#### ISSN 2221-5182

Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

# «НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

# научн<mark>о-</mark>практический журнал

Nº 10(148) 2023

Главный редактор

Тарандо Е.Е.

Редакционная коллегия:

Воронкова Ольга Василь<mark>евна</mark> Атабекова Анастасия Ан<mark>ато</mark>льевна

Омар Ларук

**Левшина Виолетта Витальевна Малинина Татьяна Борисовна** 

Беднаржевский Сергей Станиславович

Надточий Игорь Олегович Снежко Вера Леонидовна

У Сунцзе

Ду Кунь

Тарандо Елена Евген<mark>ьевн</mark>а

Пухаренко Юрий Вл<mark>адим</mark>ирович

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

**– Техн**ология машиностроения

#### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

- Математическое моделирование

и численные методы

– Информационная безопасность

#### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:

- Финансы
- Мировая экономика

**Москва 2023** 

# «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

#### Е.В. Алексеевская

Редактор иностранного перевода

#### Н.А. Гунина

Инженер по компьютерному макетированию

#### Е.В. Алексеевская 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.

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

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

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

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

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

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

#### Содержание

#### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Математическое моделирование и численные методы

Вайте	кунене Е.Л., Пинчук И.А., Семенова Е.И. Имитационное моделирование как инстру-
мент п	оддержки принятия управленческих решений
Верен	цов Л.А., Бурмейстер М.В., Стаценко Д.В., Маленкова Е.А. Оценка эквивалентной
инерци	ии в ЭЭС со значительной долей ВИЭ11
Верен	цов Л.А., Бурмейстер М.В., Стаценко Д.В., Хоркина А.А. Создание имитационной
модели	и силового инвертора солнечной электростанции с учетом современных механизмов
интегр	ации ВИЭ
Гладко	ов А.А., Багаева А.П., Пинчук И.А. Анализ систем поддержки принятия решений в
управл	ении компанией
Горелі	ик А.В., Неваров П.А., Савченко П.В., Романов Н.В. Пути совершенствования
технич	веской эксплуатации систем железнодорожной автоматики на основе технологии
бенчма	аркинга
Крыш	ко К.А., Газизов А.М., Баширов М.Г., Мустафина Р.Р. Разработка генетического
алгори	тма для оптимизации модели оценки состояния катализатора
Пензи	н А.О. Генеративно-состязательные сети в области информационной
безопа	сности
Информаци	онная безопасность
Ковал	енко Т.А., Леутина А.Н. Правонарушения в сфере информационных технологий 38
Сквор	цов К.В., Искандарян А.Н., Люхтер А.Б. Человек в современной цифровой
реальн	ости
Ху Би	тай Использование искусственных нейронных сетей для создания интеллектуальной
инфор	мационной сети47
машиност	РОЕНИЕ

#### N

Роботы, мехатроника и робототехнические системы

Веренцов Л.А., Бурмейстер М.В., Стаценко Д.В., Маленкова Е.А. Методы регулирования

# НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

	частоты солнечными и ветряными электростанциями	3
	Жаров И.С. Расчет статической характеристики датчика максимального потока воздух	кa
	с плоским упругим чувствительным элементом	7
Тех	нология машиностроения	
	Александров И.А., Муранов А.Н., Шептунов С.А., Куклин В.Ж. Специфика проектиров	a-
	ния групповых прерывно-поточных линий	52
	Казанов М. Г., Дюльдин Н.Д. Энергоэффективность электропривода в условиях примен-	e-
	ния частотно-регулируемого привода и искусственного интеллекта	9
	Погребная И.А., Михайлова С.В. Повышение износостойкости деталей машин воздейство	И-
	ем магнитной обработкой	5
	Сунь Тяньюй Использование методов лазерной обработки для обработки микроотверсти	ій
	топливных форсунок	80
	<b>Чернова А.В.</b> Анализ методов молекулярной идентификации видов рыб	34
экс	ОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	
Фиі	нансы	
Фиі	нансы Гучетль Р.Г. Исследование современного состояния уровня качества жизни населения Там	л-
Фиі		
Фиі	Гучетль Р.Г. Исследование современного состояния уровня качества жизни населения Там	37
Фиі	Гучетль Р.Г. Исследование современного состояния уровня качества жизни населения Там бовской области	37 ия
Фиі	Гучетль Р.Г. Исследование современного состояния уровня качества жизни населения Там бовской области	37 1я 95
Фиі	Гучетль Р.Г. Исследование современного состояния уровня качества жизни населения Там бовской области	37 яя 95 98
Фи	Гучетль Р.Г. Исследование современного состояния уровня качества жизни населения Там бовской области	37 ия 95 98 ой
Фи	Гучетль Р.Г. Исследование современного состояния уровня качества жизни населения Там бовской области	37 ня 95 98 эй
Фиі	Гучетль Р.Г. Исследование современного состояния уровня качества жизни населения Там бовской области	37 ия 95 98 эй 94 га
	Гучетль Р.Г. Исследование современного состояния уровня качества жизни населения Там бовской области	37 ия 95 98 эй 94 га
	Гучетль Р.Г. Исследование современного состояния уровня качества жизни населения Там бовской области	37 ня 95 98 эй 94 га
	Гучетль Р.Г. Исследование современного состояния уровня качества жизни населения Там бовской области	37 ия 95 98 эй 94 га
	Гучетль Р.Г. Исследование современного состояния уровня качества жизни населения Там бовской области	37 1я 95 98 эй 94 га
	Гучетль Р.Г. Исследование современного состояния уровня качества жизни населения Там бовской области	37 ия 05 08 ой 04 га 07

# **Contents**

#### **INFORMATION TECHNOLOGY**

Mathematical	Modeling	and Num	nerical	Methods
maticilation	ITIO GOILLIS	alla Itali	iciicai	.,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

Vaitekunene E.L., Pinchuk I.A., Semenova E.I. Simulation Modeling as a Tool to Suppo
Management Decision Making
Verentsov L.A., Burmeister M.V., Statsenko D.V., Malenkova E.A. Assessment of Equivale
Inertia in an EPS with a Significant Share of RES
Verentsov L.A., Burmeister M.V., Statsenko D.V., Khorkina A.A. Creating a Simulation
Model of a Solar Power Plant Power Inverter with Modern Renewable Energy Integration
Mechanisms
Gladkov A.A., Bagaeva A.P., Pinchuk I.A. Analysis of Decision Support Systems in Compar Management
Gorelik A.V., Nevarov P.A., Savchenko P.V., Romanov N.V. Ways to Improve the Technic
Operation of Railway Automation Systems Based on Benchmarking Technology
Kryshko K.A., Gazizov A.M., Bashirov M.G., Mustafina R.R. Development of a Genet
Algorithm to Optimize a Model for Evaluation of the State of a Catalyst
Penzin A.O. Generative Adversary Networks in the Field of Information Security
Information Security
Kovalenko T.A., Leutina A.N. Information Technology Offences
Skvortsov K.V., Iskandaryan A.N., Lukhter A.B. Man in Modern Digital Reality
Hu Bitai Using Artificial Neural Networks to Create an Intelligent Information Network
MECHANICAL ENGINEERING
Robots, mechatronics and robotic systems
Verentsov L.A., Burmeister M.V., Statsenko D.V., Malenkova E.A. Methods of Frequence
Control by Solar and Wind Power Plants
Zharov I.S. Calculation of the Static Characteristics of the Maximum Air Flow Sensor with a Fl
Elastic Sensing Element
Engineering Technology
6

# НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Alexandrov I.A., Muranov A.N., Sheptunov S.A., Kuklin V.Zh. Specificity of Group Intermittent
Flow Lines Designing
Kazanov M.G., Dyuldin N.D. Energy Efficiency of an Electric Drive under Conditions of
Frequency Drive and Artificial Intelligence 69
Pogrebnaya I.A., Mikhailova S.V. Increasing the Wear Resistance of Machine Parts by Magnetic
Treatment
Sun Tianyu Using Laser Processing Methods to Process Micro-Holes of Fuel Injectors
Chernova A.V. Analysis of Methods of Molecular Identification of Fish Species
ECONOMIC SCIENCES
Finance
Guchetl R.G. Study of the Current State Level of Quality of Life of the Population of the Tambov
Region87
Kostoustova E.V., Shadrina I.V., Ridel L.N., Dubrovskaya T.V. Technologies for Increasing the
Profitability of Hard-To-Recover Oil
Mikhailenko N.N. Problems and Prospects of Advertising Business Development
Redkina T.M., Firova I.P., Pogodina V.V. A New Vector of Ensuring the Economic Security of
the Russian Federation
Sorvina O.V., Kuleshova T.N. Development of an Approach for Using Express Scoring of Projects
to Determine an Individual Acceleration Trajectory
World Economic
Bagaeva A.P., Gladkov A.A., Zhilkina Ya.V. Decision-making Process at the Enterprise as an
Organizational Management Process
Yuelong Zhang Factor Analysis of the Impact of the New BRICS Expansion on Global Economic
Security114

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods

УДК 004.67

E.Л.  $BAЙТЕКУНЕНЕ^{1,2}$ , И.А.  $\Pi UH YY K^3$ , E.И.  $CEMEHOBA^1$ 

 $^{1}$ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», г.Железногорск;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

# ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

*Ключевые слова:* аналитика; деятельность предприятия; ИТ-проекты; стиль управления; управленческие решения.

Аннотация. Целью данной работы является анализ инструментария имитационного моделирования для применения в качестве принятия управленческих решений. Также рассматриваются виды и способы применения имитационных моделей на предприятии. Рассматриваются алгоритмы и программы, которые позволяют определить поведение системы в различных условиях и при изменении параметров для создания наиболее точной модели.

#### Введение

Суть метода имитационного моделирования заключается в том, что вместо изучения реального процесса или явления на реальном объекте строится его модель, которая затем исследуется с помощью электронной вычислительной машины (**ЭВМ**) на компьютере. Модель может быть как математической, так и имитационной [1].

Моделирование и имитационное моделирование – это два разных подхода к созданию моделей.

Моделирование — это процесс создания модели, которая представляет собой упрощенное описание реального мира или системы. Моделирование может быть использовано для анализа, прогнозирования и оптимизации различных систем и процессов.

Имитационное моделирование — это метод моделирования, который использует компьютерные программы для создания моделей, которые имитируют поведение реальных систем или процессов. Имитационное моделирование может быть использовано для изучения поведения систем в различных условиях, а также для оценки эффективности различных решений.

Основное отличие между моделированием и имитационным моделированием заключается в том, что моделирование используется для создания физических или абстрактных моделей, тогда как имитационное моделирование используется для создания виртуальных моделей, которые могут быть изменены и протестированы без необходимости физического воплошения [2].

При использовании имитационных моделей имитируются процессы, происходящие в реальном мире, с помощью программного обеспечения. Это позволяет проводить эксперименты и исследования, которые были бы невозможны или слишком дороги в реальной жизни.

Метод имитационного моделирования широко используется в различных областях, таких как экономика, финансы, логистика, производство и т.д. Он позволяет получить ответы на различные вопросы, связанные с функционированием системы или процесса, и помогает принимать обоснованные решения [3].

Другой важный аспект — использование уже существующей информации и знаний, полученных при проектировании, для улучшения системы и повышения ее эффективности. Кро-

ме того, использование имитационных моделей позволяет проводить обучение персонала и подготовку к работе с информационными технологиями управления (ИТУ) без необходимости реального использования системы. Это экономит время и ресурсы, а также снижает риск ошибок и недочетов в работе системы.

Метод имитационного моделирования позволяет создать модель, которая имитирует поведение реального объекта или системы. При этом используются алгоритмы и программы, которые позволяют определить поведение системы в различных условиях и при изменении параметров [4].

#### Использование имитационных моделей

Имитационное моделирование позволяет исследовать сложные системы и процессы, которые невозможно описать аналитическими методами. Оно позволяет определить оптимальные параметры системы, а также выявить возможные проблемы и недостатки.

При использовании имитационного моделирования необходимо учитывать все факторы, которые могут повлиять на поведение системы. Это позволяет получить более точные результаты и принять обоснованные решения.

Имитационное моделирование применяется, когла:

- 1) невозможно провести эксперименты на реальном объекте;
- 2) невозможно построить аналитическую модель, так как в системе присутствуют время, причинно-следственные связи, последствия, нелинейности и стохастические переменные;
- 3) необходимо смоделировать поведение системы во времени, чтобы исследовать ее свойства и характеристики.

Цель имитационного моделирования заключается в создании симулятора исследуемого объекта для проведения экспериментов. Это позволяет воспроизвести поведение системы на основе наиболее значимых взаимосвязей ее элементов [5].

Имитационное моделирование позволяет имитировать поведение системы во времени. Причем плюсом является то, что временем в модели можно управлять: замедлять в случае с быстропротекающими процессами и ускорять для моделирования систем с медленной изменчивостью. Можно имитировать поведение тех объектов, реальные эксперименты с кото-

рыми дороги, невозможны или опасны. С наступлением эпохи персональных компьютеров производство сложных и уникальных изделий, как правило, сопровождается компьютерным трехмерным имитационным моделированием. Эта точная и относительно быстрая технология позволяет накопить все необходимые знания, оборудование и полуфабрикаты для будущего изделия до начала производства. Компьютерное 3*D*-моделирование теперь не редкость даже для небольших компаний. Имитация как метод решения нетривиальных задач получила начальное развитие в связи с созданием ЭВМ в 1950–1960-х гг.

#### Виды имитационного моделирования

Существует несколько видов имитационного моделирования, которые используются в различных областях.

- 1. Системная динамика это метод имитационного моделирования, который используется для анализа и прогнозирования сложных систем. Он основан на создании моделей, которые описывают взаимодействие различных элементов системы и их влияние друг на друга.
- 2. Системы массового обслуживания это класс систем, в которых происходит обслуживание большого количества клиентов. Имитационное моделирование систем массового обслуживания позволяет анализировать различные аспекты работы системы, такие как время ожидания, очереди и загрузка ресурсов.
- 3. Агентное моделирование это подход к имитационному моделированию, основанный на использовании агентов, которые представляют собой программные модули, способные выполнять определенные действия. Агентное моделирование позволяет создавать модели, которые имитируют поведение агентов в реальной жизни.

Имитационное моделирование является одним из наиболее эффективных методов анализа сложных систем и принятия решений. Оно позволяет создавать виртуальные копии реальных систем и проводить эксперименты в режиме реального времени [6]. Это дает возможность быстро и точно оценивать различные варианты решений и выбирать наиболее оптимальный.

Кроме того, имитационное моделирование позволяет учитывать множество факторов, которые могут повлиять на результат решения, таких как временные задержки, неопределен-

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods

ность данных и другие факторы [7]. Это делает в сложных системах, где существует множество его особенно полезным для принятия решений переменных и неопределенностей.

#### Список литературы

- 1. Антамошкин, О.А. Модели и методы формирования надежных структур информационных систем обработки информации / О.А. Антамошкин, В.В. Кукарцев // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. -2014. N  $\!\!\!\! ^{o}$   $\!\!\!\! ^{o}$   $\!\!\!\!\!\! ^{o}$   $\!\!\!\! ^{o}$   $\!\!\! ^{o}$   $\!\!\! ^{o}$   $\!\!\!\! ^{o}$   $\!\!\!\!$
- 2. Кондрин, А.В. Стратегия внедрения CALS-технологии / А.В. Кондрин, В.В. Кукарцев // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. 2011. № 3(36). С. 210–214.
- 3. Kukartsev, A.V. Modeling as a tool for reengineering the enterprise production processes / A.V. Kukartsev //Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing. 2020. Vol. 1661. No. 1. P. 012176.
- 4. Dynamic simulation of calculating the purchase of equipment on credit / A.A. Boyko, V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series: International Conference «Information Technologies in Business and Industry» 2 Mathematical Simulation and Computer Data Analysis. Novosibirsk: Institute of Physics Publishing. 2019. Vol. 1333. P. 032009.
- 5. Classification of non-normative errors in measuring instruments based on data mining / A.V. Milov, V.S. Tynchenko, V.V. Kukartsev [et al.] // International Conference «Aviamechanical engineering and transport» (AVENT 2018): Proceedings of the International Conference «Aviamechanical engineering and transport» (AVENT 2018). Irkutsk: Atlantis Press. 2018. Vol. 158. P. 432–437.

#### References

- 1. Antamoshkin, O.A. Modeli i metody formirovaniya nadezhnykh struktur informatsionnykh sistem obrabotki informatsii / O.A. Antamoshkin, V.V. Kukartsev // Informatsionnyye tekhnologii i matematicheskoye modelirovaniye v ekonomike, tekhnike, ekologii, obrazovanii, pedagogike i torgovle. -2014. -N 7. S. 51-94.
- 2. Kondrin, A.V. Strategiya vnedreniya CALS-tekhnologii / A.V. Kondrin, V.V. Kukartsev // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta imeni akademika M.F. Reshetneva. − 2011. − № 3(36). − S. 210–214.

© Е.Л. Вайтекунене, И.А. Пинчук, Е.Е. Семенова, 2023

УДК 621.341.572

Л.А. ВЕРЕНЦОВ, М.В. БУРМЕЙСТЕР, Д.В. СТАЦЕНКО, Е.А. МАЛЕНКОВА ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

# ОЦЕНКА ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ИНЕРЦИИ В ЭЭС СО ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ ДОЛЕЙ ВИЭ

*Ключевые слова:* возобновляемые источники энергии; инвертор; инерционность; устойчивость системы; частотное регулирование; энергосистема.

Аннотация. Увеличение объемов генерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), подключаемых к электроэнергетической системе (ЭЭС) через инверторы, ухудшает условия, устойчивость и снижают показатели надежности энергосистемы. Инерция в ЭЭС определяется с учетом всех вращающихся масс. Таким образом, при увеличении количества электростанций на основе ВИЭ (без учета гидроэлектростанции (ГЭС), эквивалентная инерция системы не увеличивается из-за отсутствия вращающихся масс у данных объектов, подключаемых к ЭЭС с помощью силовых инверторов. Целью данного исследования является определение эквивалентной инерции ЭЭС с учетом инерции от электростанций на основе ВИЭ с применением систем виртуальной инерции (СВИ). Учет виртуальной инерции позволит более точно оценить устойчивость энергосистемы.

В связи с новой экологической политикой и проблемой ограниченности запасов ископаемого топлива традиционные источники энергии, такие как уголь и газ, заменяются ВИЭ. Наиболее распространенными ВИЭ (исключая ГЭС) являются солнечные (СЭС) и ветровые (ВЭС) электростанции. Они в основном подключаются к сети с помощью инверторов, которые электрически отделяют их от системы. Вследствие этого инерционность энергосистемы может быть снижена, что напрямую влияет на надежность ЭЭС. В ЭЭС с малой механической инерцией вращения генераторов наблюдаются большие отклонения частоты от номинальных значений и большие скорости изменения частоты, что делает их более чувствительными к различным возмущениям. За последнее десятилетие было предложено несколько методов управления частотой для ВЭС и СЭС. Новым подходом к управлению частотой ВИЭ является применение СВИ.

Данная статья посвящена проблеме снижения эквивалентной инерции системы при интеграции ВИЭ в энергосистему. Предложена методика оценки эквивалентной инерции энергосистем с ВИЭ. Также рассматривается возможность участия ВЭС и СЭС в регулировании частоты системы.

Эквивалентная постоянная инерции для энергосистемы вычисляется по формуле (1) [1]:

$$T_{j.9\kappa_B} = \frac{\sum_{i=1}^{N_C} T_{j,i} S_{cr,i}}{S_c},\tag{1}$$

где  $T_{j,\ i}$  — постоянная инерции синхронного генератора;  $S_{cr,i}$  — номинальная мощность синхронного генератора;  $N_c$  — число синхронных генераторов, подключенных к сети;  $S_c$  — номинальная мощность системы.

В регионах со значительной долей ВИЭ требуется использовать СВИ, имитирующие характеристики синхронных машин для ВИЭ. Учет дополнительной «виртуальной» инерции в энергосистеме повлечет за собой изменение эквивалентной инерции  $T_{j.3 \text{kB}}$ . Таким образом, она будет иметь две различные составляющие: (I) эквивалентная вращающаяся инерция традиционных синхронных генераторов  $T_{j.cr}$  и (II) инерция, исходящая от ВИЭ с инвертором  $T_{j.виз}$ . Таким образом, уравнение (1) приобретает вид (2):

где  $N_{\rm B}$  – количество объектов ВИЭ.

На рис. 1 представлена условная схема, де-

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods

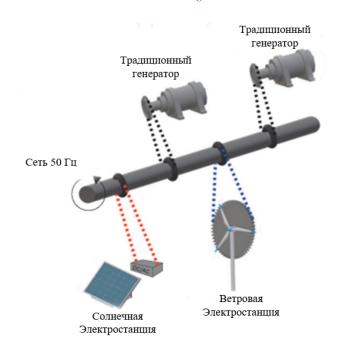
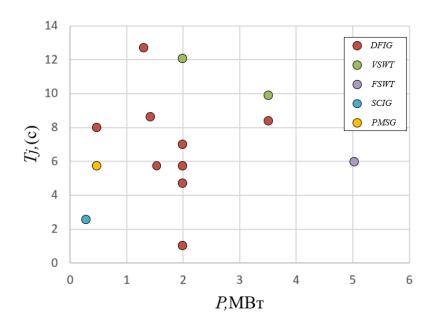


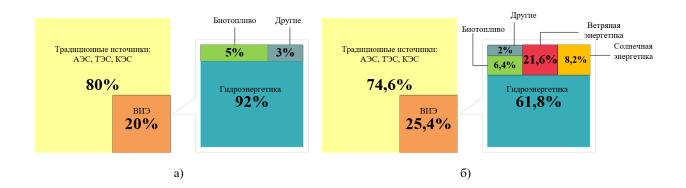
Рис. 1. Источники инерции в ЭЭС



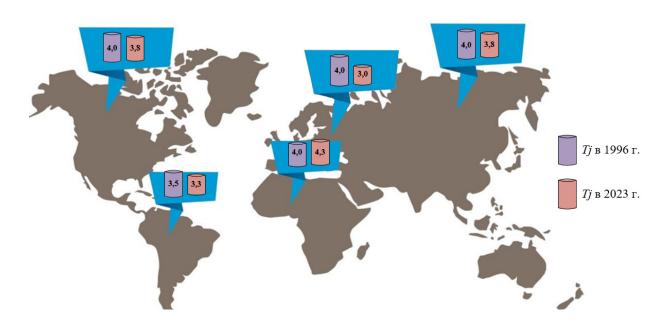
**Рис. 2.** Постоянная инерции  $T_j$  для различных видов ветряных турбин; DFIG — асинхронный генератор с двойным питанием, FSWT — ветротурбина с фиксированной скоростью вращения, VSWT — ветротурбина с переменной скоростью вращения и АД с фазным ротором, PMSG — синхронный генератор с постоянными магнитами, SCIG — асинхронный генератор с короткозамкнутым ротором

монстрирующая различные источники инерции в энергосистеме [3]. Как видно, существует три различные связи между генерирующими установками и частотой сети: (*I*) инерция от тради-

ционных генераторов, (II) виртуальная инерция от ветрогенераторов и (III) виртуальная инерция от фотоэлектрических модулей. Это объясняется тем, что ветрогенераторы с переменной



**Рис. 3.** Структура генерации в мире в период 1996–2023 гг.: a) 1996 г., б) 2023 г.



**Рис. 4.** Рассчитанные эквивалентные постоянные инерции в мире по континентам: изменение за период 1996–2023 гг.

скоростью вращения обладают инерцией вращения, запасенной в их лопастях и приводном механизме, а также виртуальной инерцией. Однако из-за наличия инвертора они не могут передавать эту инерцию в систему, и поэтому считаются «скрытыми» с точки зрения энергосистемы. Постоянные инерции ветрогенераторов представлены на рис. 2 [4].

