду для бизнеса и способствует либерализации экономики. Однако необходимо улучшать доступность и эффективность государственной поддержки, чтобы она полноценно выполняла свои функции и способствовала росту бизнеса и экономики в целом.

Основными проблемами развития малого и среднего бизнеса в России по-прежнему являются низкая доступность финансовых ресурсов, административные барьеры и бюрократическое давление, несовершенство налогового законодательства, сложности с предоставлением земли и объектов недвижимости, недостаточная информационная поддержка, кадровый дефицит.

Список литературы

1. Гончарова, Н.А. Информация как основа принятия решений потребителями / Н.А. Гончарова, Н.В. Мерзлякова // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 7(121). – С. 88–90.
2. Гончарова, Н.А. Перспективы развития устойчивой энергетики России в рамках международного опыта / Н.А. Гончарова, О.Л. Соколова, Е.С. Заколюкина // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 9(135). – С. 90–92.
3. Государственная поддержка малого бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://glavkniga.ru/situations/k505724>.
4. Меры поддержки бизнеса в 2023 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mfppp.ru/news/fond/mery-podderzhki-biznesa-v-2023-godu>.
5. Программы поддержки малого и среднего бизнеса в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://domrfbank.ru/blog/programmy-podderzhki-malogo-i-srednego-biznesa-v-rossii>.

6. Пять проблем, с которыми сталкивается малый бизнес в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://journal.tinkoff.ru/5-problems-of-russian-small-businesses>.

References

1. Goncharova, N.A. Informatsiya kak osnova prinyatiya resheniy potrebitelyami / N.A. Goncharova, N.V. Merzlyakova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 7(121). – S. 88–90.
2. Goncharova, N.A. Perspektivy razvitiya ustoychivoy energetiki Rossii v ramkakh mezhdunarodnogo opyta / N.A. Goncharova, O.L. Sokolova, Ye.S. Zakolyukina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 9(135). – S. 90–92.
3. Gosudarstvennaya podderzhka malogo biznesa [Electronic resource]. – Access mode : <https://glavkniga.ru/situations/k505724>.
4. Mery podderzhki biznesa v 2023 godu [Electronic resource]. – Access mode : <https://mfppp.ru/news/fond/mery-podderzhki-biznesa-v-2023-godu>.
5. Programmy podderzhki malogo i srednego biznesa v Rossii [Electronic resource]. – Access mode : <https://domrfbank.ru/blog/programmy-podderzhki-malogo-i-srednego-biznesa-v-rossii>.
6. Pyat' problem, s kotorymi stalkivayetsya malyy biznes v Rossii [Electronic resource]. – Access mode : <https://journal.tinkoff.ru/5-problems-of-russian-small-businesses>.

© А.И. Хаитова, Н.А. Гончарова, А.А. Ошкордина, 2024

Abstracts and Keywords

V.Yu. Gorelik, A.V. Polonskii, A.V. Pochuev, I.V. Shankina

On Possibilities of Using Russian Software for Training Personnel in the Information Field

Keywords: operating systems; application software; software products; distribution; import substitution; information sphere; personnel training.

Abstract. The article discusses the possibilities of using domestic software for training students in higher education programs in the information field. Based on the generalization of data on the purpose and distinctive features of various software products available in the public domain, recommendations are given on their use for organizing student training in various special disciplines related to information technology and programming. The criteria for choosing domestic operating systems of the most famous Russian manufacturers for organizing a student workshop in various subject areas are proposed. The authors conclude that the competent use of domestic software products in the implementation of the policy of import substitution and import independence allows for high-quality training of engineering personnel in the information field.

A.V. Malikov, T.-A.A. Khaitov, V.A. Yurchak

Solving the Problem of Document Clustering Using Machine Learning Methods

Keywords: machine learning; clustering; document clustering; machine learning algorithms; clustering problems; data analysis.

Abstract. The purpose of the article is to consider a solution to the problem of document clustering using machine learning methods. The article describes the concept of clustering and its types. For this task is used, such a method unsupervised learning as K-means. The libraries used are given. The result of the study is the distribution of a set of documents into 3 thematic clusters.

K.S. Moiseeva, E.V. Artamonova, A.F. Ziangirov

Numerical Simulation of Heat Transfer inside the Shop

Keywords: air exchange; ventilation system; heating system; heat exchange; numerical modeling.

Abstract. This article discusses the possibility of using a CFD package to calculate heat transfer inside a workshop of an industrial building. A three-dimensional model of the workshop was built. Boundary conditions are specified. The simulation results showed that at a temperature of 50 °C the building is not provided with sufficient numbers and the minimum thresholds of permissible temperatures in the personnel work area have not been reached. At 70 °C supply air, the maximum permissible room temperature is almost reached.

E.V. Morozov, V.V. Stanovov

Multi-Objective Differential Evolution Algorithm for the Search of Loss Functions in Neural Networks

Keywords: neural networks; loss function; polynomial approximation; multi-objective optimization; differential evolution.