В связи с тем, что ВИЭ с инвертором оказывают влияние на эквивалентную инерцию энергосистем, то они должны обеспечивать поддержание баланса активной мощности при возмущениях. В литературе приводится несколько технологий, позволяющих ВИЭ с инверторами участвовать в регулировании частоты, обеспе-

чивая вырабатывание мощности при возмущениях.

Учитывая уравнение (1) и данные о поставках электроэнергии в течение года, представленные в работе [5], можно рассчитать эквивалентную инерцию  $T_{j.\text{экв}}$  в различных регионах мира. Для каждого вида традиционных энергоустановок постоянная инерции  $T_j$  оценивается как среднее значение представленных в работе [2] ( $T_{j.\text{KЭC}} = 10$  с,  $T_{j.\text{TЭC}} = 10$  с,  $T_{j.\text{TЭC}} = 8$  с,  $T_{j.\text{ГЭC}} = 6,5$  с). Считается, что СЭС и ВЭС IV типа не участвуют в регулировании частоты, то есть не оказывают существенный вклад в инерционность системы, но применение СВИ позволяет им обрести эквивалент инерции.

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods

На рис. З показано изменение структуры генерации в период с 1996 по 2023 гг. За эти три десятилетия общее потребление электроэнергии выросло более чем на 80 %. За тот же период времени относительная доля выработка электроэнергии на ВИЭ увеличилась всего на 5,4 %. На основании ранее описанного подхода к оценке  $T_{j\to KB}$  на рис. 4 были рассчитаны константы инерции для различных континентов в период с 1996 по 2023 гг. Как видно, сниже-

ние инерционности в Азии, США и Южной Америке было незначительным (от 4 до 5 %), в то время как в Европе она снизилась почти на 30 %.

В статье было показано влияние ВИЭ на эквивалентную инерцию ЭЭС. Предложена формула для учета инерции ВЭС и СЭС с применением СВИ. Показано, что эквивалентная инерция в энергосистемах мира в основном снижается.

#### Список литературы/References

- 1. Fernández-Guillamón, A. A Review of Virtual Inertia Techniques for Renewable Energy-Based Generators / A. Fernández-Guillamón, E. Gómez-Lázaro, E. Muljadi, A. Molina-García // Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena, Spain, 2020. P. 1–20.
- 2. Fernández-Guillamón, A. Power systems with high renewable energy sources: A review of inertia and frequency control strategies over time. Renewable and Sustainable Energy Reviews / A. Fernández-Guillamón, E. Gómez-Lázaro, E. Muljadi, A. Molina-García // Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena, Spain, 2019. P. 1–15.
- 3. Kroposki, B. Achieving a 100% renewable grid: Operating electric power systems with extremely high levels of variable renewable energy. / B. Kroposki, B. Johnson, Y. Zhang, V. Gevorgian, P. Denholm, B-M. Hodge // IEEE Power and Energy Magazine 2017. China, 2017. P. 61–73.
- 4. Fischer, M. Operational experiences with inertial response provided by type 4 wind turbines / M. Fischer, S. Engelken, N. Mihov, A. Mendonca / IET Renewable Power Generation 2016. Germany, 2016. P. 17–24.
- 5. International Energy Agency Total primary energy supply (TPES) by source, year and country. / International Energy Agency [Electronic resource]. Access mode: https://bit.ly/34YTcda.

© Л.А. Веренцов, М.В. Бурмейстер, Д.В. Стаценко, Е.А. Маленкова, 2023

УДК 621.341.572

Л.А. ВЕРЕНЦОВ, М.В. БУРМЕЙСТЕР, Д.В. СТАЦЕНКО, А.А. ХОРКИНА ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

# СОЗДАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИЛОВОГО ИНВЕРТОРА СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ ИНТЕГРАЦИИ ВИЭ

*Ключевые слова*: возобновляемые источники энергии; поддержание напряжения; силовой инвертор; система автоматического управления; солнечная электростанция.

Аннотация. В последние годы значительно увеличились темпы строительства и ввода в эксплуатацию солнечных электростанций (СЭС). Данные объекты генерации подключаются к электроэнергетической системе (ЭЭС) с помощью силовых преобразователей – инверторов. В связи со значительным ростом доли СЭС в общемировой структуре генерации электроэнергии были введены новые требования, регламентирующие режим работы силовых инверторов, установленных на СЭС, при внешних возмущениях в ЭЭС. Целью данного исследования является разработка имитационной модели, позволяющей наиболее точно моделировать работу СЭС при внешних возмущениях в ЭЭС и соответствующей основным нормативным требованиям. В данной статье была разработана модель инвертора, учитывающая LVRT- и Q(U)характеристики при снижении напряжения в точке общего присоединения (ТОП). Исследования режимов работы инвертора в представленной модели позволят разработать рекомендации по настройке параметров инвертора для улучшения устойчивости его работы при внешних возмущениях в ЭЭС.

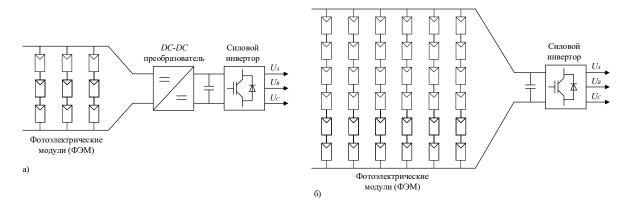
Для преобразования энергии солнечного излучения в электрическую энергию постоянного тока на СЭС устанавливаются фотоэлектрические модули (ФЭМ). В нормальном режиме ФЭМ находится в точке выдачи максимальной мощности *MPP* (англ. *maximum power point*).

ФЭМ, установленные на СЭС, в зависимости от их установленной мощности могут подключаться к ЭЭС напрямую через инвертор или с использованием *DC-DC* преобразователя [1]. Использование дополнительного преобразователя позволяет подключать секции ФЭМ небольшой мощности с низкими номинальными напряжениями к ЭЭС, обеспечивая выдачу наибольшей мощности по многоранговой регрессии и ранжированию (МРР). На СЭС большой установленной мощности ФЭМ подключаются к ЭЭС непосредственно через инвертор. Способы подключения ФЭМ к силовому инвертору представлены на рис. 1.

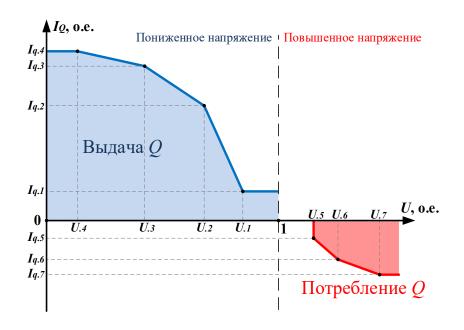
С увеличением доли СЭС в общей мировой структуре генерации изменялись нормативнотехнические требования к данным объектам. Изначально международные нормативно-технические документы (НТД) устанавливали требования по отключению СЭС в случае снижения напряжения в точке общего присоединения (ТОП) к ЭЭС [2]. Актуальные требования, закрепленные в сетевых стандартах множества стран, устанавливают следующие правила.

- 1. Внешние возмущения в ЭЭС, сопровождающиеся нормативным снижением напряжения в ТОП, не должны приводить к отключению СЭС. Данное требование закрепляется в виде вольт-секундных U(t)-характеристик (**BCX**) LVRT (англ. Low Voltage Ride Through) [3].
- 2. При длительном снижении напряжения в ТОП силовые инверторы, установленные на СЭС, должны перейти в режим поддержания напряжения в ТОП (англ. *Grid-Support*) и обеспечить выдачу необходимой реактивной мощности. Величина выдаваемой реактивной мощности зависит от величины отклонения напряжения. Данное требование закрепляется в

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods



**Рис. 1.** Способы подключения СЭС к ЭЭС: а) с использованием *DC-DC* преобразователя; б) непосредственно через инвертор [1]



**Рис. 2.** Обобщенная Q(U)-характеристика силового инвертора [4]

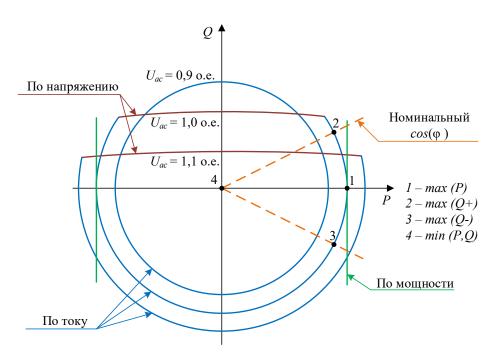
виде Q(U)-характеристики, представленной на рис. 2 [4].

Q(U)-характеристики инвертора задаются в системе управления и определяются в соответствии с действующими НТД. В разрабатываемой модели значения  $Q_{max}(U_{min})$  заданы в соответствии с P(Q)-диаграммой инвертора, представленной на рис. 3 [5].

При длительном снижении напряжения в ТОП осуществляется выдача реактивной мощности в соответствии с заданной Q(U)-характеристикой. Данный механизм реализуется с помощью ПИ-регулятора. Струк-

турная схема регулятора, вычисляющего значения выдаваемой мощности, представлена на рис. 4.

Существует две основные стратегии выдачи мощности силовыми инверторами: приоритет выдачи активной или реактивной мощности. В разрабатываемой имитационной модели используется стратегия с приоритетом выдачи активной мощности. При данной стратегии выдаваемая активная мощность соответствует уставке, а реактивная мощность определяется как минимальная в соответствии с Q(U)-характеристикой и ограничениями P(Q)-



**Рис. 3.** Обобщенная P(Q)-диаграмма силового инвертора [5]

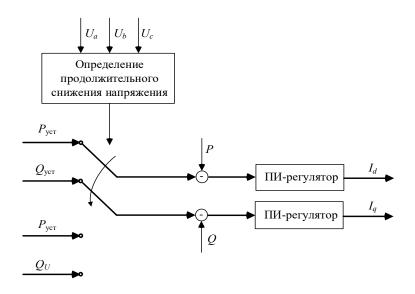


Рис. 4. Структурная схема регулятора выдаваемой мощности

диаграммы.

Для определения выдаваемой инвертором мощности и активации функции поддержки сети при снижении напряжения в ТОП разработан блок регулирования мощности, представленный на рис. 5.

Разработанная модель силового инверто-

ра была интегрирована в имитационную модель изолированной ЭЭС в MATLAB Simulink (рис. 6) [3].

В статье была разработана имитационная модель силового инвертора солнечной электростанции, учитывающая основные нормативнотехнические требования [6] к объектам ВИЭ,

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods

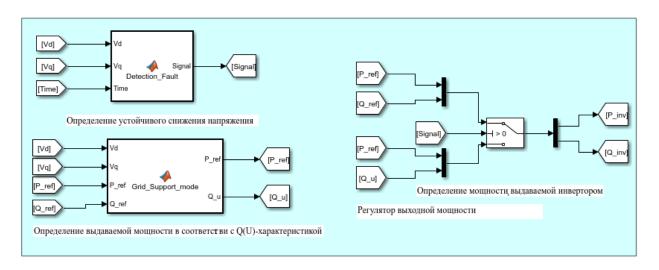
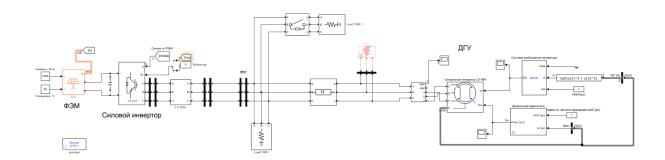


Рис. 5. Регулятор выходной мощности силового инвертора



**Рис. 6.** Имитационная модель изолированной ЭЭС в MATLAB Simulink

такие как LVRT- и Q(U)-характеристики. Для обеспечения поддержания напряжения при снижении напряжения в ТОП был разработан регулятор выходной мощности. Данная модель силового инвертора была успешно интегрирована

в имитационную модель изолированной энергосистемы. Исследование режима работы инвертора в разработанной модели позволит определить оптимальные параметры настройки LVRT и O(U)-характеристик.

#### Список литературы

- 1. Kampitsis, G. Power balance control for a two-stage solar inverter with low voltage ride through capability / G. Kampitsis, S. Papathanassiou, E. Batzelis // 32nd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. Amsterdam: EU PVSEC, 2016. P. 1646–1650.
- 2. IEEE 1547-2018. IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces, 2018 P. 20.
- 3. Бурмейстер, М.В. Применение систем виртуальной инерции для регулирования частоты в изолированных энергосистемах: Автореферат на соискание канд. техн. наук / М.В. Бурмейстер. Москва : Московский энергетический институт, 2023. 20 с.
- 4. Бурмейстер, М.В. Системы виртуальной инерции: новый подход к интеграции ВИЭ в электроэнергетические системы / М.В. Бурмейстер, И.И. Бердышев, Р.В. Булатов, Р.Р. Насыров // Электроэнергия. Передача и Распределение. Москва. 2023. № 6(81). С. 20–27.
  - 5. Булатов, Р.В. Методика выбора параметров аккумуляторных систем накопления электри-

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Математическое моделирование и численные методы

ческой энергии для эффективной интеграции электростанций на базе возобновляемых источников энергии в энергосистемы / Р.В. Булатов, Р.Р. Насыров, М.В. Бурмейстер // Электроэнергия. Передача и распределение. -2023.- № 5(80).- C. 18.

6. Самойленко, В.О. О стандартизации и унификации принципов построения релейной защиты фотоэлектрических станций / В.О. Самойленко, Д.А. Трапезников, П.В. Илюшин // Релейная защита и автоматизация. -2020. № 3(40). - С. 10–25.

#### References

- 1. Kampitsis, G. Power balance control for a two-stage solar inverter with low voltage ride through capability / G. Kampitsis, S. Papathanassiou, E. Batzelis // 32nd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. Amsterdam: EU PVSEC, 2016. P. 1646–1650.
- 2. IEEE 1547-2018. IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces, 2018 P. 20.
- 3. Burmeyster, M.V. Primeneniye sistem virtual'noy inertsii dlya regulirovaniya chastoty v izolirovannykh energosistemakh: Avtoreferat na soiskaniye kand. tekhn. nauk / M.V. Burmeyster. Moskva: Moskovskiy energeticheskiy institut, 2023. 20 c.
- 4. Burmeyster, M.V. Sistemy virtual'noy inertsii: novyy podkhod k integratsii VIE v elektroenergeticheskiye sistemy / M.V. Burmeyster, I.I. Berdyshev, R.V. Bulatov, R.R. Nasyrov // Elektroenergiya. Peredacha i Raspredeleniye. Moskva. 2023. № 6(81). S. 20–27.
- 5. Bulatov, R.V. Metodika vybora parametrov akkumulyatornykh sistem nakopleniya elektricheskoy energii dlya effektivnoy integratsii elektrostantsiy na baze vozobnovlyayemykh istochnikov energii v energosistemy / R.V. Bulatov, R.R. Nasyrov, M.V. Burmeyster // Elektroenergiya. Peredacha i raspredeleniye. − 2023. − № 5(80). − S. 18.
- 6. Samoylenko, V.O. O standartizatsii i unifikatsii printsipov postroyeniya releynoy zashchity fotoelektricheskikh stantsiy / V.O. Samoylenko, D.A. Trapeznikov, P.V. Ilyushin // Releynaya zashchita i avtomatizatsiya. − 2020. − № 3(40). − S. 10–25.

© Л.А. Веренцов, М.В. Бурмейстер, Д.В. Стаценко, А.А. Хоркина, 2023

1	$\cap$
	ч

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods

УДК 004.67

А.А. ГЛАДКОВ $^{I}$ , А.П. БАГАЕВА $^{I}$ , И.А. ПИНЧУК $^{2}$   $^{I}$  ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск;  $^{2}$  ФГБОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

# АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ КОМПАНИЕЙ

Ключевые слова: аналитика; деятельность предприятия; ИТ-проекты; информационные системы (ИС); принятие решений.

Аннотация. В данной работе рассматриваются основы современных информационных систем, которые применяются на предприятии для поддержки принятия решений. Рассмотрены характеристики и особенности, которыми должны обладать такие системы. Основной проблемой выбора ИС для предприятия является их разнообразие на рынке. Выбор системы зависит от того, насколько активно пользователь участвует в процессе принятия решений и насколько система учитывает его предпочтения и потребности.

#### Введение

Современные информационные системы интеллектуальной поддержки процессов разработки и реализации управленческих решений, или системы поддержки принятия решений (СППР), являются важным инструментом в современном мире. Они предоставляют программное обеспечение и информационно-аналитические технологии для принятия решений в различных областях, таких как экономика, бизнес, наука и техника [1].

СППР помогают лицам, принимающим решения, в поиске, анализе и выборе лучших из возможных вариантов, обеспечивая технологическую поддержку процедуры принятия решения. Это позволяет сократить время на принятие решений и повысить их

качество.

Одним из наиболее распространенных типов СППР являются экспертные системы. Они используют знания экспертов в определенной области для принятия решений. Экспертные системы могут быть созданы на основе данных, полученных из различных источников, таких как статистика, научные исследования и опыт экспертов [2].

Кроме того, существуют СППР, основанные на искусственном интеллекте. Эти системы используют алгоритмы машинного обучения для анализа данных и принятия решений. Они могут обучаться на основе опыта предыдущих решений, что позволяет им принимать более точные и эффективные решения [3].

В целом, СППР играют важную роль в современном мире, помогая лицам, принимающим решения, принимать более обоснованные и эффективные решения в различных областях.

СППР – это система, которая обеспечивает пользователям доступ к данным и/или моделям, так что они могут принимать лучшие решения.

#### Особенности СППР

В настоящее время не существует единого общепринятого определения для СППР (системы поддержки принятия решений), так как ее конструкция зависит от различных факторов, таких как тип задач, которые необходимо решить, доступные данные, информация и знания, а также пользователи системы. Однако можно выделить некоторые элементы и особенности, которые считаются общими для всех

СППР [4].

- 1. Автоматизация процесса принятия решений: СППР позволяет автоматизировать процесс принятия решений, что уменьшает время на принятие решения и повышает точность.
- 2. Использование данных: СППР использует данные для анализа и принятия решений. Данные могут быть как внутренними, так и внешними.
- 3. Интерактивность: СППР предоставляет возможность пользователю взаимодействовать с системой, задавать вопросы, получать ответы и принимать решения.

Однако, поскольку СППР является сложной системой, ее определение может варьироваться в зависимости от контекста и потребностей пользователей.

#### Характеристики СППР

Идеальная СППР (система поддержки принятия решений) должна обладать следующими характеристиками.

- 1. Простота и удобство использования: СППР должна быть интуитивно понятной и легко настраиваемой, чтобы пользователи могли быстро и эффективно получать необходимую информацию.
- 2. Гибкость:СППР должна иметь возможность адаптироваться к различным типам данных и задачам, позволяя пользователям настраивать ее под свои потребности.
- 3. Надежность: СППР должна обеспечивать точность и надежность результатов, чтобы пользователи могли принимать обоснованные решения.
- 4. Интеграция с другими системами: СППР должна интегрироваться с другими системами и приложениями, чтобы обеспечить максимальную эффективность и удобство работы.
- 5. Возможность обучения и обновления: СППР должна предоставлять возможность обучения и обновления, чтобы пользователи могли постоянно улучшать свои навыки и знания.
- 6. Безопасность: СППР должна соответствовать требованиям безопасности и обеспечивать защиту конфиденциальных данных пользователей.

7. Экономическая эффективность: СППР должна быть экономически эффективной, чтобы минимизировать затраты на ее использование.

Система поддержки принятия решений — это программный комплекс, который помогает лицу, принимающему решение (ЛПР), делать это. Он представляет собой набор инструментов и методов, которые помогают оптимизировать процесс принятия решений и повысить качество принимаемых решений [5].

Система поддержки принятия решений может включать в себя различные инструменты, такие как базы данных, статистические программы, экспертные системы и другие. Она может быть использована для анализа данных, прогнозирования результатов, оптимизации процессов и многих других задач [6].

#### Классификации СППР

Системы поддержки принятия решений не имеют общепринятой и исчерпывающей классификации, однако их можно разделить на несколько уровней.

На уровне пользователя можно выделить следующие типы систем поддержки принятия решений.

Пассивные системы – это системы, которые не требуют от пользователя активного участия в процессе принятия решений. Они предоставляют пользователю информацию, но не позволяют ему влиять на процесс принятия решений [7].

Активные системы — это системы, которые позволяют пользователю активно участвовать в процессе принятия решений. Например, пользователь может задавать вопросы системе, выбирать варианты ответов и получать рекомендации на основе своих предпочтений.

Кооперативные системы — это системы, в которых пользователь и система работают вместе для достижения общей цели. Например, система может предоставлять пользователю информацию и рекомендации, а пользователь может вносить свои коррективы и предложения.

Таким образом, тип системы поддержки принятия решений зависит от того, на-

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods

сколько активно пользователь участвует в стема учитывает его предпочтения и потребпроцессе принятия решений и насколько си- ности [8].