Abstract. In this study, an approach to automatic tuning of loss function coefficients is proposed, with loss function being implemented as a polynomial and optimized with multi-objective differential

evolution algorithm. The tuning of the coefficients in the loss function is performed in order to improve the recognition quality on the validation sample according to two criteria – accuracy and f-measure. The found loss function is additionally tested on a set of other architectures of convolutional neural networks. The purpose of this study is to explore a set of alternatives and build a Pareto front for the problem of tuning the coefficients of the polynomial approximation of a loss function in neural networks. In order to achieve this goal, the following tasks were set and completed: the multi-objective differential evolution algorithm with non-dominated sorting was designed and implemented, polynomial approximation of the loss function was implemented, and the experiments on the problems of image recognition were performed with different architectures.

K.V. Menaker, A.V. Orlov, V.V. Orlov, D.I. Pchelincev

String Data Similarity Metrics

Keywords: Jacquard coefficient; Tanimoto coefficient; Damerau algorithm; Levenshtein distance; single-character operations; intersection of sets; anagram.

Abstract. To combine information from the Internet according to various criteria: subject, author or some other, it is often necessary to compare textual data, which in different sources may differ in format or presentation and, as a result, having some degree of similarity, do not always completely coincide. The article analyzes metrics and describes individual algorithms that help determine the degree of similarity of text data in various sources for its subsequent ranking and integration into single chains. The use of these metrics or a combination of them can be useful in the development of search tools for various government services and commercial enterprises, as well as citizens in order to improve the efficiency of information search on open resources on the Internet.

O.A. Torshina, D.M. Dolgushin, N.A. Plugina, K.O. Svetus

Neural Network Solution of Categorization Problems

Keywords: mathematical modeling; neural network; numerical methods; TensorFlow; Keras; TF-IDF.

Abstract. The aim of the work is to solve the problem of automatic multicriteria categorization. Convolutional neural networks are used for this purpose. The research tasks are to consider the main methods of data preprocessing, to form a generalized set of multicriteria categories based on the initial data, to build a mathematical model, to develop an artificial neural network. Numerical methods are used in the work. As a result, the main advantages of the approach under study are described, the problem of categorization is solved and some methods for solving particular problems that arise in the development process are considered.

E.G. Tsarkova

On Application of Machine Learning in Processing Statistical Information of the Penal Enforcement System of the Russian Federation

Keywords: statistical reporting; data mining; machine learning; penal enforcement system of the Russian Federation.

Abstract. The purpose of the paper is to consider the prospects of using machine learning methods in the analysis of statistical information in the activities of the penal enforcement system of the Russian Federation. Artificial intelligence algorithms based on models trained on historical data are an effective tool for identifying patterns between phenomena, establishing trends, making forecasts and are a promising component of management decision support systems. Using the example of solving the problem of clustering regions by the level of crime in the field of information technology, an approbation of an analytical platform available for use that implements machine learning methods is carried out.

The Analysis of Cloud Infrastructure Security Systems Testing Tools

Keywords: cloud technologies; information security; security system testing; data transfer; Data Center; attack simulation.

Abstract. The purpose of the article is to analyze the tools for testing cloud infrastructure security systems. The object of the study is a cloud infrastructure perimeter protection system. The subject of research in this article was considered tools that allow you to perform the procedure for testing the security system of a cloud infrastructure. The task of this article was to perform an analysis of the testing tools for cloud infrastructure security systems. The method of analyzing literary sources on the research topic was used. The novelty of the study lies in the current analysis of cloud infrastructure security systems testing tools. The practical significance of the study is the study of the functionality of modern tools for testing cloud infrastructure security systems. It is noted that information today has a high level of value – it is an object that can be sold and bought. It is for this reason that ensuring its protection is one of the important tasks of any organization. At the same time, the use of data transmission resources and information exchange within the framework of information processing procedures requires more careful attention to the implementation of the security system. This applies to any system, including the cloud. Cloud services and resources today are widely popular, which especially makes it necessary to check the protection systems used and their periodic testing.

Wang Lihong

Research on Algorithms for Content Integration and Collaborative Filtering

Keywords: algorithm; filtering; recommended content; user.

Abstract. In order to effectively solve the problem of low user search efficiency in large-scale movie website databases, using only a unified recommendation algorithm is not enough. It is necessary to integrate the recommended content-based algorithm with an improved joint filtering algorithm, to use cosine similarity to calculate the similarity between users and movies, and to integrate the time factor into the calculation of user preferences and reduce the impact of popular movies on recommendation results, improving the joint filtering algorithm. Finally, the weighted merge based on content and improved joint filtering algorithm will be applied to the data test set, and the calculation will produce recommended results. The experimental results indicate that regardless of the size of the experimental dataset, the algorithm can achieve the best recommendation results.