#### Список литературы

- 1. Кондрин, А.В. Стратегия внедрения CALS-технологии / А.В. Кондрин, В.В. Кукарцев // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. 2011. № 3(36). С. 210–214.
- 2. Intellectual support system of administrative decisions in the big distributed geoinformation systems / O. Antamoshkin, V. Kukarcev, A. Pupkov, R. Tsarev // 14th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2014 : Conference Proceedings, Albena, Bulgaria. Vol. 1. Albena, Bulgaria, 2014. P. 227–232.
- 3. Антамошкин, О.А. Модели и методы формирования надежных структур информационных систем обработки информации / О.А. Антамошкин, В.В. Кукарцев // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. − 2014. № 7. С. 51–94.
- 4. Kukartsev, A.V. Modeling as a tool for reengineering the enterprise production processes / A.V. Kukartsev //Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing. 2020. Vol. 1661. No. 1. P. 012176.
- 5. Антамошкин, О.А. Комбинированный метод принятия решений по воспроизводству основных производственных фондов / О.А. Антамошкин, В.В. Кукарцев // Проблемы машиностроения и автоматизации. -2011.- N = 2.-C.56-60.
- 6. Dynamic simulation of calculating the purchase of equipment on credit / A.A. Boyko, V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series: International Conference «Information Technologies in Business and Industry» 2 Mathematical Simulation and Computer Data Analysis. Novosibirsk: Institute of Physics Publishing. 2019. Vol. 1333. P. 032009.
- 7. Classification of non-normative errors in measuring instruments based on data mining / A.V. Milov, V.S. Tynchenko, V.V. Kukartsev [et al.] // International Conference «Aviamechanical engineering and transport» (AVENT 2018): Proceedings of the International Conference «Aviamechanical engineering and transport» (AVENT 2018). Irkutsk: Atlantis Press. 2018. Vol. 158. P. 432–437.
- 8. Kurashkin, S.O. The model of energy distribution during electron beam input in welding process / S.O. Kurashkin [et al.] //Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing. 2020. Vol. 1679. No. 4. P. 042036.
- 9. Филюшина, Е.В. Инструменты и методы управления ит-проектами для успешности их реализации/ Е.В. Филюшина, В.А. Васильева, В.В. Болдырев, Д.В. Тихоненко // Наука и бизнес: пути развития. М. : ООО НТФ РИМ. 2023. № 9(147). С. 26–28.

#### References

- 1. Kondrin, A.V. Strategiya vnedreniya CALS-tekhnologii / A.V. Kondrin, V.V. Kukartsev // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta imeni akademika M.F. Reshetneva. − 2011. − № 3(36). − S. 210–214.
- 3. Antamoshkin, O.A. Modeli i metody formirovaniya nadezhnykh struktur informatsionnykh sistem obrabotki informatsii / O.A. Antamoshkin, V.V. Kukartsev // Informatsionnyye tekhnologii

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Математическое моделирование и численные методы

- i matematicheskoye modelirovaniye v ekonomike, tekhnike, ekologii, obrazovanii, pedagogike i torgovle. -2014.  $-N_{\odot}$  7. -S. 51-94.
- 5. Antamoshkin, O.A. Kombinirovannyy metod prinyatiya resheniy po vosproizvodstvu osnovnykh proizvodstvennykh fondov / O.A. Antamoshkin, V.V. Kukartsev // Problemy mashinostroyeniya i avtomatizatsii. -2011.-N2. -8. -8. -8. -8. -8. -8. -8.
- 9. Filyushina, Ye.V. Instrumenty i metody upravleniya it-proyektami dlya uspeshnosti ikh realizatsii/ Ye.V. Filyushina, V.A. Vasil'yeva, V.V. Boldyrev, D.V. Tikhonenko // Nauka i biznes: puti razvitiya. M.: OOO NTF RIM. 2023. No 9(147). S. 26–28.

© А.А. Гладков, А.П. Багаева, И.А. Пинчук, 2023

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods

УДК 658.5

А.В. ГОРЕЛИК, П.А. НЕВАРОВ, П.В. САВЧЕНКО, Н.В. РОМАНОВ ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва

# ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕНЧМАРКИНГА

Ключевые слова: аутсорсинг; бенчмаркинг; железнодорожная автоматика и телемеханика; ресурс; сигнализация, централизация и блокировка (СЦБ); техническое обслуживание; техническое состояние; эксплуатация.

Аннотация. В статье рассматриваются пути совершенствования технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики на основе данных, полученных с помощью технологии бенчмаркинга. На основе полученных данных выявлено четыре приоритетных направления по оптимизации основных процессов хозяйства автоматики и телемеханики. Предложены различные методы повышения эффективности технической эксплуатации, такие как аутсорсинг, контракт жизненного цикла, переход на малообслуживаемое оборудование, обслуживание по техническому состоянию. Авторами сделан вывод о том, что грамотное сочетание этих методов позволит существенно повысить экономическую эффективность работы хозяйства автоматики и телемеханики.

Оптимизация основных процессов хозийства автоматики и телемеханики на основе технологии бенчмаркинга заключается прежде всего в эффективном распределении имеющихся ограниченных ресурсов, которых часто бывает недостаточно для решения всего комплекса поставленных задач перед хозийством. В данном случае требуется не сокращение, а перераспределение трудовых, финансовых и материальных ресурсов (в зависимости от значений целевых критериев и индикаторов). Проведенный анализ с применением технологии бенчмаркинга [2] выявил четыре приори-

тетных направления по оптимизации основных процессов хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД».

- 1. Внедрение технологии аутсорсинга и заключения контракта жизненного цикла с одним предприятием-изготовителем с учетом оценки уровня локализации производства систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), переход на обслуживание систем и устройств ЖАТ сервисным методом.
- 2. Пересмотр периодичности технического обслуживания систем и устройств ЖАТ для случаев обоснованного применения малообслуживаемого оборудования ЖАТ с доказанным межремонтным сроком (в зависимости от условий эксплуатации).
- 3. Экономически и технологически обоснованный переход на технологию обслуживания устройств ЖАТ по техническому состоянию или с переменной периодичностью с учетом возможных технических рисков.
- 4. Совершенствование информационных технологий (унификация систем, повышение достоверности статистических данных) с целью повышения эффективности планирования, распределения ресурсов и управления деятельностью структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики в соответствии с программой цифровизации отрасли.

Реализация данных приоритетных направлений возможна с учетом особенностей функционирования железнодорожного транспорта в России и соблюдения соответствующих рекомендаций, сформулированных в работе [5].

В рамках локализации производственного процесса технической эксплуатации систем ЖАТ целесообразно применение аутсорсинга, а также заключения контракта жизненного цикла.

Применение данных технологий будет наиболее эффективно в том случае, когда на рассматриваемом участке железной дороги и перегонная, и станционная системы ЖАТ будут локализованы в рамках одного предприятия-производителя. В соответствии с работой [2] уровень локализации систем СЦБ на эксплуатируемом объекте железнодорожной линии должен соответствовать минимально допустимому значению для систем СЦБ (85 %), либо превосходить указанное значение. Кроме того, объем работ по технической эксплуатации системы ЖАТ на эксплуатируемом объекте железнодорожной линии (в технических единицах) должен составлять не менее 95 % от объемов различных работ, реализуемых для данного объекта.

Учитывая международный опыт различных транспортных компаний, можно утверждать, что в настоящее время наиболее эффективным является разумное сочетание всех существующих на железнодорожном транспорте методов технического обслуживания, причем от правильного распределения работ по технической эксплуатации систем и устройств ЖАТ между агентами различных форм собственности, организации планирования и учета выполненных работ зависит успех функционирования инфраструктуры в целом. Поэтому при разработке системы технического обслуживания средств ЖАТ, и в первую очередь микропроцессорных, следует руководствоваться принципом специализации и разделения функций.

Этого можно достичь развитием системы сервисного обслуживания и переходом в дальнейшем к аутсорсингу. В отличие от разовых услуг, на аутсорсинг обычно передаются функции по профессиональной поддержке бесперебойной работы отдельных систем и инфраструктуры на основе длительного контракта на определенный промежуток времени (не менее года).

Такой подход перспективен, так как позволяет повысить экономическую эффективность работы хозяйства, сконцентрировать усилия структурных подразделений на основном производственном процессе.

При применении аутсорсинга достигаются следующие положительные эффекты:

- получение необходимого результата от производственного процесса без управления этим процессом;
- привлечение для реализации производственного процесса компетентных специа-

листов;

- экономия финансовых, материальных и трудовых ресурсов;
- универсальность услуги, при которой под внешнее управление могут передаваться любые непрофильные функции.

Указанные положения применимы также при заключении контракта жизненного цикла (КЖЦ) с соответствующим предприятием-производителем системы ЖАТ. Главной отличительной особенностью КЖЦ является то, что договор заключается с одним предприятием-производителем, которое берет на себя обязательства по реализации всего комплекса услуг: от разработки проекта и строительства до дальнейшей эксплуатации и утилизации объекта по окончании его назначенного срока службы, в том числе риски, возникающие на стадии эксплуатации.

Выделяют следующие преимущества КЖЦ:

- высокое качество получаемого продукта в виде оборудования участка железной дороги системой ЖАТ:
- возможность выбора производителя по соотношению цена качество;
- распределение расходов во времени, упрощение бюджетного планирования.

Высокое качество продукта достигается за счет того, что риск некачественного исполнения контракта возлагается на поставщика. В данном случае действует принцип переноса риска, согласно которому с риском должен справляться тот субъект, у которого для этого больше возможностей (ресурсов). Уровень квалификации работников выбранного предприятия-производителя в области проектирования и строительства должен быть не ниже, чем у соответствующих специалистов подразделения ОАО «РЖД».

Вместе с тем использование КЖЦ вызывает ряд трудностей, которые связаны со спецификой его реализации:

- ограниченность ресурсов и мощностей выбранного предприятия-производителя;
- сложность расчета и завышенная стоимость объекта в целом;
- риск недостаточного финансирования (риск неплатежей);
  - трансакционные издержки.

Весьма перспективным направлением развития хозяйства железнодорожной автоматики и телемеханики является применение малообслуживаемых систем и устройств ЖАТ. Применение малообслуживаемого оборудования ЖАТ

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods

приводит к снижению влияния человеческого фактора на производственный процесс технического обслуживания. В качестве основных эффектов от применения малообслуживаемого оборудования ЖАТ можно отметить:

- снижение уровня риска функционирования систем ЖАТ и, как следствие, сокращение непроизводительных потерь в хозяйстве автоматики и телемеханики;
- сокращение трудоемкости по выполнению операций, связанных с техническим обслуживанием систем и устройств ЖАТ, и, как следствие, сокращение эксплуатационных расходов хозяйства автоматики и телемеханики.

Также для дальнейшей более эффективной реализации данного направления необходим инструмент оптимизации затрат на капитальный ремонт, обновление и модернизацию средств ЖАТ с учетом применения малообслуживаемого оборудования ЖАТ.

Соответствующие методики и технические алгоритмы должны быть в дальнейшем автоматизированы для повышения эффективности, адресности их практичного применения, а также для сокращения непроизводительных потерь в хозяйстве автоматики и телемеханики.

В процессе технического обслуживания и ремонта систем и устройств ЖАТ решаются две основные задачи — поддержание работоспособного состояния и восстановление ресурса данных систем, а также своевременное устранение нарушений их нормальной работы.

При этом результат контроля технического состояния устройств СЦБ должен учитывать прогнозный уровень риска. Потери поездо-часов, вызванные возможными отказами этих устройств на основе методологии управления ресурсами, рисками и анализа надежности на этапах жизненного цикла (УРРАН), а также другие значимые факторы. Оценка и анализ рисков позволяют выработать обоснованные решения по управлению уровнем надежности и безопасности функционирования систем ЖАТ, в том числе по выбору метода технического обслуживания.

Таким образом, обоснованное применение различных методов технического обслуживания устройств ЖАТ, согласно работе [2], позволяет дифференцировать периодичность контроля технического состояния и периодичность технического обслуживания с учетом класса и специализации железнодорожных линий, технической оснащенности дистанций СЦБ, срока

службы систем и устройств ЖАТ, а также других фактических условий эксплуатации.

Так, например, организация обслуживания устройств СЦБ по техническому состоянию в среднем приведет к уменьшению периодичности технического обслуживания устройства ЖАТ на 30–40 % и, как следствие, позволит уменьшить общую трудоемкость выполнения соответствующих работ и сокращение эксплуатационных расходов хозяйства автоматики и телемеханики.

При этом следует учитывать, что данный инструмент позволяет избежать необоснованного сокращения персонала структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, так как переход на технологию обслуживания устройств ЖАТ по техническому состоянию должен осуществляться на основе научно обоснованного расчета с учетом полного набора влияющих факторов: фактический и прогнозный уровни риска функционирования систем и устройств ЖАТ, их техническое состояние с точки зрения функционального и остаточного ресурса и ряда других.

Для перехода на технологию технического обслуживания устройств ЖАТ с переменной периодичностью требуется разработка соответствующего нормативного и методического обеспечения, автоматизации производственного планирования процесса эксплуатации железнодорожной инфраструктуры [4].

Дальнейшее развитие автоматизированных систем хозяйства автоматики и телемеханики должно вестись с учетом применения методов предиктивной и прескриптивной аналитики, что позволит на основе имеющихся статистических данных применять научные методы выявления закономерностей, прогнозировать влияние качества функционирования объектов ЖАТ на эффективность перевозочного процесса. С помощью данного инструмента возможно решение различных аналитических производственных задач, которые позволят повысить эффективность реализации основных процессов хозяйства автоматики и телемеханики.

Также на основе международного опыта эксплуатации объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта может быть рекомендован ускоренный переход на электронный документооборот.

В части организации эффективного контроля за выполнением технологических процессов, рабочим временем персонала и эффективно-

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Математическое моделирование и численные методы

стью труда должна быть создана комплексная система применения служебных планшетов, интегрированных в корпоративную информационную систему. Переход к этой системе обеспечивает выдачу нормативных заданий рабочим на их личный планшет, контроль времени начала и окончания работы и технологической операции, позволяет выявлять незагруженные рабочие места, проводить работу по сокращению непроизводительных потерь времени, повы-

сить эффективность принятия управленческих решений.

Применение современных методов технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики на основе технологии бенчмаркинга позволит повысить надежность инфраструктуры российских железных дорог, производительность труда и эффективность работ структурных подразделений хозяйства железнодорожной автоматики и телемеханики.

#### Список литературы

- 1. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р.
- 2. Горелик, А.В. Эффективность контракта жизненного цикла в хозяйстве железнодорожной автоматики и телемеханики / А.В. Горелик, Н.В. Романов, Г.Г. Курашева // Наука и техника транспорта. -2021. -№ 2. C. 35–38.
- 3. Курашева, Г.Г. Особенности оценки стоимости жизненного цикла систем железнодорожной автоматики / Г.Г. Курашева, А.В. Горелик // Наука и бизнес: пути развития. -2020. -№ 4(106). С. 37–41.
- 4. Горелик, А.В. Принципы производственного планирования в хозяйстве автоматики и телемеханики на Российских железных дорогах / А.В. Горелик, Н.В. Бугреев, В.С. Дорохов // Наука и техника транспорта. -2019. № 1. С. 31–36.

#### References

- 1. Transportnaya strategiya Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda s prognozom na period do 2035 goda, utverzhdennaya rasporyazheniyem Pravitel'stva RF ot 27 noyabrya 2021 g. № 3363-r.
- 2. Gorelik, A.V. Effektivnost' kontrakta zhiznennogo tsikla v khozyaystve zheleznodorozhnoy avtomatiki i telemekhaniki / A.V. Gorelik, N.V. Romanov, G.G. Kurasheva // Nauka i tekhnika transporta. -2021.-N2.-S. 35-38.
- 3. Kurasheva, G.G. Osobennosti otsenki stoimosti zhiznennogo tsikla sistem zheleznodorozhnoy avtomatiki / G.G. Kurasheva, A.V. Gorelik // Nauka i biznes: puti razvitiya. − 2020. − № 4(106). − S. 37–41.
- 4. Gorelik, A.V. Printsipy proizvodstvennogo planirovaniya v khozyaystve avtomatiki i telemekhaniki na Rossiyskikh zheleznykh dorogakh / A.V. Gorelik, N.V. Bugreyev, V.S. Dorokhov // Nauka i tekhnika transporta. -2019.  $\times$  1. S. 31-36.

© А.В. Горелик, П.А. Неваров, П.В. Савченко, Н.В. Романов, 2023

УДК 681.5

#### К.А. КРЫШКО, А.М. ГАЗИЗОВ, М.Г. БАШИРОВ, Р.Р. МУСТАФИНА

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

# РАЗРАБОТКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ КАТАЛИЗАТОРА

*Ключевые слова:* генетический алгоритм; интеллектуальный инструмент; катализатор; производство этилена; совершенствование технологического процесса.

Аннотация. Целью работы является разработка генетического алгоритма как инструмента оптимизации модели оценки состояния катализатора гидрирования ацетилена. Генетический алгоритм относится к интеллектуальным инструментам, развитие и применение которых является актуальной задачей. Оценка состояния катализатора гидрирования ацетилена в режиме реального времени дает возможность оптимизировать процесс производства этилена. В результате разработан генетический алгоритм на языке программирования *Python*.

Разработанное в предыдущих исследованиях программное обеспечение для оценки состояния катализатора гидрирования ацетилена [2] использовало в своей основе виртуальный анализатор. Виртуальные анализаторы могут использовать разнообразные методы оптимизации для нахождения оптимальных решений [1]. Среди этих методов востребованным является генетический алгоритм.

Генетический алгоритм является одним из наиболее популярных и эффективных методов оптимизации, основанных на принципах эволюции. Он использует концепции из биологической эволюции, такие как наследование, мутации и отбор, для поиска оптимальных решений в пространстве поиска. Генетические алгоритмы широко применяются в различных областях, включая инженерию, искусственный интеллект и другие.

Выбор языка программирования был осу-

ществлен в пользу *Python*. В настоящее время используемый язык программирования является распространенным, что дает возможность интегрировать готовые программные обеспечения в автоматизированные системы управления действующих установок.

Для работы интеллектуальных инструментов необходима первоначальная база данных, которая будет являться материалом для обучения интеллектуальной системы [3]. В качестве подобных данных выступает совокупность технологических параметров, таких как температура процесса гидрирования (T), массовые расходы этан-этиленовой фракции и водородсодержащих газов (F), данные поточных хроматографов (Q). При обучении используются значения технологических параметров, которые соответствуют технологическому режиму первого пуска установки, что говорит о «чистом» катализаторе [4].

Для полноценной работы генетического алгоритма необходимо выполнить настройку параметров генетического алгоритма, таких как:

- размер популяции;
- точность решения;
- время работы генетического алгоритма;
  - вероятность мутации.

Размером популяции установлено ограничение на 1 000 поколений, качество решения определяется с точностью 0,00001, на выполнение эволюции отводится десять минут с вероятностью мутации 10 %.

По окончанию работы алгоритма организован вывод графика фитнес-функции. Есть возможность приблизить данный график, используя навигационное меню. При наведении на график указателем мыши можно определить

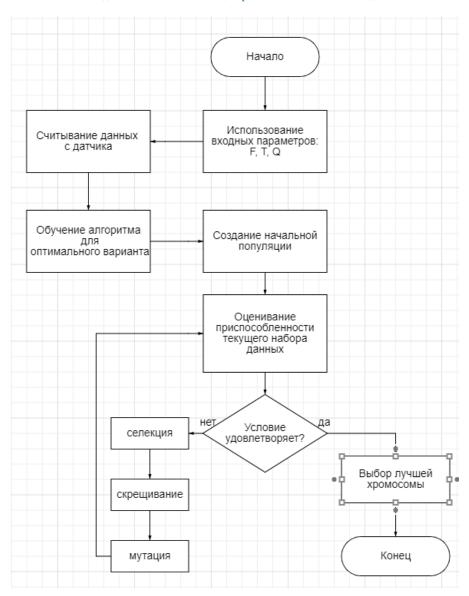


Рис. 1. Блок-схема генетического алгоритма

значения фитнес-функции.

При работе с генетическим алгоритмом были использованы следующие библиотеки для *Python*:

- *орепрух*l библиотека для работы с файлами *Excel* (*.xlsx*), которая позволяет создавать, изменять и читать данные из электронных таблиц;
- *matplotlib* библиотека для визуализации данных, которая позволяет создавать графики, диаграммы и анимации;
- scipy библиотека для научных вычислений, которая содержит множество модулей для работы с линейной алгеброй, оптимизацией, обработкой сигналов, статистикой и многи-

ми другими областями;

- питру библиотека для работы с многомерными массивами и матрицами, которая предоставляет эффективные методы для выполнения математических операций;
- tkinter библиотека для создания графических интерфейсов пользователя (GUI), которая позволяет создавать кнопки, текстовые поля, меню и другие элементы интерфейса.

В программном обеспечении для реализации генетического алгоритма поставлена и решена задача поиска оптимальных параметров, которые удовлетворяли равенству уравнения (1) из статьи [2].

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods

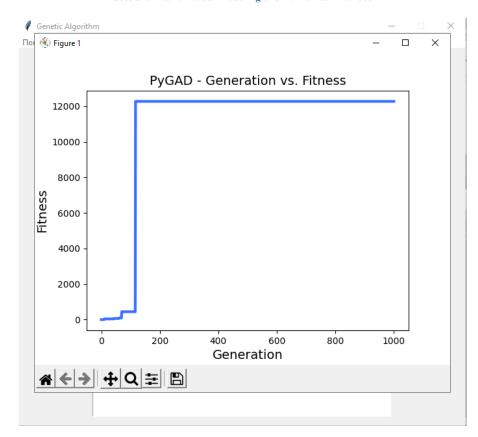


Рис. 2. График фитнес-функций

#### Список литературы

- 1. Веревкин, А.П. Оптимизация управления технологическими процессами переработки нефти по показателям технико-экономической эффективности (на примере висбрекинга гудрона) / А.П. Веревкин, Т.М. Муртазин, Р.М. Линецкий, М.Х. Хуснияров // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2013. № 5. С. 18–22.
- 2. Газизов, А.М. Разработка программного обеспечения оценки состояния катализатора гидрирования ацетилена с применением генетического алгоритма / А.М. Газизов, М.Г. Баширов, К.А. Крышко // Наука. Технология. Производство 2023: Материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 75-летию ООО «Газпром нефтехим Салават», Салават, 24—28 апреля 2023 года. Том Часть 2. Салават: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. С. 27—29.
- 3. Веревкин, А.П. Подготовка данных для построения виртуальных анализаторов в задачах усовершенствованного управления / А.П. Веревкин, С.В. Денисов, Т.М. Муртазин, К.Ю. Устюжанин // Автоматизация в промышленности. 2019. № 3. С. 12–17.
- 4. Kryshko, K.A. Coking control system acetylene hydrogenation catalyst in ethane-ethylene fraction / K.A. Kryshko, M.G. Bashirov, A.M. Khafizov // Chemistry and Technology of Fuels and Oils, 2022.

#### References

1. Verevkin, A.P. Optimizatsiya upravleniya tekhnologicheskimi protsessami pererabotki nefti po pokazatelyam tekhniko-ekonomicheskoy effektivnosti (na primere visbrekinga gudrona) / A.P. Verevkin, T.M. Murtazin, R.M. Linetskiy, M.KH. Khusniyarov // Territoriya «NEFTEGAZ». -2013. - N $_{\odot}$  5. -

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Математическое моделирование и численные методы

S. 18-22.

- 2. Gazizov, A.M. Razrabotka programmnogo obespecheniya otsenki sostoyaniya katalizatora gidrirovaniya atsetilena s primeneniyem geneticheskogo algoritma / A.M. Gazizov, M.G. Bashirov, K.A. Kryshko // Nauka. Tekhnologiya. Proizvodstvo 2023: Materialy Vserossiyskoy nauchnotekhnicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 75-letiyu OOO «Gazprom neftekhim Salavat», Salavat, 24–28 aprelya 2023 goda. Tom Chast' 2. Salavat: Ufimskiy gosudarstvennyy neftyanoy tekhnicheskiy universitet, 2023. S. 27–29.
- 3. Verevkin, A.P. Podgotovka dannykh dlya postroyeniya virtual'nykh analizatorov v zadachakh usovershenstvovannogo upravleniya / A.P. Verevkin, S.V. Denisov, T.M. Murtazin, K.YU. Ustyuzhanin // Avtomatizatsiya v promyshlennosti. − 2019. − № 3. − S. 12−17.

© К.А. Крышко, А.М. Газизов, М.Г. Баширов, Р.Р. Мустафина, 2023

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods

УДК 004.056.5

А.О. ПЕНЗИН ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень

# ГЕНЕРАТИВНО-СОСТЯЗАТЕЛЬНЫЕ СЕТИ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Ключевые слова:* безопасность информации; генеративно-состязательные сети; генерация; поддельные изображения.

Аннотация. В статье рассматривается потенциальное использование генеративносостязательных сетей (GANs) для повышения информационной безопасности систем, которые полагаются на изображения в качестве основной функции безопасности. Создавая как реальные, так и фальшивые изображения, GANs способствуют обучению системы стать более устойчивой к попыткам злоумышленников использовать систему в своих целях. Описано создание генератором фальшивых изображений, которые выглядят так же, как истинные изображения, а затем использование дискриминатора для различения между реальными и фальшивыми изображениями. Отмечено, что создание более полного обучающего набора данных приведет к повышению эффективности обнаружения аномалий безопасности. Сделан вывод о том, что *GAN*-сети имеют высокий потенциал для повышения безопасности систем, основанных на изображениях, в предотвращении несанкционированного доступа к конфиденциальным данным.

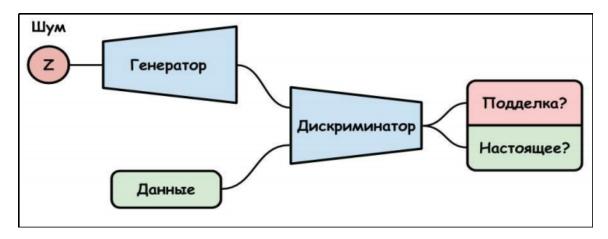
Информационная безопасность в современную цифровую эпоху является значимой и важной задачей. Риски кибербезопасности становятся все более распространенными, поэтому бизнес должен предпринимать необходимые меры предосторожности, чтобы защитить данные от взломов, незаконного доступа и других факторов, нарушающих безопасность данных клиентов и компании [2]. На первое место выходит защита конфиденциальной информации.

Организации владеют значительным объемом информации, которую необходимо защищать от незаконного доступа, использования или разглашения. В противном случае это приведет к финансовым потерям, юридическим проблемам и репутационному ущербу [8]. Несоблюдение правил информационной безопасности может повлечь серьезные последствия. Например, для соблюдения правил *HIPAA* в здравоохранении, требований *PCI-DSS* в платежной индустрии и правил *GDPR* в Европейском союзе необходимо установить соответствующие меры безопасности для защиты конфиденциальных данных.

В случае нарушения безопасности или кибератаки информационная безопасность критически важна для обеспечения продолжения ключевой деятельности компании. Нарушения системы или данных вызывают значительные нарушения и финансовые потери для бизнеса [10]. Защита репутации играет важную роль, поскольку нарушение безопасности или кибератака влекут за собой ущерб репутации организации и приводят к снижению числа клиентов, бизнес-партнеров и сотрудников. Это, в свою очередь, ведет к потерям клиентов, дохода и конкурентным недостаткам [4].

Бизнесы хранят большое количество конфиденциальной информации о своих сотрудниках, включая их личную информацию, медицинские записи и записи о выплатах заработной платы. Нарушение безопасности приводит к краже личных данных и мошенничеству. На организации, которые не принимают достаточных мер по безопасности, могут быть направлены атаки вирусами, программами-вымогателями, фишинговыми атаками и многими другими видами кибератак.

В последнем исследовании Gartner Hot Spots [13] киберугрозы указаны как одна из са-



**Рис. 1.** Общая архитектура *GAN* [7]

мых серьезных областей риска. Согласно отчету ФБР об Интернет-преступлениях за 2020 г., убытки в 2020 г. составили более четырех миллиардов долларов [4].

Информационная безопасность критически важна как для частных компаний, так и для корпораций. Цель информационной безопасности – ограничить доступ к информации и защитить ее от несанкционированного входа в систему. Одно из самых распространенных киберпреступлений на сегодняшний день - это кража личности, которая приводит к катастрофическим последствиям для тех, кто не относится к информационной безопасности серьезно [13]. Например, распределенная атака отказа в обслуживании (DDoS) может создать серьезные прерывания работы системы продолжительное время, что приводит к потере доходов. Другой часто встречающийся и чрезвычайно дорогостоящий тип атак – это программы-вымогатели. Вирусы распространяются через фишинговые электронные письма, вложения и запросы «кликните здесь» в тексте электронной почты. Если пользователь загружает вложение или нажимает на ссылку, вирус заражает ядра серверов сети, а затем распространяется на все подключенные устройства.

Высокая степень информационной безопасности уменьшает риск внутренних и внешних нападений на информационно-технологические системы компании. Кроме того, защита критических данных от угроз безопасности обеспечивает непрерывность работы компании, защищает системы от кибератак [13].

Генеративно-состязательные сети – это

тип нейронной сети, который известен GAN, он обучается создавать искусственные данные, сравнимые с каким-то известным входным материалом. GAN состоит из двух нейронных сетей: дискриминатора, который обучается находить различия между подлинными и поддельными объектами, и генератора, который специализируется на создании объектов определенного типа, таких как изображения собак или человеческих лиц. GANs стали чрезвычайно популярными благодаря их удивительной способности создавать реалистичные образцы [9].

В кибербезопасности имеется несколько способов использования *GAN*. Одним из таких приложений является обнаружение вредоносных программ (*malware*). *GANs* используются для обнаружения нулевых дней-вымогателей, что представляет собой важную задачу в кибербезопасности. Кроме того, *GANs* используются для создания вредоносных образцов для атак на сервер, которые могут быть использованы в качестве атаки [6].

Еще одним способом использования GAN в кибербезопасности является выявление киберугроз. Недавнее исследование представило модель, основанную на GAN, для выявления угрозы в киберпространстве с целью обеспечения безопасности «Интернета вещей» [1]. Кроме того, с помощью GAN можно запустить и предотвратить вредоносные нападения на системы обнаружения атак на сеть. Также GANs используются для создания уникального видеоматериала, синтетических данных и моделей реальных объектов, которые соответствуют ис-

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods



Рис. 2. Стандартная защищенная система

ходным данным [11].

Однако из-за сложной структуры модели у GAN есть тенденция запоминать образцы обучения [9]. GANs используются хакерами, поскольку они создают искусственные данные, которые трудно отличить от реальных. GANs используются для кибератак на мобильные приложения и устройства IoT [12].

GANs используются в различных кибербезопасностных приложениях, включая системы обнаружения вторжений в сеть, обнаружения вредоносных программ и выявления киберугроз. Кроме того, они предоставляют фиктивные данные для форензических детекторов. Однако GAN применяются в кибератаках и запоминают обучающие образцы. На рис. 1 изображены генерирующая и различающая части GAN.

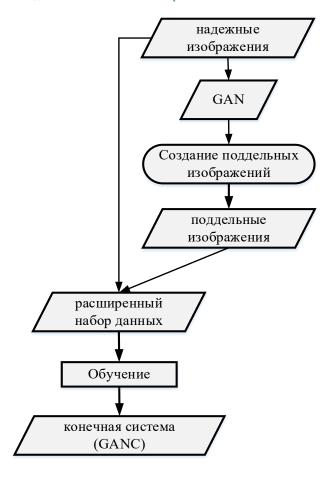
Целесообразно привести несколько примеров систем безопасности, которые используют изображения различных частей тела в качестве ключей.

- 1. Технология распознавания лиц: данная система использует черты лица индивидуума для аутентификации его личности. Технология распознавания лиц часто используется в смартфонах, ноутбуках и системах видеонаблюдения [9].
- 2. Технология распознавания зрачков: подобно распознаванию лиц технология распознавания зрачков идентифицирует человека на основе уникальных узоров в его зрачках. Данная технология часто применяется в аэропортах, правительственных зданиях или других местах повышенной безопасности [7].
- 3. Технология распознавания отпечатков пальцев: данная система сканирует отпечатки пальцев индивидуума и использует уникальный узор для аутентификации его личности. Технология распознавания отпечатков пальцев часто используется в смартфонах, системах контроля доступа.
- 4. Технология распознавания сетчатки глаза: данная система сканирует кровеносные

сосуды в глазах индивидуума для аутентификации его личности. Технология распознавания сетчатки глаза часто используется в системах контроля доступа высокой безопасности и считается одним из наиболее надежных методов аутентификации [8; 10].

Важность использования GAN в информационной безопасности, в целом, может быть защищена с помощью изображения глаз, лица или даже отпечатка пальца, в тех случаях когда изображение является ключом к блокировке информации.

В последние несколько лет появилась обеспокоенность кибербезопасностью в связи с беспроводной самоорганизующейся ад-хок сетью киберфизических систем, которая является типом сети машинного взаимодействия (m2m), соединяющей различные кибер-устройства, такие как сети движущихся транспортных средств и подвижных объектов (VANET, FANET, MARINET, MANET), промышленный интернет вещей (IoT) и сенсорные сети умных зданий. Каждое устройство внутри такой сети является киберфизической системой, способной независимо получать команды, выполнять операции, перемещаться в пространстве и управляться удаленно. Учитывая чувствительность кибербезопасности данной ITC системы, необходимо защитить ее соответствующим и эффективным механизмом обнаружения вторжений. Однако традиционные искусственные нейронные сети (ANN), применяемые для решения данной проблемы, стали бесполезными из-за ограничений вычислительных возможностей при обработке больших объемов данных и отсутствии масштабной обучающей выборки. Рассмотрим использование генеративных противоборствующих нейронных сетей (GAN) для обнаружения безопасности нарушений в крупномасштабных сетях киберустройств. Через эксперименты оценивается применимость генеративных противоборствующих нейронных сетей в обнаружении безопасности аномалий, а также обсуждаются практические рекомендации для их



**Рис. 3.** *GAN* 

использования в связанных киберфизических сетях [5].

Проблемы безопасности, описанные ранее во многих областях, показывают необходимость современного средства безопасности, способного непрерывно обучаться и опирающегося на глубокое обучение. Другие инструменты могут быть статичными и нединамичными, они не способны к непрерывному обучению. Этим средством является GAN (генеративно-состязательная сеть), и в следующем разделе будут предоставлены подробности о GAN.

Основная идея применения генеративносостязательных сетей в области информационной безопасности заключается в том, что данный тип сетей предназначен для построения надежной системы, которая защищена от любых атак. Рассмотрим ситуацию, где есть система информационной безопасности, зависящая от изображения глаз или лица, которую условно можно назвать С. Данная система обучается на нормальном наборе данных доверенных или разрешенных пользователей для входа в систему. Злоумышленник имеет изображение пользователя, у которого есть разрешение на вход в систему, и, соответственно, имеет изображения, доверенные системе. Затем злоумышленник может обойти систему и получить доступ ко всей информации, как показано на рис. 2.

Допустим, что систему *C* обучили с помощью *GAN* и назвали ее *GANC*. В этом случае набор данных для *GANC* не только будет содержать доверенные изображения, но будет расширен до включения как доверенных, так и поддельных изображений. Данные поддельные изображения создаются *GAN* и будут выглядеть как доверенные изображения, но при обучении они будут иметь метку «Поддельное», а затем система вернет параметры для различения между доверенными и поддельными изображениями. В этом случае система будет более квалифицированной для блокировки атакующего, как показано на рис. 3. С точки зрения процес-

Section: Mathematical Modeling and Numerical Methods

са GAN, он легко применяется с использованием языка программирования Python, его можно протестировать на портативных системах, таких как устройства  $Raspberry\ Pi$ .

В данном случае система акцентируется на той части GAN, которая отвечает за обнаружение поддельных изображений. С другой стороны, злоумышленники используют эту функциональность для фокусировки на генерации части GAN.

В заключение следует отметить, что генеративно-состязательные сети GAN доказывают свою способность обеспечивать надежную и эффективную защиту от атак, особенно когда они применяются для повышения надежности систем безопасности. В системах безопасности GANs рассматриваются как мощный инструмент, способствующий обеспечению безопасности и доверию к интернет-сайтам и приложениям организаций.

#### Список литературы

- 1. Amine Ferrag, M. Generative Adversarial Networks-Driven Cyber Threat Intelligence Detection Framework for Securing Internet of Things / M. Amine Ferrag [et al.] //arXiv e-prints, 2023. P. 2304–05644.
- 2. Асаул, В.В. Обеспечение информационной безопасности в условиях формирования цифровой экономики / В.В. Асаул, А.О. Михайлова // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии.  $-2018.- \mathbb{N} 24(38).- \mathbb{C}$ . 5-9.
- 3. Bakarich, K.M. Something phish-y is going on here: A teaching case on business email compromise / K.M. Bakarich, D. Baranek // Current Issues in Auditing. 2020. Vol. 14. No. 1. P. A1–A9.
- 4. Bandari, V. Enterprise Data Security Measures: A Comparative Review of Effectiveness and Risks Across Different Industries and Organization Types / V. Bandari // International Journal of Business Intelligence and Big Data Analytics. 2023. Vol. 6. No. 1. P. 1–11.
- 5. Belenko, V. Evaluation of GAN applicability for intrusion detection in self-organizing networks of cyber physical systems / V. Belenko // 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE, 2018. P. 1–7.
- 6. Cai, Z. Generative adversarial networks: A survey toward private and secure applications / Z. Cai // ACM Computing Surveys (CSUR). 2021. Vol. 54. Vol. 6. P. 1–38.
- 7. Ковалев, В.А. Генерация искусственных рентгеновских изображений грудной клетки с использованием генеративно-состязательных нейронных сетей / В.А. Ковалев, С.А. Козловский, А.А. Калиновский // Информатика. 2018. Т. 15. № 2. С. 7–16.
- 8. McCallister, E. Guide to protecting the confidentiality of personally identifiable information / E. McCallister // Diane Publishing. 2010. Vol. 800. No. 122.
- 9. Pan, K. Privacy-enhanced generative adversarial network with adaptive noise allocation / K. Pan, M. Gong, Y. Gao //Knowledge-Based Systems. 2023. Vol. 272. P. 110576.
- 10. Phillips, R. Breaking down silos between business continuity and cyber security / R. Phillips, B. Tanner // Journal of business continuity & emergency planning. 2019. Vol. 12. No. 3. P. 224–232.
- 11. Striuk, O.S. Generative Adversarial Networks in Cybersecurity: Analysis and Response / O.S. Striuk, Y.P. Kondratenko // Artificial Intelligence in Control and Decision-making Systems: Dedicated to Professor Janusz Kacprzyk. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. P. 373–388.
- 12. Tasneem, S. Generative Adversarial Networks (GAN) for Cyber Security: Challenges and Opportunities.
- 13. Whitman, M.E. Principles of information security / M.E. Whitman, H.J. Mattord. Cengage learning, 2021.

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Математическое моделирование и численные методы

#### References

- 2. Asaul, V.V. Obespecheniye informatsionnoy bezopasnosti v usloviyakh formirovaniya tsifrovoy ekonomiki / V.V. Asaul, A.O. Mikhaylova // Teoriya i praktika servisa: ekonomika, sotsial'naya sfera, tekhnologii. -2018. № 4(38). S. 5-9.
- 7. Kovalev, V.A. Generatsiya iskusstvennykh rentgenovskikh izobrazheniy grudnoy kletki s ispol'zovaniyem generativno-sostyazatel'nykh neyronnykh setey / V.A. Kovalev, S.A. Kozlovskiy, A.A. Kalinovskiy // Informatika. -2018.-T.15.-N0. 2.-S.7-16.

© А.О. Пензин, 2023

**Section: Information Security** 

УДК 004.056

Т.А. КОВАЛЕНКО, А.Н. ЛЕУТИНА ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара

### ПРАВОНАРУШЕНИЯ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ключевые слова: взлом; защита информации; киберпреступность; кибершпионаж; компьютерное мошенничество; нарушение авторских прав; онлайн-терроризм; хакерство.

Аннотация. Цель — это анализ, исследование и оценка причин правонарушений. Гипотеза исследования: «Эффективные меры предотвращения и борьбы с правонарушениями в сфере информационных технологий могут быть разработаны только на основе комплексного подхода». В исследовании были использованы методы анализа статистических данных, экспертных оценок для выявления зависимостей между различными инструментами атак. В результате были разработаны рекомендации для создания эффективных стратегий предотвращения преступлений.

Правонарушениями в сфере информационных технологий являются: вирусное программное обеспечение (ПО), нарушение конфиденциальности, кража интеллектуальной собственности, дезинформация, разжигание межнациональных конфликтов, пропаганда и агитация запрещенных к распространению на той или иной территории идей, запрещенного контента и т.д. Все это закреплено на законодательном уровне.

Примеры статей из УКРФ о правонарушениях в сфере информационных технологий.

- 1. Статья 272. Неправомерный доступ к компьютерной информации.
- 2. Статья 273. Создание, использование и распространение вредоносных компьютерных программ.
- 3. Статья 274. Нарушение правил эксплуатации средств хранения, обработки или передачи компьютерной информации и информационно-телекоммуникационных сетей.

Мошенники, преступники, террористы ча-

сто используют социальные сети для различных махинаций. Глобализация и технический прогресс дал человечеству шаг вперед не только в экономической и социальной сферах, но и в криминальной. В табл. 1 представлены виды потенциальных угроз.

Какие же цели преследуют хакеры? Проанализировав доступную информацию, видим, что большая доля нарушений приходится на коммерческую тайну, учетные и персональные данные. Как раз такая информация наиболее востребована на рынке (рис. 1).

Рассмотрим, какие инструменты наиболее часто применяются для хакерских атак.

- 1. Фишинг (англ. phishing, or fishing рыбная ловля, выуживание и password пароль) вид интернет-мошенничества, цель которого получить идентификационные данные пользователей. Сюда относятся кражи паролей, номеров кредитных карт, банковских счетов и другой конфиденциальной информации.
- $2.\ DDOS$  атака типа «отказ в обслуживании» (DoS) это попытка причинить вред, сделав недоступной целевую систему. Для осуществления атаки типа «распределенный отказ в обслуживании» (DDoS) злоумышленник использует множество взломанных или контролируемых источников.
- 3. Ботнет это сеть компьютеров, зараженная вредоносным программным обеспечением. Киберпреступники используют ботнетсети, которые состоят из большого количества компьютеров для различных вредоносных действий.
- 4. *Backdoor* вредоносная программа, а иногда намеренно оставленная лазейка в коде легальной программы, которая предоставляет доступ к устройству для несанкционированных действий. Бэкдор в точности соответствует своему названию (от англ. *back door* «черный ход»): скрытно впускает злоумышленника в систему, наделяя правами администратора.

Раздел: Информационная безопасность

Таблица 1. Виды потенциальных угроз

Угроза	Причина	Наносимый угрозой ущерб		
Вирус	Вредоносные сайты, ссылки	Угроза целостности и нормальной работы операционной системы		
Хакеры	Неосведомленность пользователей; низкая цифровая грамотность	Несанкционированный доступ к данным пользователей		

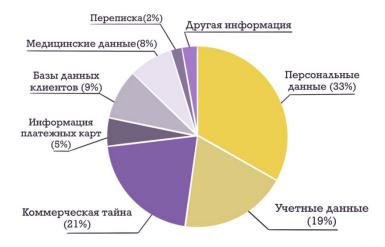


Рис. 1. Цели киберпреступников

Вирус-вымогатель (ransomware) — вид вредоносных программ, которые своими действиями мешают правильному функционированию компьютера и требуют денег за то, чтобы вернуть нормальный доступ к информации. Вирус-вымогатель — один из самых простых в написании видов вредоносных программ. Этим обусловлено их широкое распространение. Впрочем, есть и более качественно написанные вымогатели, а некоторые из них даже обладают технической поддержкой.

Лавинное распространение получили угрозы «Нулевой день». Это общий термин, он описывает недавно обнаруженные уязвимости в системе безопасности, которые могут быть использованы злоумышленниками для атаки на систему. В случае если поставщик или разработчик только что узнал об уязвимости, у него есть «ноль дней» на ее исправление. Происходит это потому, что развитие в информационной области идет с большой скоростью, а люди, естественно, подстраиваются под это. И, как мы видим из диаграммы, динамика инцидентов

в области информационной безопасности растет (рис. 2).

Анализируя причины распространения нарушений в сфере информационных технологий, приходим к выводу о том, что по статистике в России раскрывается меньше 25 % киберпреступлений. Чувствуя безнаказанность, преступники с каждым годом совершенствуют методы кибернетических атак (рис. 3).

Как видно из представленного графика, наибольшее количество преступлений совершается с использованием электронных средств платежей и в сфере компьютерной информации. Это происходит, потому что для создания вредоносной программы нужно время и знания, как и для доступа к информации.

- 1. М мошенничество с использованием электронных средств платежей, ст. 159.3 УК РФ.
- 2.  $\Pi$  преступления в сфере компьютерной информации, гл 28 УК РФ.
- 3. Н неправомерный доступ к компьютерной информации, гл.272 УК РФ.