P.V. Rubtsov

Hardware and Software Linearization of Hysteresis in the Control Loop of Magnetic Drive of Hydraulic Distributor

Keywords: control algorithm; hydraulic distributor; magnetic drive; mathematical model; mathematical modeling; electromagnetic hysteresis.

Abstract. The aim of the research is to study the possibility of leveling electromagnetic hysteresis in magnetic drives of hydraulic distributors by introducing magnetic induction feedback. In this paper, we solved the problems of selecting a suitable design for the study and preparing its mathematical model, as well as solved the problem of composing a control algorithm that includes magnetic induction feedback. The hypothesis of this study is the possibility of reducing the hysteresis of the hydraulic distributor system by means of hardware-software correction of the control signal. The methods of formalization and modeling were applied in solving the set tasks. The results of the work have shown that to reduce electromagnetic hysteresis in hydraulic distributors a control algorithm including magnetic induction feedback can be used.

Research on Machine Learning Methods Based on Genetic Programming and Symbolic Regression for Controlling Mobile Robots

Keywords: machine learning; robot motion control; neural networks; reinforcement learning; robotics.

Abstract. In recent decades, machine learning methods have become a key tool in the development and control of robots. One of the main machine learning methods used in robotics is neural networks. Neural networks can be used to process sensor data, such as video streams or LIDAR or infrared sensors, and analyze it to make decisions about the robot's movement. Deep neural networks can take the place of conventional algorithms to analyze the environment more precisely and determine the robot's best course of action. Reinforcement learning allows robots to learn from experience and feedback from the environment. The symbolic regression approach generates mathematical expressions for the control function, helping the robot avoid obstacles and optimally reach the goal.

Li Junnan, Liu Xiaojiao, A.T. Osyayev

Problems and Challenges of Sustainable Development of the Aircraft Industry

Keywords: problems; challenges; sustainable development; aerospace.

Abstract. The research objective is the analysis of problems and challenges facing the aerospace industry in the context of sustainable development. The tasks include identification of key sustainability issues in aerospace; assessment of current strategies and initiatives for sustainable development in aerospace; recommendations to enhance the sustainability of the aerospace industry. To achieve the research objectives, analysis of scientific literature, expert assessments, comparative analysis, and mathematical modeling methods will be used. It is hypothesized that possible that insufficient attention to sustainability issues in aerospace could lead to serious consequences for the industry in the future. As a result of the study it is expected that the research will identify key problems and challenges of sustainable development in aerospace, as well as propose specific recommendations for their resolution, thereby contributing to the development of a more sustainable and competitive industry.

R.V. Romanov, D.A. Volkov

Precision Two-Half-Period Rectifier with Unipolar Power Supply on Operational Amplifiers

Keywords: operational amplifier; precision rectifier; unipolar power supply; two-half-period rectifier.

Abstract. When developing an electronic device, the task of digitizing an analog signal from sensors or other devices often arises. The signal is pre-prepared, filtered and scaled by analog circuits based on passive and active electronic components. Digitization is performed using an ADC. When working with a bipolar signal, several processing options are possible. For example, in the case of using an ADC with a differential input, specialized chips are needed that set the common-mode offset voltage of the differential signal. In the case of an ADC with an unbalanced input, it will be necessary to convert the signal to a unipolar one using offset or rectification. Rectification may also be required to implement hardware protection against exceeding the amplitude of the controlled signal using a comparator and a logic circuit. The use of a unipolar power supply provides advantages in the simplicity of the circuit of the source itself and the device, where the circuits of precision rectifiers with unipolar power become relevant.

The aim of the research is to create a universal rectifier circuit that converts a signal into a unipolar one and is capable of working with any type of operational amplifiers. To do this, it is necessary to

perform a number of tasks: to analyze the input data and existing circuits of such rectifiers, select a software environment for modeling, to analyze the characteristics and features of various operational amplifiers.

The result of the study was the developed circuit of a precision rectifier, with increased accuracy and a large range of input voltages, compared with the standard one.

Yu.N. Voloshin, I.A. Nogerov

Analysis of the Divisibility of the Grain Mixture

Keywords: grain mixture; separation feature; flat sieve; inertial drive; sieve passage; factor experiment; Pareto diagram; regression equation; significant process factor.

Abstract. The issue of classification of grain mixtures on flat sieves has been studied. As part of the mathematical planning of the experiment, significant factors of the sieving process and their interaction for unloading and seeding sieves were determined. The regression equations of the screening process are constructed and the optimal values of the coefficients are determined. The distribution of the passing fraction along the length of the sieve is determined and analytical dependences of the distribution of the index of the passing fraction along the length of the sieve are obtained.

M.A. Nazarenko, S.A. Nazarov

A Method for Evaluating the Stages of the Life Cycle in the Design of Digital Products to Ensure Quality

Keywords: quality; life cycle; digital information technologies; unified information environment; R&D; quality management.