**Section: Information Security** 

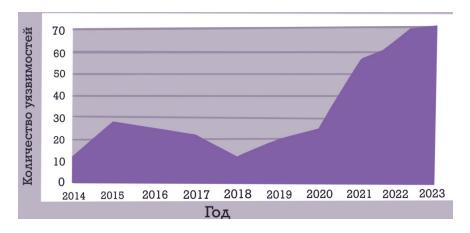


Рис. 2. Количество угроз нулевого дня

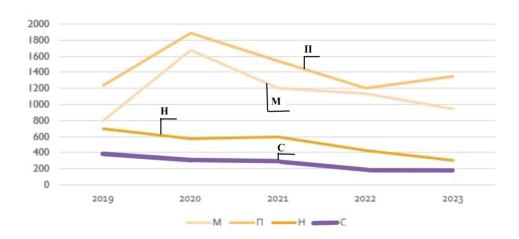


Рис. 3. Статистика роста числа киберпреступлений

4. С – создание, использование и распространение вредоносных компьютерных программ, ст. 273 УК РФ.

Причины этих правонарушений могут быть:

- 1) социальные (безработица, низкий материальный достаток);
- 2) психологические (моральная распущенность, духовная нищета, неуважение к закону, правовой нигилизм, чувство безнаказанности);
- 3) неосведомленность большего количества населения о кибербезопасности;
- 4) недавнее появление технологий и развитие сети интернет;
- 5) острая нехватка профессионалов в области кибербезопасности.

Правила безопасности всем известны: это и создание персональных паролей, и использо-

вание проверенных браузеров, сайтов. Не рекомендуется размещать в свободном доступе информацию о себе и своих близких. Об этом говорят постоянно по телеканалам, предупреждают в общественном транспорте. Почему же тогда такие преступления все равно имеют место быть? Самое распространенное – это мошенничество с помощью телефонных звонков. Следует отдать должное мошенникам, которые звонят по телефону. Они очень хорошо осведомлены о человеке, которому они звонят. Кроме того, они хорошие психологи, знают, как разговорить человека, особенно если этот человек пожилого возраста. Поэтому следует ознакомить с правилами безопасности своих родственников и знакомых, которые в силу возраста или недостаточного уровня финансовой грамотности могут быть особенно уязвимы для действий киберпреступников.

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Информационная безопасность

В заключение отметим, что ограничение доступа к сети не ведет к решению проблемы, наоборот, усугубляет ситуацию. Безопасное ис-

пользование технического прогресса возможно только при массовом осознании населением этой темы и ее значимости.

#### Список литературы

- 1. Зобова, Е.В. Алгоритм нахождения фейков / Е.В. Зобова, А.Е. Котова, Т.А. Коваленко // Проблемы и перспективы внедрения инновационных телекоммуникационных технологий : Сборник материалов IX Международной научно-практической очно-заочной конференции, Оренбург, 07 апреля 2023 года. Оренбург : Оренбургский филиал Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, 2023. С. 92—99.
- 2. Киберпреступность в мире [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://www.tadviser.ru/index.php.

#### References

- 1. Zobova, Ye.V. Algoritm nakhozhdeniya feykov / Ye.V. Zobova, A.Ye. Kotova, T.A. Kovalenko // Problemy i perspektivy vnedreniya innovatsionnykh telekommunikatsionnykh tekhnologiy : Sbornik materialov IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy ochno-zaochnoy konferentsii, Orenburg, 07 aprelya 2023 goda. Orenburg : Orenburgskiy filial Povolzhskogo gosudarstvennogo universiteta telekommunikatsiy i informatiki, 2023. S. 92—99.
- 2. Kiberprestupnost' v mire [Electronic resource]. Access mode : https://www.tadviser.ru/index.php.

© Т.А. Коваленко, А.Н. Леутина, 2023

Section: Information Security

УДК 304.2, 004.8

К.В. СКВОРЦОВ $^{I}$ , А.Н. ИСКАНДАРЯН $^{I}$ , А.Б. ЛЮХТЕР $^{2}$   $^{1}$  ФКОУ ВО «Владимирский юридический институт Федеральной службы исполнения наказаний», г. Владимир;  $^{2}$  ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», г. Владимир

#### ЧЕЛОВЕК В СОВРЕМЕННОЙ ЦИФРОВОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Ключевые слова: искусственный интеллект; онлайн-образование; реальность повседневной жизни; цифровая реальность; цифровизация.

Аннотация. В статье авторами освещаются различные аспекты интеграции человека в современное цифровое общество, включая использование цифровых устройств и технологий в повседневной жизни, доступ к информации, цифровые навыки и умения, а также взаимодействие с другими субъектами цифровой среды. С развитием и внедрением искусственного интеллекта, возникают новые вызовы и возможности для человека, связанные с автоматизацией, анализом больших данных и принятием решений на основе алгоритмов. Цель данного исследования заключается в проведении детального анализа процесса интеграции человека в современное цифровое окружение. Основными задачами исследования являются поиск и изучение конкретных примеров, которые демонстрируют широкое распространение и применение искусственного интеллекта, а также анализ последствий его внедрения в различные сферы человеческой жизни. Гипотеза, на основе которой проводится данное исследование, состоит в том, что в ближайшем будущем применение систем искусственного интеллекта приведет к качественным изменениям во всех аспектах человеческой деятельности. С использованием методов, таких как анализ и теоретическое исследование доступных литературных источников, авторы пришли к выводу о неотложной необходимости разработки правовых и этических принципов, регулирующих использование искусственного интеллекта.

Жизнь современного человека плотно связана с современными достижениями научно-

технического прогресса, к которому мы, без сомнения, можем отнести глобальную сеть Интернет, искусственный интеллект (ИИ), различного рода киберфизические системы, объединяющие возможности искусственного и человеческого интеллекта, а также мобильные средства коммуникации и гаджеты.

Представим ситуацию, при которой у современного человека по какой-либо причине выключился смартфон, в котором у него находится вся необходимая информация: список контактов, доступ к банковскому счету, поисковые системы, карты и так далее. Вначале он, вероятней всего, будет испытывать сильнейший стресс. Современный человек привык постоянно находиться на связи с миром, и вдруг эта связь обрывается. В данной ситуации он будет ощущать себя персонажем фильма, где морское судно, на котором он плыл, потерпело крушение. Единственного выжившего волной вынесло на необитаемый остров. Этим человеком может стать любой из нас, в случае если отобрать все гаджеты. Мы станем людьми, оказавшимися в среде, в которой непонятно, куда идти и что делать. Профессор, доктор биологических наук, доктор филологических наук, член-корреспондент Российского авторского общества (РАО) Татьяна Владимировна Черниговская в 2019 г. идентифицировала такого человека как Homo Confusus - человек растерянный [1].

Следует сказать, что современный человек уже находится в принципиально новой цивилизации, обратно можно вернуться лишь одним способом, который описал Альберт Энштейн, сказав: «Я не знаю, с каким оружием будет вестись третья мировая война, но четвертая мировая война будет вестись палками и камнями» [2]. Однако, если все же отойти от столь экстравагантного сценария, то у современного

Раздел: Информационная безопасность

человека нет иного выхода, кроме как попытаться научиться жить в таком мире. Ему стоит учить своих детей и внуков тому, чтобы они не потерялись в этом мире, так как в подобном мире они еще не жили. В указанной парадигме отдельное внимание стоит уделить цифровизации образования. В последние несколько лет дистанционное онлайн-обучение планомерно вытесняет традиционное. Однако прежде чем рассуждать о преимуществах онлайн-курсов, стоит задать себе вопрос: «Хочу ли я лечиться у врача, который, лежа на диване, выучил кое-что из анатомии?». Ответ, разумеется, предсказуем.

Переходя к вопросу цифровизации процесса получения образования, стоит сказать, что в настоящий момент в Интернете получило большую популярность множество платформ, на которых размещены онлайн-курсы, составленные ведущими учебными заведениями мира. Составители этих курсов - это зачастую ведущие ученые в указанных областях. Например, проект в сфере массового онлайн-образования, основанный профессорами информатики Стэнфордского университета, «Coursera» [3]. В России также присутствует ряд подобных платформ, на которых ведущие вузы России размещают свои онлайн-курсы. Например, «Открытое образование» [4] или российская интернет-компания, работающая в сфере онлайнобразования, «Skillbox» [5].

В современном мире популяризация и доступность дистанционных систем обучения оказывают огромное влияние на развитие школьного образования. Если пятилетний ребенок уверенно пользуется планшетным компьютером, то он довольно быстро научится получать различную информацию, минуя учителя. Очевидно, что не стоит говорить о качестве того, что ребенок извлекает из сети Интернет, но суть в другом. Этот ребенок придет в первый класс, где ему учитель скажет: «Ребята, это ложка, а это самолет. Оба эти предмета сделаны из алюминия». Вероятно, некоторые ученики могут потерять интерес к обучению, потому они и без учителя знают, из чего они изготавливаются. В определенный момент перед системой образования обострится вопрос, как работать с подобными детьми, которые с легкостью ориентируются в информационном пространстве. Для того чтобы извлекать и усваивать информацию, им уже учитель не нужен. По нашему мнению, у преподавателей, сторонников классического образования, стоит развивать чувство адаптации к изменяющимся условиям цифровой среды. Необходимо обозначить то, что мир крайне многообразен и, более того, он очень быстро меняется: то, что было актуальным вчера, уже может не пригодиться завтра.

Следующим проблемным аспектом дистанционного образования является отсутствие позыва к проверке достоверности информации в Интернете, или так называемый «фактчекинг» (англ. fact checking - проверка достоверности сведений). В сознании предыдущего поколения людей все публикации и новостные события были априори достоверными. Соответственно, у современного поколения не сформирован этот навык проверки информации на достоверность источников. Сформировано опрометчивое доверие к полученным фактам. Мы верим тому, что факты - это факты, как бы это не было парадоксально. Учитывая, что на многих веб-платформах любой желающий может стать автором или редактором статьи на любую тему, возникает вопрос: «Какие сейчас есть основания верить тому, что мы получаем из Интернета?». Факты должны быть проверяемыми. С целью противодействия изучению недостоверной информации, например, в вузах некоторые преподаватели сами предлагают обучающимся ссылки на достоверные источники из сети Интернет.

Отдельно стоит сказать о существующем противостоянии человека и разработанного им же искусственного интеллекта. Речь в данном случае идет о событиях, которые оказались переломными в указанном противостоянии. В 1997 г. лучший шахматист мира Гарри Каспаров проиграл в шахматы компьютеру Deep Blue [7]. Здесь стоит указать на очевидные преимущества системы по отношению к человеку: она не устает, не нервничает, не хочет спать, у нее не бывает стрессов и у нее объем и скорость памяти, которой нет у человека. Затем, через десять лет, другая программа Deep Fritz обыграла Владимира Крамника [8]. Кто-то может совершенно объективно заметить, что шахматы – это не то поле, где человек должен соревноваться с искусственным интеллектом, потому как принцип шахмат – это перебор множества комбинаций. Разумеется, искусственная система сделает это гораздо лучше человека. Можно заявить, что есть игры, в которые искусственная система никогда не сможет обыграть человека, и это, к примеру, игра под названием – «го». Го – это очень глубокая и очень вариативная игра. Поле Section: Information Security

в ней достаточно большое, а все камни ходят одинаково, выставляясь на любое свободное место, из-за всего этого многообразия возможных ходов и стратегий искусственная система долгое время не могла обыграть человека. В сравнении с шахматами стоит сказать, что если в шахматах 32 фигуры (16 белых и 16 черных), то в го 361 фигура, и все они ничем друг от друга не отличаются (181 черный камень и 180 белых камней). В этой игре искусственная система AlphaGo одержала уверенный верх, обыграв чемпиона мира по игре в го Ли Седоля [9]. Однако это еще не все. В 2017 г. команда разработчиков DeepMind создала нейронную сеть AlphaZer, которая без базовых знаний одинаково хорошо постигает го, сеги и шахматы. Данная система нарабатывает своего рода опыт, играя за 24 часа миллион партий со своим «клоном». Это уже качественно новый уровень, который выходит за пределы классического перебора операций и контропераций, это формирование умения по схожему с человеком методу, методу проб и ошибок, который формирует опыт [10]. До 2019 г. оставалась последняя надежда на игру, в которой решающее значение имеет не логика, а блеф. Это игра в покер. Ожидалось, что на этом поле программа не сможет обыграть человека, потому что там обман, там блеф – это вещи, которые невозможно заложить в алгоритм. Как оказалось, возможно! Новая версия машинного интеллекта Libratus, выигравшего почти два миллиона долларов при игре в покер, смогла победить сразу пять чемпионов, игравших с ней за одним столом [11].

В продолжение стоит сказать, что искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети, обрабатывая большие массивы информации, бесспорно, приносят пользу. К примеру, ни один рентгенолог не сможет проанализировать 1 000 000 рентгеновских снимков, причем не обширных снимков, а, предположим, тех, на которых изображены, например, менингиома средней трети сагиттального синуса и фалькса с большим гиперостозом. Разумеется, человек не способен делать подобное. Человек, в отличие от ИИ, не может в голове проводить анализ такого большого объема информации. Однако на сборе и представлении исходной информации польза указанной системы заканчивается. Если человек заболел, то маловероятно, что он пойдет лечиться к искусственной системе. Он пойдет к врачу-специалисту, который уже, в свою очередь, имея в своем арсенале, помимо проанализированных рентгеновских снимков, еще профессиональный опыт и интуицию, верно поставит диагноз и разрабатывает эффективную стратегию лечения. Потому как, вне всяких сомнений, медицина - это наука. Однако она в той же степени и искусство. Ведь как только предпринимаются попытки выяснить, каким образом, к примеру, известный врач, который ко всему прочему гениальный диагност, ставит диагноз, то он не может это объяснить никакими рациональными категориями. Вся суть заключается в том, что мозг человека работает не только лишь по определенным алгоритмам. В своих высших проявлениях он не работает, как искусственные системы, ведь ИИ, о которых идет речь, ключевым образом работают с алгоритмами, потому что это единственный способ задать системе модель поведения и какой бы то ни было функционал. Мозг человека – это биологический компьютер, про который мы знаем крайне мало, поэтому описать процессы, происходящие внутри мозга, мы не можем, потому как это не поддается алгоритмизации. Работа мозга - это условный врач, который говорит: «Я не знаю, откуда я это знаю, просто я это вижу». Или, основываясь на опыте и профессиональной интуиции, эксперт по живописи, который также говорит: «Так я же вижу, что это не Дюрер!». Однако сторонники ИИ могут сказать: «Мы сейчас отсканируем все работы Дюрера, программа проанализирует его стиль, и мы вам будем по одной картине Дюрера в минуту печатать». Здесь уже, пожалуй, стоит остановиться и задать себе вопрос: «О чем мы говорим?». Мы говорим об оригинале, который крайне ценен, ведь его писал живой человек, испытывающий в момент написания картины эмоции и вложивший в нее душу, или мы говорим о копии, пусть даже это будет изумительная копия, которая ничем не отличается от оригинала, только ее минуту назад распечатали на принтере?

Резюмируя вышеизложенное, стоит сказать, что современный цифровой мир живет многовекторной жизнью, и чем дальше, тем больше. Компьютерные сети начинают самоорганизовываться. Примером является таргетированная реклама, в которой используются методы и настройки поиска целевой аудитории в соответствии с заданными параметрами людей, которые могут интересоваться рекламируемым товаром или услугой. Такая реклама, анализируя запро-

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Информационная безопасность

сы в поисковых системах показывается только выбранной аудитории. Ввиду обилия информации и широкого спектра авторов, которые могут ее править, это порождает у населения растущее недоверие к этой самой информации, и цифровая реальность становится признаком отбора в социуме. Это формирует своеобразную систему каст. К примеру, будут формироваться большие группы или даже территории, которые не смогут нормально жить в этом мире, потому что у них нет широкого доступа к информации. Условно назовем некоторые государства Африки. Все это может привести в итоге к тому, что одни люди будут на вершине новой цифровой цивилизации, а другие будут у ее основания, и разрыв между ними будет крайне большой.

В заключение отметим, что в настоящее время вокруг искусственного интеллекта возникает очень много правовых и этических вопросов, которые в настоящий момент совершенно не отрегулированы. Например, абсолютно не разработана область, описывающая спектр информации, которую необходимо вкладывать в автомобиль, управляемый автопилотом. Предположим, если человек выходит на дорогу в неположенном для этого месте, нужно ли притормозить? Или, к примеру, в случае если дорожно-транспортное происшествие неизбежно, спасение чьей жизни должно быть первостепенным: пешехода или водителя/пассажира? А если пассажир – беременная девушка? А если водитель - беременная девушка, а пешеход ребенок? Система не сможет ответить.

#### Список литературы

- 1. Татьяна Черниговская о недоверии к информации: «В мире рухнуло сразу все» // Понимаем жизнь глубже Жизнь со смыслом [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://lifedeeper.ru/post/4252-tatyana-chernigovskaya-o-nedoverii-k-informacii-v-mirevsjo/?fbclid=IwAR2wbRvF8ROQ8 mwg TMMe8gHAGaUtK9X 04yyAeVJI2Hy-hZiZfxU2UBHtM.
- 2. Слова ученого-физика Альберта Эйнштейна (1879–1955 гг.) из интервью с Альфредом Вернером (Alfred Werner) для Liberal Judaism 16 (Апрель-май 1949) [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://dslov.ru/pos/2/p2 54.htm.
- 3. Online Courses & Credentials From Top Educators [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.coursera.org.
- 4. Курсы ведущих вузов России для каждого без ограничений // Открытое образование [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://openedu.ru.
- 5. Skillbox образовательная платформа с онлайн-курсами [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://skillbox.ru.
- 6. «Сбербанк» сократил 70 % менеджеров из-за внедрения ИИ [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://infostart.ru/journal/news/biznes/sberbank-sokratil-70-menedzherov-iz-za-vnedreniya-ii 942914.
- 7. Каспаров против компьютера битва, которая закончилась поражением человека // Спортс ру [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://www.sports.ru/tribuna/blogs/interval/2866672. html.
- 8. Гик, Е. Эра новых чемпионов. «Фриц» обыграл Крамника со счетом 4 : 2 / Е. Гик // Наука и жизнь. -2007. -№ 2.
- 9. За два хода AlphaGo и Ли Седоль изменили будущее // Futurist [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://futurist.ru/articles/104.
- 10. D. Silver et al. Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/321571298\_Mastering\_Chess\_and\_Shogi\_by\_Self-Play\_with\_a\_General\_Reinforcement\_Learning Algorithm.
- 11. Superhuman AI for multiplayer poker // Science [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.science.org/doi/10.1126/science.aay2400?cookieSet=1.

#### References

1. Tat'yana Chernigovskaya o nedoverii k informatsii: «V mire rukhnulo srazu vse» // Ponimayem

**Section: Information Security** 

zhizn' glubzhe – Zhizn' so smyslom [Electronic resource]. – Access mode : https://lifedeeper.ru/post/4252-tatyana-chernigovskaya-o-nedoverii-k-informacii-v-mirevsjo/?fbclid=IwAR2wbRvF8ROQ8mwg\_TMMe8gHAGaUtK9X\_04yyAeVJI2Hy-hZiZfxU2UBHtM.

- 2. Slova uchenogo-fizika Al'berta Eynshteyna (1879–1955 gg.) iz interv'yu s Al'fredom Vernerom (Alfred Werner) dlya Liberal Judaism 16 (Aprel'-may 1949) [Electronic resource]. Access mode: https://dslov.ru/pos/2/p2 54.htm.
- 3. Online Courses & Credentials From Top Educators [Electronic resource]. Access mode : https://www.coursera.org.
- 4. Kursy vedushchikh vuzov Rossii dlya kazhdogo bez ogranicheniy // Otkrytoye obrazovaniye [Electronic resource]. Access mode : https://openedu.ru.
- 5. Skillbox obrazovatel'naya platforma s onlayn-kursami [Electronic resource]. Access mode : https://skillbox.ru.
- 6. «Sberbank» sokratil 70 % menedzherov iz-za vnedreniya II [Electronic resource]. Access mode : https://infostart.ru/journal/news/biznes/sberbank-sokratil-70-menedzherov-iz-za-vnedreniya-ii 942914.
- 7. Kasparov protiv komp'yutera bitva, kotoraya zakonchilas' porazheniyem cheloveka // Sports ru [Electronic resource]. Access mode: https://www.sports.ru/tribuna/blogs/interval/2866672.html.
- 8. Gik, Ye. Era novykh chempionov. «Frits» obygral Kramnika so schetom 4 : 2 / Ye. Gik // Nauka i zhizn'. 2007. № 2.
- 9. Za dva khoda AlphaGo i Li Sedol' izmenili budushcheye // Futurist [Electronic resource]. Access mode: https://futurist.ru/articles/104.
- 10. D. Silver et al. Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm [Electronic resource]. Access mode: https://www.researchgate.net/publication/321571298\_Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm.
- 11. Superhuman AI for multiplayer poker // Science [Electronic resource]. Access mode: https://www.science.org/doi/10.1126/science.aay2400?cookieSet=1.

© К.В. Скворцов, А.Н. Искандарян, А.Б. Люхтер, 2023

Раздел: Информационная безопасность

УДК 004.056

ХУ БИТАЙ

Белорусский государственный университет, г. Минск (Республика Беларусь)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ

*Ключевые слова:* информационная сеть; искусственные нейронные сети; использование; проблемы; создание; эффективность.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, связанные с использованием искусственных нейронных сетей для создания интеллектуальной информационной сети. Цель исследования – изучить вопросы использования искусственных нейронных сетей для создания интеллектуальной информационной сети.

Основные методы исследования: метод анализа, сравнения, принятия решений, логического рассуждения и многие другие. Автор статьи подчеркивает важность использования искусственных нейронных сетей для решения различных задач в разных сферах жизнедеятельности общества. Изучено определение понятия «нейронные сети». Определены участники данного процесса, а также необходимые условия для осуществления информационного взаимодействия. Рассмотрено отличие интеллектуальных систем от обычных программ систем. Изучено определение понятия «интеллектуальные информационные системы». Изучено создание интеллектуальной информационной сети на основе использования технологии TensorFlow. Изучено создание интеллектуальной информационной сети на основе использования технологии Data Mining. Рассмотрены стадии информационной деятельности использования данной технологии. Изучено использование информационного продукта платформы Deductor для создания интеллектуальной информационной сети, а также ее преимущества применения. Рассмотрены основные составные части данной платформы.

Результаты: изучены вопросы использования искусственных нейронных сетей для созда-

ния интеллектуальной информационной сети. Разработаны основные направления повышения эффективности использования нейронных сетей для принятия решений и их дальнейшей оценки. Выводы: использование искусственных нейронных сетей для создания интеллектуальной информационной сети имеет важное народно-хозяйственное значение. Нейронные сети позволяют накапливать информацию, извлекать ее и использовать в нужный момент времени, передавать ее от одних субъектов к другим. Используя нейронную сеть, хозяйственный субъект (пользователь) получает возможность установления прямого (индивидуального) контакта с другим субъектом, что, в свою очередь, позволяет учитывать его личные особенности, успеваемость, а также запросы и потребности. Наличие обратной связи делает процесс эффективным и стимулирует к поиску постоянного контакта. Следует отметить, что использование нейронных сетей для создания информационной сети имеет еще и воспитательную ценность. Так, например, появляется общая заинтересованность в достижении поставленной цели и решаемых задач, проведения научного исследования или изучения определенных вопросов тематики. Все это позволяет сплотить участников процесса, укрепить их отношения.

#### Введение

Актуальность темы исследования заключается в том, что в современном мире с развитием научно-технического прогресса появились широкие возможности использования искусственных нейронных сетей и применения их в жизни человека и общества. Данные тех-

**Section: Information Security** 

нологии способствуют не только обеспечению рациональной организации деятельности, но и построению эффективной системы взаимодействия субъектов хозяйственного процесса. Нейросетевые технологии позволяют обмениваться информацией, накопленным опытом, знаниями, применять их в профессиональной области деятельности. Кроме того, с помощью данных технологий открываются новые возможности для повышения количества следок. обмена рыночной информацией, повышения квалификации, профессионального мастерства и творчества субъектов педагогического процесса. Искусственные нейронные сети предоставляют огромные возможности и перспективы для совершенствования в различных сферах жизнедеятельности общества. Автор статьи делает вывод о том, что комплексный подход к использованию нейронных сетей для создания интеллектуальной информационной сети приведет к желаемому положительному результату. А именно повысит производительность труда, эффективность взаимодействия его участников, снизит затраты времени, минимизирует процент ошибочных действий и рисков.

#### Материалы и методы

При проведении исследования использовались труды российских и зарубежных ученых. Были использованы следующие методы: анализ, сравнение, метод принятия решений, логические рассуждения и многие другие.

#### Литературный обзор

Вопросы, касающиеся использования искусственных нейронных сетей для создания интеллектуальной информационной сети, рассматривали многие ученые, такие как М.А. Ижунинов, Л.М. Катиева, А.А. Владимиров и другие. Считаем необходимым продолжить исследование в данном направлении и более подробно изучить отдельные вопросы темы.

#### Результаты

В условиях перехода общества к информационному пространству возросла потребность в коммуникационных технологиях, формирующих информационную среду на основе приме-

нения нейронных сетей.

Основными преимуществами использования нейронных сетей в информационной сети являются:

- 1) объединение всех участников информационного процесса и обеспечение эффективности их взаимодействия;
- 2) сетевой (электронный) характер взаимодействия всех участников информационного процесса;
- 3) формирование пространства для реализации творческих способностей и профессионального мастерства субъектов данного процесса;
- 4) проявление инициативности и самостоятельности личности в процессе решения различных задач;
- 5) использование эффективных инновационных методов в практической деятельности;
- 6) успешное освоение компьютерных программ;
- 7) доступ к новейшим программам и методикам;
- 8) возможность участия в различных творческих, научных и интеллектуальных конкурсах;
- 9) более усиленный контроль за информационным пространством;
- 10) формирование коммуникативного взаимодействия, совместное решение поставленных задач, достижение целей и т.д. [5].

Основными субъектами педагогического процесса являются: пользователи, хозяйствующие субъекты, лица, принимающие решения, и т.д. Все участники информационного пространства связаны между собой посредством информационных технологий. Под информационным взаимодействием понимается процесс осуществления коммуникативного обмена между ее субъектами, направленный на достижение поставленных целей и задач в информационном пространстве.

Следует отметить, что данное взаимодействие является очень сложным и многогранным процессом, включающим в себя комплекс научных, производственных, образовательных, воспитательных и других элементов. Повышение эффективности взаимодействия достигается за счет быстрого обмена информацией между ее участниками, распределения функций и заданий, исполнения поставленных целей и задач в рамках информационного процесса, оказания

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Информационная безопасность

Характеристика	Программирование в	Традиционное	
	интеллектуальных системах	программирование	
Тип обработки	Символьный	Числовой	
Метод	Эвристический поиск	Точный алгоритм	
Задание шагов решения	Неявное	Явное	
Искомое решение	Удовлетворительное	Оптимальное	
Управление и данные	Смешаны	Разделены	
Знания	Неточные	Точные	
Модификации	Частые	Редкие	

Рис. 1. Отличие интеллектуальных систем от обычных программ систем

консультационной помощи и услуг информационного характера [4].

Использование нейронных сетей в информационной среде между ее участниками возможно при наличии нескольких условий: создание единого информационного пространства для осуществления взаимодействия, присутствие участников процесса, использование механизмов и инструментов для осуществления такого взаимодействия.

Нейронные сети - это одна из самых современных технологий человечества, которые могут быть использованы для создания интеллектуальной информационной сети. Под интеллектуальной информационной системой следует понимать результаты работы обычной информационной системы на основе применения наукоемких технологий для принятия эффективных решений на основе полученных данных и их обработки. Создание интеллектуальной информационной системы позволяет открыть возможности управления базами данных в реальном режиме времени. Отличие интеллектуальных систем от обычных программ систем представлено в таблице на рис. 1.

Далее рассмотрим создание интеллектуальной информационной сети на основе использования технологии *TensorFlow*, которая, по сути, является библиотекой программного обучения с открытым исходным кодом и применяется для решения различных задач машинного обучения. Следует отметить, что разработчиком данного программного продукта является кампания *Google*. В данной сети возможно создание различных модификаций нейронных сетей, а также выявления и определения исследуемых

образцов и поиска взаимосвязи между отдельными структурными элементами и компонентами. В данной сети содержится также средство для визуализации объектов, имеющее название *TensorBoard*, расширяющее возможности использования данной системы.

TensorFlow может достигнуть максимальный уровень собственной производительности посредством распараллеливания задач между центральными и графическими процессорами. Ядро каждой отдельной операции реализуется на C++ с использованием библиотеки Eigen, а также *cuDNN* для максимальной эффективности. Каждая вычислительная операция в TensorFlow является графом потоковых данных, а также вычислительным графом. Граф вычислений представляет собой модель, описывающую ход дальнейшего вычисления. Целесообразно подчеркнуть то, что составление графа вычислений и выполнение операций в заданной структуре – два разных процесса. Граф состоит из плэйсхолдеров (tf.Placeholder), переменных (tf. Variable) и операций. В данной модели производится вычисление тензоров – многомерных массивов, которые могут быть числом или вектором. Pandas представляет собой достаточно большую библиотеку данных с определенными открытыми кодами и использующуюся для языка программирования Python.

Далее рассмотрим создание интеллектуальной информационной сети на основе использования технологии *Data Mining*. Данная технология обеспечивает эффективное решение следующих задач:

- 1) поиск и разведка необходимой информации для оценки и анализа;
  - 2) построение моделей оценки исследуе-

**Section: Information Security** 

Стадии							
Свободный поиск			Прогностичес моделировани	Анализ исключений			
Выявление закономерно- стей условий логики	Выявление закономерностей ассоциативной логики	Выявление трендов и колебаний	Предсказание неизвестных значений	Предсказание развития процессов	Выявление и объяс- нение отклонений		
Действия							

Рис. 2. Основные стадии информационной деятельности

мых параметров;

- 3) прогнозирование развития случайных событий, рисков и возможностей;
- 4) обобщение и анализ, формулирование выводов [2].

Данная технология, основанная на использовании нейронных сетей, успешно может быть применена для создания интеллектуальной информационной сети с ее последующим применением в торговле, промышленной сфере, страховании, бизнесе, медицинской отрасли и т.д.

Отличительными характеристиками обрабатываемой информации с помощью данной технологии являются: большой объем сведений, разнородность предоставляемой информации по качеству и количеству, возможные факторы неопределенности и риска.

Основные стадии информационной деятельности представлены в таблице на рис. 2.

На первоначальной стадии осуществляется свободный поиск информации, сведений, закономерностей, которые могут быть использованы в дальнейшем для проведения анализа. На данной стадии происходит выявление закономерностей условий логики. При осуществлении данного процесса также может быть использован математический аппарат условной логики, который рассматривает различные группы примеров, проводит сравнительную оценку, классификацию и кластеризацию. С помощью аппарата условной логики можно решать задачи по определению ассоциаций и последовательностей. Кроме того, на данной стадии осущест-

вляется выявление трендов и колебаний, то есть отклонений значений от исходных анализируемых параметров.

На второй стадии информационного процесса осуществляется прогностическое моделирование, в основе которого лежит предсказание неизвестных значений и развития процессов. Это дает возможность предсказания рисков и угроз, возникающих в дальнейшем при осуществлении деятельности, а следовательно, минимизации ущерба и потерь [1].

На третьей, заключительной стадии производится анализ исключений. То есть проводится сопоставление оценки соответствия полученных значений (параметров) и их «выпадение» от ранее установленной закономерности, даются трактовка и объяснение.

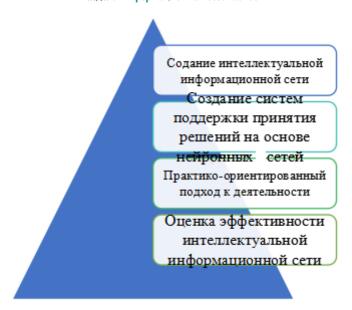
В основе системы *Data Mining* лежат следующие методы:

- 1) регрессионный анализ;
- 2) дерево целей;
- 3) нейронные сети;
- 4) временные ряды;
- 5) алгоритмы кластеризации и т.д.

Еще одним интересным информационным продуктом, используемым для создания интеллектуальной информационной сети, является платформа *Deductor*. Данная платформа включает в себя следующие основные части:

1) Studio – программа для обработки большого массива данных, возможности их экспорта и импорта (является достаточно надежной и эффективной, может работать и без хранилища данных);

Раздел: Информационная безопасность



**Рис. 3.** Основные направления повышения эффективности использования нейронных сетей для принятия решений и их оценки

- 2) Viewer представляет собой рабочее место пользователя, все операции по работе с информацией, ее обработкой выполняют аналитики-эксперты, которые предоставляют пользователям готовые результаты и отчеты о проделанной работе;
- 3) Warehous представляет собой резервное хранилище данных, обеспечивает непрерывность использования информации в случае необходимости;
- 4) Server представляет собой удаленного помощника по обработке данных и поступающей информации в сетевое пространство;
- 5) Client обеспечивает доступ клиента к серверу из сторонних приложений и возможности управления его работой.

Следует отметить, что система обладает особенной гибкостью процессов, с успешностью решает поставленные перед собой задачи и наращивает мощность решений в реальном режиме времени.

Считаем, что выбор той или иной технологии, основанной на использовании нейронных сетей, для создания интеллектуальной информационной сети, зависит от поставленных целей и задач, а также возможностей, которыми располагает хозяйствующий субъект. Использование комплексного подхода позволит более успешно решить проблему повышения эффек-

тивности деятельности.

В данной статье разработаны основные направления повышения эффективности использования нейронных сетей для принятия решений и их дальнейшей оценки, наглядно представленные на рис. 3.

Считаем, что разработанный алгоритм позволит не только решить проблему повышения эффективности использования нейронных сетей для принятия решений и их оценки, но и создаст условия для расширения функциональных возможностей использования самой информационной сети. В целом, это будет способствовать повышению производительности труда, увеличению основных показателей экономической эффективности, сокращению времени и затрат труда.

#### Обсуждение

Повышение эффективности взаимодействия субъектов хозяйственного процесса достигается за счет использования следующих форм организации процесса обучения с использованием нейронных сетей: научные семинары, конкурсы, конференции, тематические кружки, викторины, олимпиады, игры и т.д. При проведении таких мероприятий очень ценным является умение выслушать собеседника, понять его мысль, задать интересующие вопросы, уста-

**Section: Information Security** 

новить взаимодействие с ним. Таким образом, нейронные сети позволяют свободно общаться, обмениваться опытом и знаниями, размещать презентации в открытом доступе, обмениваться электронными сообщениями, смотреть видеоролики и другие интересные материалы. Нейронные сети также могут активно применяться для саморазвития, процесса самопознания и установления взаимодействия между участниками сетевого пространства.

#### Заключение

Можно сделать вывод о том, что комплексный подход к использованию нейронных сетей для создания интеллектуальной информационной сети приведет к желаемому положительному результату. А именно повысит производительность труда, эффективность взаимодействия его участников, снизит затраты времени, минимизирует процент ошибочных действий и рисков.

#### Список литературы

- 1. Ижунинов, М.А. Обзор современных нейронных сетей и их интеграция в жизнь человечества / М.А. Ижунинов // Молодой ученый. -2020. -№ 4(294). C. 18–19.
- 2. Катиева, Л.М. Нейронные сети и искусственный интеллект / Л.М. Катиева // Молодой ученый. -2021. -№ 5(347). C. 7–9.
- 3. Пространственное развитие территорий : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Белгород, 22 ноября 2018 года / Ответственные редакторы Е.А. Стрябкова, И.В. Чистникова. Белгород : Общество с ограниченной ответственностью «Эпицентр», 2018. 532 с.
- 4. Bova, V.V. Application of artificial neural networks for collective solution of intellectual problems / V.V. Bova, A.N. Dukkardt // Izvestiya SFU. Technical science, 2019. P. 131–137.
- 5. Vasiliev, D.N. Intelligent information systems / D.N. Vasiliev // Fundamentals of the theory of construction. Vladimir : Publishing house Vladim. state University, 2018. 120 p.

#### References

- 1. Izhuninov, M.A. Obzor sovremennykh neyronnykh setey i ikh integratsiya v zhizn' chelovechestva / M.A. Izhuninov // Molodoy uchenyy. 2020. № 4(294). S. 18–19.
- 2. Katiyeva, L.M. Neyronnyye seti i iskusstvennyy intellekt / L.M. Katiyeva // Molodoy uchenyy. 2021. № 5(347). S. 7–9.
- 3. Prostranstvennoye razvitiye territoriy : Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Belgorod, 22 noyabrya 2018 goda / Otvetstvennyye redaktory Ye.A. Stryabkova, I.V. Chistnikova. Belgorod : Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Epitsentr», 2018. 532 s.

© Ху Битай, 2023

УДК 621.341.572

Л.А. ВЕРЕНЦОВ, М.В. БУРМЕЙСТЕР, Д.В. СТАЦЕНКО, Е.А. МАЛЕНКОВА ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

### МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ СОЛНЕЧНЫМИ И ВЕТРЯНЫМИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ

*Ключевые слова:* возобновляемые источники энергии; инвертор; регулирование частоты; система автоматического управления.

Аннотация. Значительное увеличение доли генерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) приводит к ухудшению условий устойчивости и показателей надежности электроэнергетической системы (ЭЭС).

Для поддержания частоты в допустимых нормативных пределах необходимо обеспечение баланса мощности в ЭЭС как в нормальных режимах, так и при возникновении внешних возмущений. В статье рассматриваются солнечные электростанции (СЭС) и ветряные электростанции (ВЭС) (как наиболее распространенные и занимающие значительную долю генерации ВИЭ). Целью данного исследования является определение наиболее эффективного метода регулирования частоты СЭС и ВЭС. Выполнение комплекса технологических мероприятий позволит повысить устойчивость ЭЭС при возникновении внешних возмушений.

В данной статье представлены наиболее распространенные методы регулирования частоты с помощью СЭС и ВЭС. Выбор наиболее эффективного метода регулирования частоты был осуществлен с учетом экономических особенностей объектов ВИЭ.

С увеличением доли ВИЭ в ЭЭС уменьшается ее эквивалентная постоянная инерции, что приводит к значительным отклонениям частоты и увеличению скорости ее изменения при нарушении баланса мощности.

Для улучшения показателей надежности и условий устойчивости ЭЭС необходимо при-

менять новые методы для управления частотой ЭЭС.

В статье рассматриваются СЭС и ВЭС как наиболее распространенные и занимающие значительную долю генерации ВИЭ. Для обеспечения выработки дополнительной активной мощности при возникновении небаланса на ВИЭ могут быть использованы следующие технологические решения.

- 1. Применение системы накопления электрической энергии (СНЭЭ).
- 2. Частотная разгрузка генерирующего оборудования.

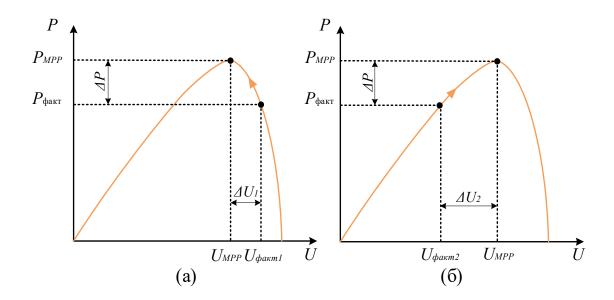
Наиболее распространенными и эффективными в установившихся режимах СНЭЭ являются аккумуляторные накопители на основе литий-ионных батарей. Аккумуляторные СНЭЭ обладают большой энергоемкостью [1].

При возникновении внешних возмущений в ЭЭС, приводящих к снижению частоты, требуется быстрая выдача активной мощности. Суперконденсаторы имеют низкую энергоемкость, но способны обеспечить быструю выдачу максимальной мощности, необходимой для поддержания баланса мощности.

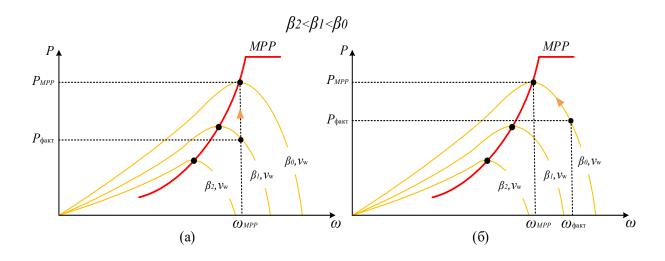
Установка на объектах ВИЭ аккумуляторных СНЭЭ вместе с суперконденсатором является оптимальным решением для поддержания баланса активной мощности и регулирования частоты [2]. Данная комбинация позволяет решить проблему стохастического характера генерации ВИЭ и регулирования частоты при внешних возмущениях.

Частотная разгрузка генерирующего оборудования в нормальных режимах и переход к выдаче максимальной мощности при нарушении баланса мощности позволяет осуществлять регулирование без внедрения дополнительного оборудования, сопровождающееся допол-

Section: Robots, mechatronics and robotic systems



**Рис. 1.** Обобщенная P(U)-характеристика фотоэлектрического модуля СЭС: а) при  $U_{\phi \text{akr1}} > U_{MPP}$ ; б)  $U_{\phi \text{akr2}} < U_{MPP}$ 



**Рис. 2.**  $P(\omega)$ -характеристика ветроэнергетической установки: а) при регулировании  $\beta$  – угла лопасти; б) при регулировании  $\omega$  – частоты вращения ротора

нительными капиталовложениями, но такой подход приводит к экономическим издержкам из-за недоотпуска электроэнергии. Частотная разгрузка фотоэлектрических модулей ( $\Phi$ ЭМ), установленных на СЭС [3], является одним из способов поддержания баланса мощностей. В нормальном режиме  $\Phi$ ЭМ работают в точке выдачи максимальной мощности  $MPP-P_{MPP}$  (от англ.  $Maximum\ power\ point$ ), ко-

торая зависит от температуры окружающей среды T и величины солнечного излучения G. P(U)-характеристика  $\Phi$ ЭМ представлена на рис. 1.

В соответствии с P(U)-характеристикой ФЭМ могут работать и при значениях напряжения  $U_{\phi \text{акт}}$ , отличающихся от  $U_{MPP}$ , выдавая при этом активную мощность  $P_{\phi \text{акт}}$  ниже максимально возможного значения  $P_{MPP}$ . В этом случае,

когда  $P_{\rm факт} \neq P_{MPP}$ , СЭС имеет запас по выдаче максимальной активной мощности при снижении частоты. Запас мощности определяется как  $\Delta P = P_{MPP} - P_{\rm факт}$ . Точка выдачи мощности, в соответствии с рис. 1, может находиться в двух областях: в левой области  $U_{\rm факт2} < U_{MPP}$  или в правой –  $U_{\rm факт1} > U_{MPP}$ .

Для обеспечения устойчивости и улучшения показателей надежности напряжение в MPP должно соответствовать большему значению, а напряжение в нормальном режиме — меньшему:  $U_{\phi a \kappa \tau} < U_{MPP}$ . Для реализации такой частотной разгрузки подключение ФЭМ к силовому инвертору необходимо осуществлять через дополнительный DC-DC преобразователь.

Выдаваемая мощность ВЭС зависит от частоты вращения ротора ВЭУ  $\omega$ , скорости ветра  $v_{\rm B}$  и определяется в соответствии с  $P(\omega)$ -характеристикой, представленной на рис. 2. На сегодняшний день ВЭС, аналогично СЭС, работают в точке выдачи максимальной мощности MPP.

Частотную разгрузку ВЭУ можно реализовать двумя способами.

- 1. Регулированием угла между потоком ветра и нормалью к лопасти β.
- 2. Регулированием частоты вращения ротора  $\omega$ .

При регулировании значений угла  $\beta$  от начального значения  $\beta_0$  до  $\beta_1$  и постоянстве скорости ветра v выдаваемая активная мощность  $P_{\phi \text{акт}}$  оказывается меньше максимально возможного значения  $P_{MPP}$ . В этом случае ВЭС имеет запас активной мощности  $\Delta P = P_{MPP} - P_{\phi \text{akr}}$ , которой обеспечит регулирова-

ние частоты при нарушении баланса мощности в соответствии с рис. 2а. Для выдачи максимальной мощности значение угла  $\beta$  нужно будет вернуть в начальное значение  $\beta_0$  [4].

Увеличение частоты вращения ротора ВЭУ  $\omega$  выше частоты MPP  $\omega_{MPP}$  уменьшает значение вырабатываемой активной мощности  $P_{\phi \text{акт}}$  в соответствии с рис. 26. Как и в случае регулирования угла  $\beta$ , появляется запас активной мощности  $\Delta P = P_{MPP} - P_{\phi \text{akr}}$  В случае возникновения внешних возмущений в ЭЭС частота вращения ротора  $\omega$  уменьшается до  $\omega_{MPP}$ , высвобождая кинетическую энергию вращения ротора, преобразуемую в  $\Delta P$ .

В данной статье был приведен обзор основных методов регулирования частоты в ЭЭС с помощью объектов генерации на основе ВИЭ. По результатам проведенного исследования можно сделать вывод о том, что для улучшения условий устойчивости и показателей надежности ВИЭ необходимо осуществлять комплекс технологических мероприятий, связанных с установкой комбинированной (гибридной) системы аккумуляторных СНЭЭ и суперконденсаторов, а также настройку генерирующего оборудования в соответствии с методами частотной разгрузки. Наиболее эффективным методом частотной нагрузки ФЭМ, установленных на СЭС, является работа в нормальном режиме при сниженном значении напряжения  $U_{\text{факт}} <$  $U_{\mathit{MPP}}$ . Для ВЭУ, установленных на ВЭС, для осуществления регулирования  $P_{\text{факт}}$  и поддержания запаса  $\Delta P$  наиболее оптимально регулирование угла между потоком ветра и нормалью лопасти β.