Abstract. The purpose of the study is to develop a set of quality management measures for each stage of the creation of the ground segment. To achieve the goal, it is necessary to solve the task of determining the main stages of creating a ground segment receiving target information from a spacecraft. The research methods include analysis, grouping, systematization, generalization, induction and deduction, forecasting. The research results are as follows: a method has been developed to assess the stages of the life cycle in the design of digital products in order to ensure quality.

A.H. Морозова, М.А. Мукутадзе

Экономико-математическое прогнозирование движения смазочного материала в рабочем зазоре радиального подшипника скольжения

Ключевые слова: гидродинамика; математические модели; радиальный подшипник; экономический эффект.

Аннотация. В современных экономических условиях экономико-математическое моделирование работы трибоузлов и ее прогнозирование при применении на поверхности подшипниковой втулки различных антифрикционных композиционных полимерных покрытий, содержащих осевую канавку для образования гидродинамического клина с учетом реологических свойств применяемых смазочных материалов, является стратегически значимой задачей для обеспечения экономической эффективности поддержания должного уровня готовности высокотехнологичной продукции длительных периодов эксплуатации.

Предметом и целью исследования является разработка математической модели радиального подшипника скольжения с полимерным покрытием опорной поверхности подшипниковой втулки, содержащей осевую канавку, для прогнозирования экономического эффекта.

Ключевую роль здесь играет методика аналитического прогнозирования, определяющего механизм трения и условия его перехода от граничного к жидкостному.

С помощью уравнения движения смазочного материала и уравнения неразрывности получены

новые математические модели, учитывающие конструктивные особенности поверхности подшипниковой втулки – полимерное покрытие, ширину канавки.

Выполнен расчет экономической эффективности чистого дисконтированного дохода от внедрения новых математических моделей для инженерных расчетов, позволяющих прогнозировать эффективность, надежность и продолжительность гидродинамического режима смазывания, а также определить основные триботехнические параметры. Чистый дисконтированный доход по результатам теоретического и экспериментального исследования оценивается в размере 0,32 млн рублей в год.

Результаты теоретического численного анализа полученных математических моделей и экспериментального исследования могут быть использованы в машиностроении, авиастроении, приборостроении и т.д., где требуется обеспечение гидродинамического режима смазывания.

Радиальный подшипник со специальным профилем опорной поверхности, имеющим антифрикционное полимерное покрытие с осевой канавкой по сравнению со стандартной поверхностью, показал повышение нагрузочной способности на 16–21 %, снижение коэффициента трения на 18–22 % и увеличение продолжительности гидродинамического режима смазывания на 25 %.

Yu.V. Kosolapov, E.A. Kostromina, A.Al. Sivova

Features of the Functioning of Collective Funds Placement in the Foreign Prison Tourism Market

Keywords: tourism; prisoners; penitentiary institutions.

Abstract. This article attempts to explore the transformation of penitentiary institutions (prisons) into a successful tourism product dedicated to the legacy of detainees. To solve the tasks set, the experience of foreign countries on this issue is analyzed; it is proved that the history of places of detention and the biographies of prisoners have become symbols of the heritage of a particular state and objects of close attention of tourists. The methodological basis of this article is presented by the methods of scientific cognition: methods of the empirical level – description with fixation of information, observation, comparison, as well as the general scientific method – the method of analysis. The hypothesis of the study is based on the assumption that the development of a network of collective accommodation in former penitentiary institutions is facilitated by the desire of tourists to stay in a unique place. The results of the study come down to the fact that "prison tourism" can contribute to the construction of dominant narratives around the policy of punishment, which leave little room for critical analysis or challenge.

S.V. Revunov

Sustainability and Effectiveness of Socio-Ecological-Economic Development of the Rostov Region in the Context of Transition to Rational Production and Consumption Models

Keywords: circular economy; recycling; regional economy; sustainable development of the region; resource conservation; rational production models; rational consumption models.

Abstract. The purpose of the study is to analyze the sustainability and efficiency of the socio-ecological and economic development of the region in the paradigm of transition to resource-saving production and consumption strategies. The scientific novelty lies in clarifying the regional aspect of the strategy for rational resource consumption as part of the implementation of a circular economy at the mesoeconomic level. In the course of writing the study, the following tasks were completed: the main factors determining the national aspect of the need to transition to a circular economic model were verified, the dynamics of the volume of resource consumption by the population of the Rostov region were identified, the priority directions of interaction between society and nature in the paradigm of sustainable socio-ecological and economic development at the mesoeconomic level were clarified. Methodological basis consists of analysis, synthesis, grouping, and comparison. The results are as

follows: the sustainability of the socio-ecological-economic development of the Rostov region is determined by the following factors – the introduction of resource-saving technologies in industry and everyday life, equipping with individual metering devices for resource consumption, and the development of environmental culture.

A.E. Ushakov

Economic Assessment of Implementing Protective Forest Strips in the Southern Federal District

Keywords: forest strips; crop yield; economic value; sustainable agriculture.