#### Список литературы/References

- 1. Akram, U. A review on rapid responsive energy storage technologies for frequency regulation in modern power system / U. Akram, M. Nadarajah, R. Shah, F. Milano // Renewable and Sustainable energy reviews 2020. Sydney, 2020. P. 1–18.
- 2. Cabrane, Z. Analysis and evaluation of battery-supercapacitor hybrid energy storage system for photovoltaic installation / Z. Cabrane, M. Ouassaid, M. Maaroufi // International Journal of Hydrogen Energy 2016. Morocco. 2016. Vol. 41. P. 20897–20907.
  - 3. Alatrash, H. Generator emulation controls for photovoltaic inverters / H. Alatrash,

Section: Robots, mechatronics and robotic systems

- A. Mensah, E. Mark, G. Haddad, J. Enslin // IEEE Transactions on Smart Grid, 2012. P. 996–1011.
- 4. Babahajiani, P. Intelligent demand response contribution in frequency control of multi-area power system / P. Babahajiani, Q. Shafiee, H. Bevrani / IEEE Transactions on Smart Grid 2018. Kurdistan, 2018. P. 1282–1291.

© Л.А. Веренцов, М.В. Бурмейстер, Д.В. Стаценко, Е.А. Маленкова, 2023

УДК 621.01

И.С. ЖАРОВ

ФКОУ ВО «Владимирский юридический институт Федеральной службы исполнения наказаний», г. Владимир

# РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКА МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА ВОЗДУХА С ПЛОСКИМ УПРУГИМ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ

*Ключевые слова:* датчики максимального потока воздуха; пружины; упругие чувствительные элементы.

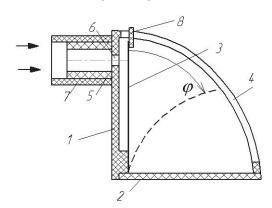
Аннотация. В данной статье произведен расчет перемещения плоского упругого чувствительного элемента датчика максимального потока воздуха, при этом для возможности использования диаграмм упругих параметров распределенная нагрузка, действующая на пружину под действием воздуха, заменена на сосредоточенную силу, приложенную на конце пружины. Построена статическая характеристика датчика максимального потока воздуха с плоским упругим чувствительным элементом (зависимость пиковой скорости от силы, вертикального и горизонтального перемещения пружины). Выявлено, что статическую характеристику можно разбить на три участка, близких к линейному: от 0 до 200 л/мин; от 200 л/мин до 500 л/мин; от 500 л/мин до 700 л/мин. При этом на участке от 500 л/мин до 700 л/мин чувствительность является минимальной, следовательно, датчик максимального потока воздуха с плоской пружиной целесообразно использовать для измерения пиковой скорости до 500 л/ мин. Проведенные расчеты и полученная статическая характеристика позволили получить инженерную методику проектирования датчиков максимального потока воздуха для достижения наибольшей чувствительности, а значит, поспособствовали повышению достоверности и точности измерений.

В робототехнических системах, машино- и приборостроении широко используются упругие элементы в качестве упругих чувствитель-

ных элементов (УЧЭ). УЧЭ непосредственно воспринимает и преобразует измеряемую физическую величину.

Важное значение среди приборов, используемых при диагностике и лечении астмы, имеют датчики максимального потока воздуха. Эти датчики дают возможность определить пиковую скорость выдоха воздуха (ПСВ), которая говорит о том, насколько открыты воздушные пути человека. Принцип действия датчиков максимального потока воздуха заключается в деформации под действием выдыхаемого воздуха УЧЭ, который передвигает находящийся с ним в контакте указатель, а величина ПСВ определяется по шкале на корпусе патчика.

В работе [2] показано, что датчики максимального потока воздуха с УЧЭ в виде плоской пружины являются наиболее перспективными конструкциями с научной и практической точки зрения. Устройство датчика максимального потока воздуха с УЧЭ в виде плоской пружины приведено на рис. 1. Для измерения ПСВ съемный нагубник (7) устанавливается на штуцер (5) радиального корпуса (1). Снизу корпус (1) закрыт заглушкой (2). Указатель (8) переводят в крайнее левое положение до контакта его с плоской пружиной (3). Нагубник (7) плотно охватывается губами и производится форсированный выдох, при этом воздух попадает в корпус (1) через отверстие (6). Под действием воздушного потока плоская пружина (3) деформируется и вызывает перемещение указателя (8) по радиальной щели (4) корпуса (1). После окончания выдоха плоская пружина (3) возвращается в исходное положение, при этом указатель (8) остается на месте, фиксируя на шкале с делениями значение ПСВ.



**Рис. 1.** Датчик максимального потока с плоской пружиной: 1 – корпус; 2 – заглушка корпуса; 3 – плоская пружина; 4 – радиальная щель; 5 –штуцер; 6 – отверстие; 7 – нагубник; 8 – указатель

Представляется интересным произвести построение статической характеристики и расчет чувствительности датчика максимального потока воздуха с плоской пружиной.

Плоская пружина в данном датчике максимального потока при изгибе совершает большие перемещения, соизмеримые с длиной пружины. При больших перемещениях принципы неизменности начальных размеров и независимости действия сил неприменимы, направление действия сил и место их приложения могут существенно изменяться в процессе изгиба. С целью упрощения расчетов в работе [1] приведены диаграммы так называемых упругих параметров, которые представляют собой выраженные в безразмерной форме линейные координаты. Используя данные диаграммы, можно от безразмерных координат (упругих параметров) перейти к размерным координатам деформируемой пружины, и наоборот.

При решении любой задачи о плоском изгибе пружины по известным данным всегда можно найти некоторые из упругих параметров в начальной и концевой точках изогнутой оси рассматриваемой пружины. По значениям этих параметров находится отображение упругой линии на диаграмме упругих параметров, после чего определение значений всех остальных упругих параметров в любой точке не представляет труда [1].

Произведем расчет перемещения плоского УЧЭ датчика максимального потока, при этом для возможности использования диаграммы упругих параметров заменим распределенную нагрузку, действующую на пружину под дей-

ствием воздуха, на сосредоточенную силу, приложенную на конце пружины.

Для УЧЭ датчика максимального потока воздуха, изготовленного из стали 12Х18Н9, определим перемещение конца пружины. Модуль упругости материала  $E=1,9*10^5$  МПа. Толщина пружины h=0,13 мм, ширина пружины b=20 мм, длина пружины l=70 мм. Экспериментальным путем установлено, что максимальное перемещение пружины достигается под действием приложенной на конце силы F=1H.

Определим изгибную жесткость пружины:  $B = E * bh^3/12 = 1,9 * 10^5 * 20 * 0,13^3/12 = 695,7$  Н мм<sup>2</sup> и безразмерную нагрузку  $Fl^2/B = 1 * 70^2/695,7 = 7$ .

По графику диаграмм упругих параметров [1] находим, что при  $Fl^2/B=7$  безразмерные координаты конца пружины:  $x_1/l=0,77$  и  $y_1/l=0,5$ . При l=70 мм получим  $x_1=54$  мм и  $y_1=35$  мм соответственно. Следовательно, вертикальное перемещение конца пружины  $u_{\rm r}=x_1=54$  мм, горизонтальное перемещение конца  $u_{\rm B}=l-y_1=70-35=35$  мм. Аналогичным образом найдем перемещения пружины при значениях силы F от 0,1 H до 1 H (с шагом 0,1 H). Результаты представлены на рис. 2.

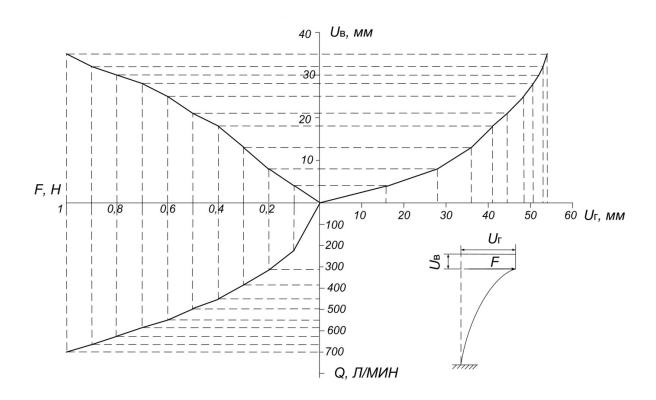
ПСВ определим по формуле  $Q = \beta \sqrt{P}$ , где P – перепад давления, действующий на пружину,  $\beta$  – некоторый коэффициент.

Перепад давления, действующий на пружину P = F/S, где F — сила, действующая на пружину, S — площадь поверхности пружины

Следовательно,  $Q = \beta \sqrt{F/S}$ .

№	<i>F</i> , H	$Fl^2$	$x_1/l$	$y_1/l$	X1, MM	y1, MM	$u_{r}$ , MM	<i>u</i> <sub>€</sub> , MM	<i>Q</i> , л/мин
		$\frac{1}{B}$							
1.	0,1	0,7	0,23	0,95	16,1	66,5	16,1	3,5	220
2.	0,2	1,41	0,40	0,89	28	62,3	28	7,7	313
3.	0,3	2,11	0,51	0,82	35,7	57,4	35,7	12,6	384
4.	0,4	2,82	0,59	0,75	41,4	52,5	41,4	17,5	443
5.	0,5	3,52	0,64	0,70	44,8	49	44,8	21	495
6.	0,6	4,23	0,67	0,65	46,9	45,5	46,9	24,5	543
7.	0,7	4,93	0,71	0,60	49,7	42	49,7	28	586
8.	0,8	5,63	0,73	0,57	51,1	40	51,1	30	627
9.	0,9	6,34	0,75	0,54	52,5	37,8	52,5	32,2	665
10.	1	7	0,77	0,50	54	35	54	35	701

**Рис. 2.** Значения перемещений УЧЭ датчика максимального потока воздуха в зависимости от действующей силы и ПСВ



**Рис. 3.** Статическая характеристика датчика максимального потока воздуха с плоским УЧЭ (зависимость пиковой скорости выдоха (Q) от силы (F), вертикального перемещения пружины  $(u_{\scriptscriptstyle B})$ , горизонтального перемещения пружины  $(u_{\scriptscriptstyle T})$ 

Экспериментальным путем установлено, что при силе F=1 H значение ПСВ составляет Q=701 л/мин.

$$\beta = Q\sqrt{\frac{S}{F}} = \beta = 701\sqrt{\frac{20*70}{1}} = 26229.$$

Задавая значения силы F по формуле (1), получим значение ПСВ (Q) в зависимости от силы. Результаты представлены на рис. 2.

На основании данных рис. 2 строим график статической характеристики датчика максимального потока воздуха (рис. 3).

Section: Robots, mechatronics and robotic systems

Так как УЧЭ датчика максимального потока испытывает большие перемещения, то зависимость силы от перемещения конца пружины будет нелинейной. В связи с достаточно высокой нелинейностью характеристики у плоских УЧЭ шкала значений ПСВ является нелинейной (зависимость ПСВ от силы).

Так, анализируя график на рис. 3, можно разбить диапазон ПСВ на три участка, близких к линейному:

- 1) от 0 до 200 л/мин;
- 2) от 200 л/мин до 500 л/мин;
- 3) от 500 л/мин до 700 л/мин.

Данные три участка статической характеристики (зависимость ПСВ от силы) можно считать очень близкими к линейной зависимости, при этом примем, что чувствительность на каждом из данных участков будет постоянной. Значение чувствительности на каждом из участков составит: 2 200 л/(мин \* H); 1 100 л/(мин \* H); 700 л/(мин \* H).

Как видим, на участке от 500 л/мин до 700 л/мин чувствительность является минимальной. Для того чтобы уменьшить влияние усилий выдоха пациента на значения ПСВ, необходимо использовать датчики максимального потока воздуха с максимальной чувствительностью. Следовательно, датчик максимального потока воздуха с УЧЭ в виде плоской пружины целесообразно использовать для измерения ПСВ до 500 л/мин, что ограничивает область применения данных датчиков. Их можно использовать для датчиков максимального потока, применяемых у детей, где диапазон значений ПСВ составляет не более 400 л/мин. Однако у датчиков максимального потока воздуха с винтовой пружиной шкала значений ПСВ с определенной степенью точностью может считаться

практически линейной во всем диапазоне измерений [3] (в отличие от датчиков максимального потока воздуха с плоским УЧЭ), что свидетельствует о возможности их применения в любых диапазонах измерений.

В ходе проведенных исследований были решены следующие задачи. Произведен расчет перемещения плоского УЧЭ датчика максимального потока воздуха, при этом для возможности использования диаграмм упругих параметров распределенная нагрузка, действующая на пружину под действием воздуха, заменена на сосредоточенную силу, приложенную на конце пружины. На основании этого построена статическая характеристика датчика максимального потока воздуха с плоским УЧЭ (зависимость пиковой скорости выдоха от силы, вертикального и горизонтального перемещения пружины). Выявлено, что статическую характеристику ПСВ можно разбить на три участка, близких к линейному: от 0 до 200 л/мин; от 200 л/мин до 500 л/мин; от 500 л/мин до 700 л/мин. При этом на участке от 500 л/мин до 700 л/мин чувствительность является минимальной. С целью уменьшения влияния усилий выдоха пациента на значения ПСВ необходимо использование датчиков максимального потока воздуха с максимальной чувствительностью, следовательно, датчик максимального потока воздуха с УЧЭ в виде плоской пружины целесообразно использовать для измерения ПСВ до 500 л/мин. Проведенные расчеты и полученная статическая характеристика позволили получить инженерную методику проектирования датчиков максимального потока воздуха для достижения наибольшей чувствительности, а значит, поспособствовали повышению достоверности и точности измерений.

#### Список литературы

- 1. Андреева, Л.Е. Упругие элементы приборов / Л.Е. Андреева. М. : Машиностроение, 1981.-392 с.
- 2. Жаров, И.С. Анализ конструкций датчиков максимального потока воздуха с различными упругими чувствительными элементами / И.С. Жаров // Наука и бизнес: пути развития. -2023. № 4(142). С. 68–71.
- 3. Жаров, И.С. Расчет оптимальных конструктивных параметров датчика максимального потока воздуха / И.С. Жаров // Наука и бизнес: пути развития. 2022. № 10(136) . С. 27–30.

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Роботы, мехатроника и робототехнические системы

#### References

- 1. Andreyeva, L.Ye. Uprugiye elementy priborov / L.Ye. Andreyeva. M. : Mashinostroyeniye, 1981. 392 s.
- 2. Zharov, I.S. Analiz konstruktsiy datchikov maksimal'nogo potoka vozdukha s razlichnymi uprugimi chuvstvitel'nymi elementami / I.S. Zharov // Nauka i biznes: puti razvitiya. 2023. N 4(142). S. 68–71.
- 3. Zharov, I.S. Raschet optimal'nykh konstruktivnykh parametrov datchika maksimal'nogo potoka vozdukha / I.S. Zharov // Nauka i biznes: puti razvitiya. − 2022. − № 10(136) . − S. 27–30.

© И.С. Жаров, 2023

Section: Engineering Technology

УДК 658.5

И.А. АЛЕКСАНДРОВ, А.Н. МУРАНОВ, С.А. ШЕПТУНОВ, В.Ж. КУКЛИН ФГАУН «Институт конструкторско-технологической информатики Российской академии наук», г. Москва

#### СПЕЦИФИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРУППОВЫХ ПРЕРЫВНО-ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ

*Ключевые слова:* группы деталей; моделирование; обработка деталей; поточные линии.

Аннотация. Важной производственной задачей является сокращение затрат на изготовление продукции за счет увеличения эффективности рабочих процессов. Для этого среди прочего применяются групповые поточные линии, сокращающие временные затраты. Целью настоящей работы является рассмотрение подходов к оптимальной группировке деталей при их объединении в группы на производстве. Рассмотрены вопросы математического моделирования и оптимизации технологических процессов обработки деталей в рамках групповых поточных линий. Представлены расчет и сравнение минимумов суммарных затрат на переналадки оборудования и незавершенное производство для вариантов поточных линий с объединением деталей в группы и без объединения. Отмечено, на какие операции группового технологического процесса нужно обратить первостепенное внимание с целью сокращения длительности цикла обработки группы деталей. Показано, что свойства определяющего пути деталей позволяют производить целенаправленное улучшение групповых технологических цессов.

#### Введение

Повышение эффективности и конкурентоспособности отечественных машиностроительных производств является важным драйвером экономики [1–3], требующим внедрения новейших технологий и организационно-управленческих подходов [4–6]. В частности, возникновение групповых поточных линий тесно связано со стремлением сократить затраты подготовительно-заключительного времени на переналадки оборудования при высокой степени организации процесса обработки деталей [7-10]. Необходимым условием сокращения этих затрат является обеспечение концентрированного во времени процесса обработки деталей каждой из групп. Однако при этом возникает побочный эффект - увеличение длительности цикла обработки деталей, следствием чего является увеличение затрат на незавершенное производство. Поэтому при проектировании групповых прерывно поточных линий возникает вопрос о целесообразности объединения деталей в группы [9-11]. В связи с этим целью настоящей работы является рассмотрение подходов к оптимальной группировке деталей при их объединении в группы на производстве.

#### Методы и результаты исследования

Ответ на поставленный выше вопрос для каждого конкретного случая может быть получен путем расчета и сравнения минимумов суммарных затрат на переналадки оборудования и незавершенное производство для вариантов поточных линий с объединением деталей в группы и без объединения [12]. Для этого можно воспользоваться формулой:

$$y = \sum_{j=1}^{n} \left[ \lambda f_{j} (C_{j} N_{j} + \frac{C_{nepj}}{r_{zp}} + \frac{C_{noj}}{r_{j}}) T_{cp}^{0} r_{zp} + \frac{C_{nepj}}{r_{zp}} + \frac{C_{noj}}{r_{zp}} + \frac{C_{noj}}{r_{j}} + \frac{1}{2} \lambda (C_{j} N_{j} + \frac{C_{nepj}}{r_{zp}} + \frac{C_{noj}}{r_{j}}) (r_{maxj} - r_{minj} + 2\kappa r_{minj}) \right];$$
(1)

Раздел: Технология машиностроения

$$\kappa = \begin{cases} 0, & \text{если} \frac{r_{maxj}}{r_{minj}} - \text{целое}; \\ 0,5, & \text{если} \frac{r_{maxj}}{r_{minj}} - \text{кратное } 0,5; \\ 0,8-1,0-\text{в остальных случаях}. \end{cases}$$

$$r_{j}=
ho r_{pp} egin{dcases} 
ho-\mbox{целое, если детали обрабатываются} \ 
ho-\mbox{любое, если детали обрабатываются} \ 
ho-\mbox{любой из групп.} \end{cases}$$

В формуле (1) приняты следующие обозначения:

- $-N_j$  программа выпуска деталей *j*-го наименования в течение заданного промежутка времени (год, квартал и т.п.);
- $C_j$  не зависящая от переналадок часть себестоимости деталей j-го наименования на выходе поточной линии;
- $-C_{\text{пер}j}$  затраты на переналадку оборудования, приходящиеся на детали j-го наименования, при подготовке поточной линии к обработке рассматриваемой группы деталей;
- $C_{\text{п},j}$  затраты на подналадку оборудования поточной линии для обработки серии деталей j-го типа;
- $r_{\rm rp}$  ритм запуска рассматриваемой группы деталей;
- $r_j$  ритм запуска деталей j-го наименования;
- $r_{minj}$ ,  $r_{maxj}$  минимальный и максимальный ритмы запуска деталей j-го наименования, определяемые из ритмов запуска деталей в поточной линии и на последующем производственном участке;
- Tср $^{\circ}$  величина средней длительности цикла обработки деталей в поточной линии при условии запуска всех деталей с ритмом, равным единице, Tср $^{\circ}$  определяется методом моделирования обработки группы деталей;
- $-\lambda$  множитель Лагранжа, имеющий смысл приведенной стоимости незавершенного производства, без учета затрат на хранение деталей  $\lambda$  может быть принят в пределах от 0,17 до 0,22;
- ф<sub>*j*</sub> коэффициент скорости нарастания затрат на обработку деталей *j*-го наименования,

равный отношению площади эпюры нарастания затрат на обработку деталей j-го наименования к площади эпюры при постоянной величине затрат, равной себестоимости этих деталей на выходе поточной линии  $(0 < \phi_j < 1)$ ;

-n — число деталей различного наименования, входящих в рассматриваемую группу.

Первый член формулы (1) определяет затраты на незавершенное производство, возникающее непосредственно на поточной линии при обработке группы деталей. Второй и третий члены определяют затраты на переналадки и подналадки оборудования поточной линии за рассматриваемый период времени. Четвертый член определяет затраты на незавершенное производство, возникающее на выходе поточной линии вследствие несовпадения ритмов выпуска деталей с линии с ритмами их потребления на последующем производственном участке.

В последнем члене формулы (1) учитывается также и увеличение затрат на незавершенное производство, возникающее из-за искусственного рассогласования ритмов выпуска деталей с ритмами их потребления. Это рассогласование возникает при объединении деталей в группы. При этом ритмы запуска-выпуска деталей должны быть кратными ритмам запуска рассматриваемой группы деталей, т.е.  $r_j = \rho_{\rm rp}$  при целых значениях  $\rho$ .

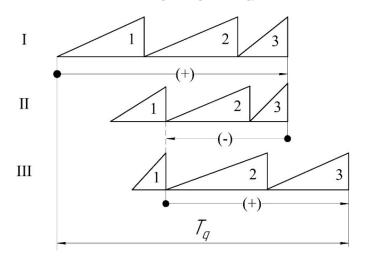
Чтобы найти минимум величины y, необходимо знать величины  $r_{\rm rp}$  и  $r_j (j=l,2,\ldots,n)$ , при которых этот минимум достигается. Эта задача решается методами оптимального управления.

При большом числе деталей различного наименования, обрабатываемых на поточной линии, значительную трудность представляет определение длительности цикла обработки групп деталей [13]. Эта величина может быть определена методом вычислительного моделирования.