Abstract. This research focuses on the economic evaluation of forest strips in agriculture in the Southern Federal District of the Russian Federation. The study aims to address the crucial task of determining the impact of forest strips on crop yield, soil erosion control costs, and the payback period for their implementation. The research methods include quantitative analysis of data on crop yields, costs, and soil erosion. Data were collected from scientific materials of foreign and domestic scholars to determine the economic value of implementing protective forest strips. The research results indicate that, although in the initial years, the costs of creating and maintaining forest strips may exceed the profit from increased crop yields, in the long term, the economic value of forest strips increases. This underscores the importance of long-term planning and investment in sustainable land management practices. On average, the implementation of forest strips leads to a 15–45 % increase in crop yield, resulting in a 20–50 % increase in income for agricultural producers. In conclusion, these findings can be used to develop policies and strategies aimed at encouraging or subsidizing entrepreneurs involved in creating and maintaining protective forest strips in agriculture. Additionally, this study highlights the need for further methods of analysis and assessment of effectiveness, especially in different regions.

E.S. Artemenko

Artificial Intelligence in the Architecture of Business Processes

Keywords: enterprise architecture; business architect; artificial intelligence; corporate information system; machine learning; business process reengineering; digital analytics.

Abstract. As a research task, the author identified an attempt to determine the place that artificial intelligence will occupy in the formation and functioning of business processes. To achieve this purpose, it is necessary to complete the following tasks: consider the main types of artificial intelligence technologies and the directions of their use for automating work processes; assess the prospects for using artificial intelligence in business process architecture; analyze the role of enterprise architecture tools when introducing new technology. The main hypothesis is that it is inappropriate to introduce artificial intelligence without comprehensive reengineering of business processes, within the framework of which it will be used to transform the principles of the company under the leadership of a business architect. The research tools were empirical methods (description, classification, analogy, abstraction and generalization), theoretical methods (analysis, synthesis, induction and deduction), as well as elements of economic analysis. The main results of the study are systematization of potential problems that need to be considered when introducing artificial intelligence, including those related to the work format of human employees; identification of the place that the new technology will occupy in the overall architecture of business processes and the opportunities that the introduction of artificial intelligence gives the company.

S.Yu. Presnova

Education in the Digital Economy

Keywords: digital economy; education; digital transformation; digital technologies; national projects.

Abstract. The purpose of the study is to analyze the changes in the educational sphere that have occurred in recent years. The rapid progress of high technologies leads to qualitative changes in all areas of the economy. An important factor for the full-fledged entry of the state into the global economy is the formation of an information society. The solution to this problem is impossible without the reconstruction of the education sector. The study provides a statistical and comparative analysis of the main indicators of the implementation of the federal project "Digital Educational Environment" within the framework of the national project "Education". The conducted research allowed us to determine that the successful completion of the project tasks is a progressive mechanism for updating education in the realities of the digital economy.

D.A. Pashkovsky

Quantitative Assessment of Market Risks and Quality Management in Vertically Integrated Oil and Gas Companies

Keywords: market risk; quantitative assessment; risk management; oil and gas companies; risk reports.

Abstract. The purpose of the study was to analyze the experience of applying approaches to market risk management based on a quantitative assessment of market risks. To achieve the goal, the following tasks were set and completed: a definition of market risk was given and its types were determined; quantitative assessment tools are described; provides a general description of the main steps to manage market risks. The research hypothesis is the possibility of using quantitative assessments of market risks for risk management purposes in oil and gas companies. The research methods included a systematic approach, generalization, and a comparative analysis. The result of the study is the development of a methodological approach to market risk management, based on a quantitative assessment of market risks, as well as the need for an integrated approach taking into account the principles of quality management.

L.A. Saytbagina

Methodological Approaches to Project Risk Management

Keywords: methodological approaches; project; risks; risk management.

Abstract. Risk situations inevitably arise in project management. The chosen methodology allows us to study management object in integral conceptual form and in its correlations, as well as to minimize negative consequences of the accrual of risk events. The purpose of the work is to theoretically substantiate a set of interrelated methodological approaches that make it possible to effectively manage project risks. The research objectives are to study the status of the problem of project risk management in organizations; to identify and substantiate a set of interrelated methodological approaches to project risk management. The research methods are analysis, synthesis and generalization. As a hypothesis, assumption has been made about necessity to use a set of interrelated methodological approaches to project risk management (systemic, situational and scenario). It will ensure positive dynamics of management effectiveness, expressed in flexible response to ongoing changes in conditions of uncertainty and forecasting situation with high confidence. As a result of the study, a substantiation of a set of interrelated methodological approaches that ensure effective project risk management is presented.

A.I. Khaitova, N.A. Goncharova, A.A. Oshkordina

The Role of Government Support in Entrepreneurship Activities

Keywords: government support; entrepreneurial activity; economic development; availability of financial resources; consulting support; information support; special development zones; educational programs.

Abstract. The purpose of the article is to consider the role of government support in stimulating

entrepreneurial activity and creating a favorable environment for business. The objectives of the article are to discuss various support measures, including the provision of financial resources, advisory and information support, the creation of special development zones and educational programs. The research hypothesis is as follows: the authors consider the genesis and interaction of restrictions and problems in government support for entrepreneurial activity. The research methods are qualitative and quantitative analysis of tools that can be used to encourage entrepreneurship. Based on the theoretical analysis, conclusions were formulated about the main methods that promote state support for entrepreneurial activity, which is necessary to stimulate economic growth and development.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ List of Authors

В.Ю. ГОРЕЛИК доктор технических наук, профессор кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: gorelik@rgotups.ru	V.YU. GORELIK Doctor of Engineering, Professor, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport, Moscow E-mail: gorelik@rgotups.ru
А.В. ПОЛОНСКИЙ старший преподаватель кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: polonskavp@yandex.ru	A.V. POLONSKY Senior Lecturer, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport, Moscow E-mail: polonskavp@yandex.ru
А.В. ПОЧУЕВ заведующий кабинетом компьютерных технологий кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: etozelehaa@mail.ru	A.V. POCHUEV Head of Computer Technology, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport, Moscow E-mail: etozelehaa@mail.ru
И.В. ШАНКИНА учитель школы № 1554, г. Москва E-mail: ish22@yandex.ru	I.V. SHANKINA Teacher, School No. 1554, Moscow E-mail: ish22@yandex.ru
А.В. МАЛИКОВ магистрант Российского нового университета, г. Москва E-mail: thrashor29@gmail.com	A.V. MALIKOV Master's Student, Russian New University, Moscow E-mail: thrashor29@gmail.com
Т.-А.А. ХАЙТОВ магистрант Российского нового университета, г. Москва E-mail: HaitovT@stud.rosnou.ru	T.-A.A. KHAITOV Master's student, Russian New University, Moscow E-mail: HaitovT@stud.rosnou.ru
В.А. ЮРЧАК аспирант Российского нового университета, г. Москва E-mail: YurchakVA@stud.rosnou.ru	V.A. YURCHAK Postgraduate Student, Russian New University, Moscow E-mail: YurchakVA@stud.rosnou.ru
Э.В. МОРОЗОВ магистрант Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: morozoveduardmsd@gmail.com	E.V. MOROZOV Master's Student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk E-mail: morozoveduardmsd@gmail.com

В.В. СТАНОВОВ кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: vladimirstanovov@yandex.ru	V.V. STANOVOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk E-mail: vladimirstanovov@yandex.ru
К.В. МЕНАКЕР кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Иркутск E-mail: menkot@mail.ru	K.V. MENAKER Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Electrical Supply, Irkutsk State University of Transport, Irkutsk E-mail: menkot@mail.ru
А.В. ОРЛОВ кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: summerman1978@gmail.com	A.V. ORLOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport, Moscow E-mail: summerman1978@gmail.com
В.В. ОРЛОВ директор направления безналичных решений Байкальского банка ПАО «Сбербанк», г. Иркутск E-mail: ooozee@mail.ru	V.V. ORLOV Director of non-cash solutions, Baikal Bank PJSC Sberbank, Irkutsk E-mail: ooozee@mail.ru
Д.И. ПЧЕЛИНЦЕВ техник программист, магистрант Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: d.p4elinczev@mail.ru	D.I. PCHELINTSEV Technical Programmer, Master's Student, Russian University of Transport, Moscow E-mail: d.p4elinczev@mail.ru
О.А. ТОРШИНА кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики Магнитогорского государственного технического университета имени Г.И. Носова, г. Магнитогорск E-mail: olganica@mail.ru	O.A. TORSHINA Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Applied Mathematics and Informatics, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk E-mail: olganica@mail.ru
Д.М. ДОЛГУШИН кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Магнитогорского государственного технического университета имени Г.И. Носова, г. Магнитогорск E-mail: denisdolgushin@mail.ru	D.M. DOLGUSHIN Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Physics, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk E-mail: denisdolgushin@mail.ru
Н.А. ПЛУГИНА кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики Магнитогорского государственного технического университета имени Г.И. Носова, г. Магнитогорск E-mail: natalia2209@ya.ru	N.A. PLUGINA Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor of the Department of Physics, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk E-mail: natalia2209@ya.ru

К.О. СВЕТУС ассистент кафедры прикладной математики и информатики Магнитогорского государственного технического университета имени Г.И. Носова, г. Магнитогорск E-mail: krisstyushac@mail.ru	K.O. SVETUS Assistant Lecturer, Department of Applied Mathematics and Informatics, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk E-mail: krisstyushak@mail.ru
Е.Г. ЦАРЬКОВА кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник НИЦ–1 Научно-исследовательского института Федеральной службы исполнения наказаний, г. Москва E-mail: university69@mail.ru	E.G. TSARKOVA Candidate of Science (Physics and Mathematics), Leading Researcher, Research Center 1, Research Institute of the Federal Penitentiary Service, Moscow E-mail: university69@mail.ru
В.М. БУРЫГИН аспирант Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций имени проф. М.А. Бонч-Бруевича; программист-разработчик ООО «ВК», г. Санкт-Петербург E-mail: slashburygin@gmail.com	V.M. BURYGIN Postgraduate Student, St. Petersburg State University of Telecommunications named after prof. M.A. Bonch-Bruevich; programmer-developer LLC "VK", St. Petersburg E-mail: slashburygin@gmail.com
ВАН ЛИХУН доцент Института информационных и вычислительных технологий Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай) E-mail: 116560629@qq.com	WANG LIHONG Associate Professor, Institute of Information and Computing Technology, Heihe University, Heihe (China) E-mail: 116560629@qq.com
П.А. РУБЦОВ магистрант Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: petya.rubtsoff@yandex.ru	P.A. RUBTSOV Master's Student, Bauman Moscow State Technical University (national research university), Moscow E-mail: petya.rubtsoff@yandex.ru
КАРРАР ЖАВУШ САХИБ НАССРУЛЛА аспирант Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва E-mail: almousawi_karrar@uokerbala.edu.iq	KARRAR SAHIB NASSRULLAH Postgraduate Student, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow E-mail: almousawi_karrar@uokerbala.edu.iq
ХАЙДЕР ЧАВУШ САХИБ НАСРАЛЛА аспирант Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва E-mail: hayder719@gmail.com	HAIDER SAHIB NASRALLAH Postgraduate Student, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow E-mail: hayder719@gmail.com
ФЛОРЕС МЕНДЕС НЕДЕР ХАИР аспирант Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва E-mail: nederjair@gmail.com	NEDER JAIR MENDEZ FLOREZ Postgraduate Student, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow E-mail: nederjair@gmail.com

ЛИ ЦЗЮНЬНАНЬ магистрант Московского авиационного института (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: 1842104841@qq.com	LI JUNNAN Master's Student, Moscow Aviation Institute (national research university), Moscow E-mail: 1842104841@qq.com
ЛЮ СЯОЦЗЯО студент Московского авиационного института (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: 1649111961@qq.com	LIU XIAOJIAO Student, Moscow Aviation Institute (national research university), Moscow E-mail: 1649111961@qq.com
А.Т. ОСЯЕВ доктор технических наук, профессор кафедры тягового подвижного состава Московского авиационного института (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: osyaev@mail.ru	A.T. OSYAEV Doctor of Engineering, Professor, Department of Traction Rolling Stock, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow E-mail: osyaev@mail.ru
Р.В. РОМАНОВ кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматического управления Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева; ведущий инженер АО «КРАСМАШ», г. Красноярск E-mail: hondacivicek@rambler.ru	R.V. ROMANOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Automatic Control Systems, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology; Leading engineer of JSC "KRASMASH", Krasnoyarsk E-mail: hondacivicek@rambler.ru
Д.А. ВОЛКОВ инженер-программист электронщик автоматизированных систем управления технологическими процессами ООО «НПЦ Магнитной гидродинамики», г. Красноярск E-mail: volkteh@yandex.ru	D.A. VOLKOV Software engineer, electronics engineer for automated process control systems, LLC "NPC Magnetic Hydrodynamics", Krasnoyarsk E-mail: volkteh@yandex.ru
Ю.Н. ВОЛОШИН кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и оборудования автоматизированного производства Кабардино-Балкарского государственного университета имени Х.М. Бербекова, г. Нальчик E-mail: til4949@mail.ru	YU.N. VOLOSHIN Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Technology and Equipment for Automated Production, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik E-mail: til4949@mail.ru
И.А. НОГЕРОВ старший преподаватель кафедры мехатроники и робототехники Кабардино-Балкарского государственного университета имени Х.М. Бербекова, г. Нальчик E-mail: nogerov ibragim@mail.ru	I.A. NOGEROV Senior Lecturer, Department of Mechatronics and Robotics, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik E-mail: nogerov ibragim@mail.ru

М.А. НАЗАРЕНКО кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой электроники МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: nazarenko@mirea.ru	M.A. NAZARENKO Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Head of Department of Electronics, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: nazarenko@mirea.ru
С.А. НАЗАРОВ аспирант МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: nazarov.s.a1@edu.mirea.ru	S.A. NAZAROV Postgraduate student, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: nazarov.s.a1@edu.mirea.ru
А.В. МОРОЗОВА кандидат экономических наук, доцент Ростовского государственного университета путей сообщения, г. Ростов E-mail: anyuta_morozova@mail.ru	A.V. MOROZOVA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Rostov State University of Transport, Rostov E-mail: anyuta_morozova@mail.ru
М.А. МУКУТАДЗЕ доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики Ростовского государственного университета путей сообщения, г. Ростов E-mail: anyuta_morozova@mail.ru	M.A. MUKUTADZE Doctor of Engineering, Professor, Head of Department of Higher Mathematics, Rostov State University of Transport, Rostov E-mail: anyuta_morozova@mail.ru
Ю.В. КОСОЛАПОВ кандидат химических наук, доцент кафедры таможенного права и организации таможенного дела Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: Pan_kosolapov@mail.ru	YU.V. KOSOLAPOV Candidate of Science (Chemistry), Associate Professor, Department of Customs Law and Organization of Customs Affairs, Russian University of Transport, Moscow E-mail: Pan_kosolapov@mail.ru
Е.А. КОСТРОМИНА кандидат филологических наук, доцент, заведующий кафедрой менеджмента и маркетинга филиала Московского университета имени С.Ю. Витте, г. Сергиев Посад E-mail: ea_kostromina@mail.ru	E.A. KOSTROMINA Candidate of Science (Philology), Associate Professor, Head of Department of Management and Marketing, Branch of Moscow Witte University, Sergiev Posad E-mail: ea_kostromina@mail.ru
А.А. СИВОВА кандидат филологических наук, начальник отдела Научно-исследовательского института Федеральной службы исполнения наказаний, г. Москва E-mail: sivovaanna@mail.ru	A.A. SIVOVA Candidate of Science (Philology), Head of Department, Research Institute of the Federal Penitentiary Service, Moscow E-mail: sivovaanna@mail.ru

С.В. РЕВУНОВ кандидат экономических наук, доцент кафедры экологических технологий природопользования Новочеркасского инженерно-мелиоративного института имени А.К. Кортунова – филиала Донского государственного аграрного университета, г. Новочеркасск E-mail: sergeirevunov25@gmail.com	S.V. REVUNOV Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Environmental Technologies of Nature Management, Novochoerkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K. Kortunov – Branch of Don State Agrarian University, Novochoerkassk E-mail: sergeirevunov25@gmail.com
А.Е. УШАКОВ кандидат технических наук, доцент кафедры машин природообустройства Новочеркасского инженерно-мелиоративного института имени А.К. Кортунова – филиала Донского государственного аграрного университета, г. Новочеркасск E-mail: sashka-ushakov@mail.ru	A.E. USHAKOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Environmental Engineering Machines, Novochoerkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K. Kortunov – Branch of Don State Agrarian University, Novochoerkassk E-mail: sashka-ushakov@mail.ru
Е.С. АРТЕМЕНКО кандидат экономических наук, старший преподаватель Высшей школы бизнес-инжиниринга Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: Evg_art@mail.ru	E.S. ARTEMENKO Candidate of Science (Economics), Senior Lecturer, Higher School of Business Engineering, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: Evg_art@mail.ru
С.Ю. ПРЕСНОВА аспирант Московского финансово-промышленного университета «Синергия», г. Москва E-mail: presnova-sveta@yandex.ru	S.YU. PRESNOVA Postgraduate Student, Moscow Financial and Industrial University "Synergy", Moscow E-mail: presnova-sveta@yandex.ru
Д.А. ПАШКОВСКИЙ кандидат экономических наук, докторант Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург E-mail: Tarasova.aa377@gmail.com	D.A. PASHKOVSKY Candidate of Science (Economics), Doctoral Student, St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg E-mail: Tarasova.aa377@gmail.com
Л.А. САЙТБАГИНА кандидат педагогических наук, доцент кафедры организационного менеджмента Московского финансово-промышленного университета «Синергия», г. Москва E-mail: lidia-la@yandex.ru	L.A. SAYTBAGINA Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Organizational Management, Moscow Financial and Industrial University "Synergy", Moscow E-mail: lidia-la@yandex.ru
А.И. ХАИТОВА ассистент кафедры финансов, денежного обращения и кредита Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург E-mail: ya.haitova@yandex.ru	A.I. KHAITOVA Assistant Lecturer, Department of Finance, Monetary Circulation and Credit, Ural State Economic University, Yekaterinburg E-mail: ya.haitova@yandex.ru

Н.А. ГОНЧАРОВА

кандидат исторических наук, доцент кафедры иностранных языков Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург

E-mail: nadin1325x@yandex.ru

N.A. GONCHAROVA

Candidate of Science (History), Associate Professor, Department of Foreign Languages, Ural State Economic University, Yekaterinburg

E-mail: nadin1325x@yandex.ru

А.А. ОШКОРДИНА

кандидат экономических наук, доцент кафедры туристического бизнеса и гостеприимства Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург

E-mail: al2111la@yandex.ru

A.A. OSHKORDINA

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Tourism Business and Hospitality, Ural State Economic University, Yekaterinburg

E-mail: al2111la@yandex.ru

НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ
SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS
№ 3(153) 2024
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Подписано в печать 23.03.2024 г.

Формат журнала 60×84/8

Усл. печ. л. 16,27. Уч.-изд. л. 8,91.

Тираж 1000 экз.