Рассмотрим математическую модель процесса обработки группы деталей. Для этого введем следующие обозначения:

- $I = \{0, 1, 2, ..., m\}$  множество рабочих мест групповой поточной линии;
- $-J = \{l, 2, ..., \pi\}$  множество различного наименования деталей, обрабатываемых на линии:
- $-t_{ij}$  время для обработки серии деталей j-го типа на i-м рабочем месте;

**Section: Engineering Technology** 



**Рис. 1.** 1, 2, 3 — номера деталей; I, II, III — номера рабочих мест; ( + ) — увеличивающие участки определяющего пути; (—) — уменьшающие участки определяющего пути

- $\tau_{ij}$  время, требуемое для подналадки оборудования на i-м рабочем месте поточной линии до обработки серии деталей j-го типа;
- $-x_{ij}$  длительность простоя на i-м рабочем месте до обработки серии деталей j-го типа;
- $\sigma_{ij}$  длительность опустошения i-го рабочего места линии до обработки серии деталей j-го типа;
- $z_{ij}$  отрезок времени начала подготовки i-го рабочего места линии для обработки деталей j-го наименования;
- $-y^{o}_{ij}$  время начала обработки серии деталей на i-м рабочем месте j-го типа;
- $g_i$  промежуток времени, в течение которого необходимо обработать все множество деталей на i-м рабочем месте поточной линии.

Под нулевым рабочим местом понимается последнее рабочее место, где проходит обработку деталь (заготовка) до ее поступления на поточную линию. Принимаются известными величины  $t_{ij}$ ,  $\mathbf{t}_{ij}$ ,  $\mathbf{e}_i$ ,  $i \in I, j \in J$ , а также граничные условия. Последними являются моменты времени  $y^o_{ij}$  освобождения рабочих мест линии перед обработкой группы деталей и моменты времени начала обработки всех партий деталей на последнем рабочем месте предшествующего заготовительного участка.

Маршрут обработки деталей также считается заданным. При этом на линии разрешается

только однонаправленное движение деталей без возвратов. Допускаются пропуски рабочих мест в маршруте обработки деталей без нарушения технологического процесса их обработки и «окна» на любой группе рабочих мест в пределах, определяемых величиной ограничения  $\varepsilon_i$ . Порядок запуска деталей в обработку принят одним и тем же для всех рабочих мест. Вид движения деталей на линии параллельно-последовательный [12].

При этих условиях модель движения группы деталей на групповой прерывно-поточной линии сводится к следующей математической задаче.

Задача: заданы множества индексов  $\overline{I}=\{0,1,2,...,m\}$ ,  $J=\{1,2,...,n\}$  и вещественные числа  $t_{ij}$ ,  $\tau_{ij}$ ,  $\epsilon_i$ ,  $y^o_{ij}$ ,  $i\in I,j\in J$ . Требуется найти числа  $x_{ij}$ ,  $y^o_{ij}$ ,  $z_{ij}$ ,  $\sigma_{ij}$ ,  $i\in I,j\in J$ , удовлетворяющие следующим условиям:

I. 
$$x_{ij} \geq 0$$
,  $i \in I$ ,  $j \in J$ .

II.  $y_{ij}^0 \geq \max\left(y_{ki}^0, y_{kj}^0, +t_{kj} + t_{ij}, \sigma_{ij} + \tau_{ij}\right)$ ,

 $t_{kj} \neq 0$ ,  $t_{ij} \neq 0$ ,  $k < i; i, k \in I$ ,  $j \in J$ .

III.  $z_{ij} = y_{ij} - \tau_{ij}$ ,  $i \in I$ ,  $j \in J$ .

IV.  $\sigma_{ij} = y_{ij-1}^0 + t_{ij-1}$ ,  $i \in I$ ,  $j \in J$ .

V.  $x_{ij} = z_{ij} - \sigma_{ij}$ ,  $i \in I$ ,  $j \in J$ .

VII.  $\sum \left(x_{ij} + \tau_{ij} + t_{ij}\right) - y_{i1}^{03} s_i$ ,  $i \in I$ .

VII.  $\mu = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m y_{ij}^0$  достигает минимума.

Раздел: Технология машиностроения

Условия I отражают невозможность существования отрицательных по времени величин простоев рабочих мест. Условия II определяют моменты начала обработки деталей *j*-го наименования, при которых обработка всей партии на одном рабочем месте осуществляется без перерывов. При этом обработка партии может быть начата не раньше времени освобождения рассматриваемого рабочего места и не раньше момента начала поступления обрабатываемых деталей с предшествующего рабочего места. Условия III—V отражают временную последовательность состояния рабочих мест.

Условием VI вводятся ограничения  $e_i (i \in J)$  на время обработки на каждом рабочем месте всей группы деталей поточной линии. При необходимости выдерживания непрерывного процесса обработки всей группы деталей на какихлибо рабочих местах линии соответствующие условия превращаются в равенства. Условия VII выражают стремление иметь минимальный цикл обработки группы деталей.

Рассмотренная задача является задачей линейного программирования. Однако в реальных процессах число ограничений I–VI исчисляется десятками тысяч, что представляет сложность для расчета [13]. Поэтому для решения задачи может быть использован специально разработанный итеративный алгоритм, состоящий в выполнении условий II–V и VII при возрастании индекса j. При достижении j=n процесс моделирования повторяется с изменением величины  $\sigma_{i1}$  по формуле (2):

$$\sigma_{il} = max[ \int_{i=1}^{n} (x_{ij} + \tau_{ij} + t_{ij}) - y_{il}^{0} - \epsilon_{i}, 0], i \in J. (2)$$

Вычислительный процесс оканчивается при установившихся значениях  $\sigma_{ij}$ ,  $i \in J$ . Влияние передаточных партий деталей, времени транспортировки деталей и ряда других производственных факторов учитывается после прекращения работы итеративного алгоритма.

Достоинства алгоритма позволяют использовать его в качестве составной части более сложных алгоритмов, таких как определения оптимальных по длительности цикла коэффициентов загрузки рабочих мест, формирования групп деталей с заданной длительностью цикла их обработки, выявления операций, непосредственно влияющих на длительность цикла обработки группы деталей, и т.д. [14; 15].

Вычисленные при моделировании потока деталей величины  $T^0_{\rm cp}$  для вариантов с объединением деталей в группы и без объединения подставляются в формулу (1). При этом для первого варианта величина  $T^0_{\rm cp}$  выше за счет выдерживания непрерывности процесса обработки деталей на рабочих местах с групповой настройкой станков. Различными для этих вариантов являются и затраты на переналадку и подналадку оборудования поточной линии.

Оптимальные размеры партий  $n_j$  запуска деталей для выбранного варианта поточной линии определяются по формуле:

$$n_j = N_j r_j, j = 1, 2, ..., n.$$
 (3)

Оптимальная величина средней длительности  $T_{\rm cp}$  цикла обработки деталей определяется по формуле:

$$T_{cp} = T_{cp}^0 r_{zp}. (4)$$

Нелинейность зависимости (4) учитывается повторением процесса моделирования потока и оптимизации по формуле (1) до достижения необходимой точности отображения исследуемого процесса.

При проектировании групповых прерывно-поточных линий важно также знать, на какие операции группового технологического процесса нужно обратить первостепенное внимание с целью сокращения длительности цикла обработки группы деталей. Можно показать, что всегда величина длительности  $T_q$  цикла обработки группы деталей представима в виде алгебраической суммы длительностей выполнения ряда операций. На рис. 1 показан графический пример такого представления величины  $T_q$ . Назовем линию, проходящую через операции, определяющие длительность цикла обработки группы деталей, определяющим путем.

Как видно из рис. 1, определяющий путь состоит из ряда участков, увеличивающих величину  $T_q$  и уменьшающих ее. Таким образом, всякое увеличение времени выполнения операций, лежащих на увеличивающих участках определяющего пути, или введение «окон» на этих участках, приводит к увеличению длительности цикла обработки группы деталей. Анало-

Section: Engineering Technology

гичные изменения в ограниченных пределах на уменьшающих участках определяющего пути приводят к уменьшению длительности цикла. Сокращение времени выполнения операций, лежащих на определяющем пути, или устранение «окон», приводит к обратному эффекту. Однако при этом необходимо учитывать изменения и в расположении самого определяющего пути. Указанное свойство определяющего пути позволяет производить целенаправленное улучшение групповых технологических процессов.

#### Заключение

Предложена математическая модель группировки деталей при использовании групповых прерывно-поточных линий. Описаны некоторые потенциальные возможности оптимизации производственных процессов. Показано, что определяющий путь можно находить путем численного расчета, используя приведенную в настоящей статье математическую модель процесса движения деталей.

#### Список литературы

- 1. Силантьева, Е.Г. Оптимизация производственных процессов инновационной направленности по типам технологий / Е.Г. Силантьева // Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 10(88). С. 11–15.
- 2. Абрамов, И.Л. Системно-комплексный подход к совмещению смежных производственных процессов / И.Л. Абрамов // Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 2(80). С. 6–9.
- 3. Черепанов, Н.В. Эвристические и алгоритмические методы проектирования машиностроительных объектов / Н.В. Черепанов // Наука и бизнес: пути развития. -2018. -№ 12(90). -C. 25–28.
- 4. Третьякова, В.А. Определение оптимального оборудования в производственной деятельности предприятия / В.А. Третьякова, А.В. Прокопенко // Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 4(82). С. 22–28.
- 5. Metallurgy of thixotropic materials: The experience of organizing the processing of structural materials in engineering Thixo and MIM methods / A.B. Semenov, A.A. Kutsbakh, A.N. Muranov, B.I. Semenov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 1, Advances in Composite Science and Technologies. Moscow, 2019. P. 012056.
- 6. Семенов, А.Б. Литейные технологии нового поколения, их освоение и развитие в России. Ч. 2-1. Физическая природа и особенности моделей материалов с тиксотропными свойствами / А.Б. Семенов, А.Н. Муранов, Б.И. Семенов // Технология металлов. − 2016. − № 8. − С. 8–17.
- 7. Александров, И.А. Особенности автоматизации систем технологической подготовки производства композитных конструкций / И.А. Александров // Инженерный вестник Дона. -2019. - № 6(57). - С. 25.
- 8. Исаенко, Д.А. Вероятностный подход к оценке энергетической эффективности функционирования технологических поточных линий на предприятиях АПК / Д.А. Исаенко, А.Г. Пиркин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2011. № 23. С. 434–441.
- 9. Кожевникова, В.Б. Эффективность поточных линий в лесопилении / В.Б. Кожевникова // Электронный научный журнал. -2017. -№ 1-1(16). C. 63-66.
- 10. Дмитриев, Я.В. Модель определения оптимального числа переналадок технологического оборудования на взаимозаменяемых производственных мощностях предприятия за очередной плановый период / Я.В. Дмитриев // Вестник Московского государственного университета приборостроения и информатики. Серия: Социально-экономические науки. 2013. № 48. С. 65—71.
  - 11. The Modern Market of Blank Productions in Mechanical Engineering and the Problem

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Технология машиностроения

- of Standardization of New Materials and Technological Processes / A.B. Semenov, O.N. Fomina, A.N. Muranov [et al.] // Advanced Materials and Technologies. 2019. No. 1. P. 3–11.
- 12. Авторское свидетельство № 1047650 A1 СССР, МПК B23Q 3/18. Устройство для ориентации обрабатываемой детали: № 3323837: заявл. 29.07.1981: опубл. 15.10.1983 / Б.М. Колявкин, Е.А. Чернов, Ю.П. Шефов; заявитель Всесоюзный проектно-технологический институт энергетического машиностроения.
- 13. Ильин, А.И. Математическая модель и алгоритмы оптимизации параметров поточных и конвейерных линий / А.И. Ильин, Н.С. Коваленко, С.В. Касько // Экономика, моделирование, прогнозирование. -2013. -№ 7. -С. 119–127.
- 14. Лунев, А.Н. Оптимизация загрузки групповых поточных линий / А.Н. Лунев, Е.М. Коровин, Р.Ш. Хасанов // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. -2005. № 4. С. 15—17.

#### References

- 1. Silant'yeva, Ye.G. Optimizatsiya proizvodstvennykh protsessov innovatsionnoy napravlennosti po tipam tekhnologiy / Ye.G. Silant'yeva // Nauka i biznes: puti razvitiya. − 2018. − № 10(88). − S. 11–15.
- 2. Abramov, I.L. Sistemno-kompleksnyy podkhod k sovmeshcheniyu smezhnykh proizvodstvennykh protsessov / I.L. Abramov // Nauka i biznes: puti razvitiya. − 2018. − № 2(80). − S. 6−9.
- 3. Cherepanov, N.V. Evristicheskiye i algoritmicheskiye metody proyektirovaniya mashinostroitel'nykh ob"yektov / N.V. Cherepanov // Nauka i biznes: puti razvitiya. 2018. N 12(90). S. 25–28.
- 4. Tret'yakova, V.A. Opredeleniye optimal'nogo oborudovaniya v proizvodstvennoy deyatel'nosti predpriyatiya / V.A. Tret'yakova, A.V. Prokopenko // Nauka i biznes: puti razvitiya. − 2018. − № 4(82). − S. 22−28.
- 5. Metallurgy of thixotropic materials: The experience of organizing the processing of structural materials in engineering Thixo and MIM methods / A.B. Semenov, A.A. Kutsbakh, A.N. Muranov, B.I. Semenov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 1, Advances in Composite Science and Technologies. Moscow, 2019. P. 012056.
- 6. Semenov, A.B. Liteynyye tekhnologii novogo pokoleniya, ikh osvoyeniye i razvitiye v Rossii. CH. 2-1. Fizicheskaya priroda i osobennosti modeley materialov s tiksotropnymi svoystvami / A.B. Semenov, A.N. Muranov, B.I. Semenov // Tekhnologiya metallov. − 2016. − № 8. − S. 8−17.
- 7. Aleksandrov, I.A. Osobennosti avtomatizatsii sistem tekhnologicheskoy podgotovki proizvodstva kompozitnykh konstruktsiy / I.A. Aleksandrov // Inzhenernyy vestnik Dona. 2019. № 6(57). S. 25.
- 8. Isayenko, D.A. Veroyatnostnyy podkhod k otsenke energeticheskoy effektivnosti funktsionirovaniya tekhnologicheskikh potochnykh liniy na predpriyatiyakh APK / D.A. Isayenko, A.G. Pirkin // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. − 2011. − № 23. − S. 434–441.
- 9. Kozhevnikova, V.B. Effektivnost' potochnykh liniy v lesopilenii / V.B. Kozhevnikova // Elektronnyy nauchnyy zhurnal. 2017. № 1-1(16). S. 63–66.
- 10. Dmitriyev, YA.V. Model' opredeleniya optimal'nogo chisla perenaladok tekhnologicheskogo oborudovaniya na vzaimozamenyayemykh proizvodstvennykh moshchnostyakh predpriyatiya za ocherednoy planovyy period / YA.V. Dmitriyev // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta priborostroyeniya i informatiki. Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskiye nauki. − 2013. − № 48. − S. 65–71.
  - 11. The Modern Market of Blank Productions in Mechanical Engineering and the Problem

**Section: Engineering Technology** 

- of Standardization of New Materials and Technological Processes / A.B. Semenov, O.N. Fomina, A.N. Muranov [et al.] // Advanced Materials and Technologies. 2019. No. 1. P. 3–11.
- 12. Avtorskoye svidetel'stvo № 1047650 A1 SSSR, MPK B23Q 3/18. Ustroystvo dlya oriyentatsii obrabatyvayemoy detali: № 3323837: zayavl. 29.07.1981: opubl. 15.10.1983 / B.M. Kolyavkin, Ye.A. Chernov, YU.P. Shefov; zayavitel' Vsesoyuznyy proyektno-tekhnologicheskiy institut energeticheskogo mashinostroyeniya.
- 13. Il'in, A.I. Matematicheskaya model' i algoritmy optimizatsii parametrov potochnykh i konveyyernykh liniy / A.I. Il'in, N.S. Kovalenko, S.V. Kas'ko // Ekonomika, modelirovaniye, prognozirovaniye. -2013.-N 7. S. 119–127.
- 14. Lunev, A.N. Optimizatsiya zagruzki gruppovykh potochnykh liniy / A.N. Lunev, Ye.M. Korovin, R.SH. Khasanov // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. A.N. Tupoleva. -2005. N 4. S. 15–17.

© И.А. Александров, А.Н. Муранов, С.А. Шептунов, В.Ж. Куклин, 2023

Раздел: Технология машиностроения

УДК 621.31

М.Г. КАЗАНОВ, Н.Д. ДЮЛЬДИН ООО «Газпром нефтехим Салават», г. Салават; ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа

#### ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

*Ключевые слова:* искусственный интеллект; частотно управляемый электропривод; энергоэффективность.

Аннотация. Цель данной статьи — указать на современные способы достижения энергоэффективности при проектировании и оптимизации работы электроприводов. Гипотезой исследования является подтверждение того, что при правильном применении всех рекомендаций будут достигнуты цели. Научные методы, использованные в данной статье: анализ, обобщение. В ходе данной работы особое внимание было уделено конкретизации условий и требований, необходимых для создания эффективных электроприводов.

Современный электропривод связан с интенсивным повышением характеристик, расширением его функций по управлению технологическим процессом и ростом сложности системы управления. Так как электропривод – один из главных потребителей электрической энергии, его развитие идет по пути использования частотных преобразователей и внедрения (как следующий этап) искусственного интеллекта, в результате которого ожидается уменьшение количества ошибок и снижения тяжести последствий от них. Из всего объема вырабатываемой электроэнергии более половины преобразуется в механическую энергию, необходимую для работы машин и механизмов в промышленности и быту. В связи с этим энергетические показатели электродвигателей малой и средней мощности имеют важнейшее значение в решении экономических проблем,

стоящих перед каждым потребителем, а это рациональное (с точки зрения энергопотребления) проектирование таковых. Для этого, с одной стороны, требуется разработка мероприятий, направленных на повышение коэффициента полезного действия (КПД), и с другой, организация управления работой машин, исключающего или снижающего непроизводительное потребление электроэнергии.

Среди комплекса задач, связанных с применением частотно управляемых электроприводов, важное значение имеют высококачественные системы автоматизированного управления, оптимизирующие их работу по заданным показателям. Специфика частотного управления электроприводом заключается в том, что для экономичного регулирования скорости путем изменения частоты необходимо изменять и амплитуду питающего напряжения. Поэтому в процессе формирования и развития частотного управления одна из ее главных задач заключается в определении оптимальных соотношений между частотой и амплитудой подводимого к электродвигателю напряжения [3].

Анализ рынка автоматизированного электропривода указывает на то, что наибольшим спросом пользуется регулируемый электропривод на базе асинхронного двигателя. Энергосбережение уже обеспечивается при замене нерегулируемого электропривода на регулируемый. На рис. 1 показаны доли потребления электроэнергии наиболее массовыми потребителями, а на рис. 2 — распределение электроприводов по мощности двигателей [4].

Мощные электроприводы более 75 кВт, оборудованные средствами регулирования (далее ЧРП), составляют лишь 23 %. Основ-

**Section: Engineering Technology** 

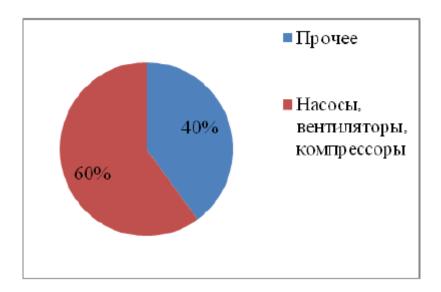


Рис. 1. Потребление электроэнергии электроприводами

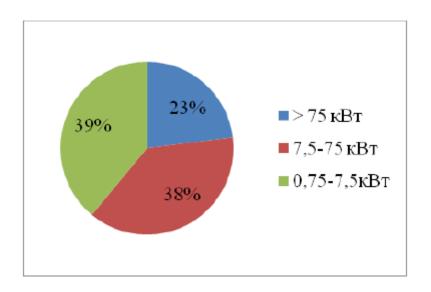


Рис. 2. Распределение электроприводов по мощности электродвигателей

ная масса электродвигателей обладает малой (0,75–7,5 кВт) и средней (7,5–75 кВт) мощностью, в большинстве случаев они нерегулируемые, снабженные асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором. Переход на ЧРП на базе асинхронных двигателей может обеспечить до 60 % экономии электроэнергии, позволит увеличить ресурс работы и функциональные возможности электропривода [2].

В такой ситуации особое внимание уделяется экономичному режиму работы наиболее крупных потребителей электроэнергии. Зна-

чительную долю оборудования, оснащенного электроприводом, составляют центробежные насосы, вентиляторы и компрессоры. Такие крупные потребители электроэнергии, как насосные установки, по стране ежегодно расходуют около 300 млрд кВт \* ч электроэнергии, то есть примерно 20 % всей электроэнергии, вырабатываемой энергосистемами России. Из них на перекачку чистых и сточных вод расходуется более 12 млрд кВт \* электроэнергии.

К основным особенностям электроприводов насосов и вентиляторов с точки зрения ус-

Раздел: Технология машиностроения

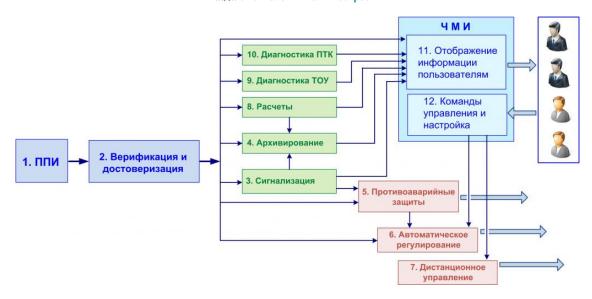


Рис. 3. Схема информационного взаимодействия

ловий работы относятся:

- квадратичная зависимость момента на валу электродвигателя от скорости вращения;
- длительная эксплуатация и отсутствие реверсов, торможений и перегрузок;
- ограниченный диапазон регулирования скорости вращения электродвигателя;
  - виброакустическое воздействие [1].

В решении задач энергоэффективности работы электроприводов анализируются их фактические режимы, технические состояния и эффективность. Недостаток объективных данных о технологическом процессе и состоянии трубопроводов усложняет методы ультразвуковых измерений и последующее обоснование проекта внедрения регулируемого электропривода, задачи которого сводятся к исключению потерь транспортируемой среды в регулирующей расход арматуре. В зависимости от фактических режимов работы электрооборудования потери в преобразователях частоты приводят к перерасходу электроэнергии. Следовательно, для разработки энергосберегающих мероприятий исходим от фактических режимов работы и энергетических характеристик электроприводов.

Согласно алгоритму информационного взаимодействия (рис. 3), рассматриваем несколько основных и наиболее эффективных функций при внедрении искусственного интеллекта.

Функция верификации осуществляет кон-

троль достоверности входящей информации и входа проведения сложного анализа, заменяет ложную на верную. В автоматизированных системах управления применяются элементарные алгоритмы технического диагностирования, в отличие от действий оператора, который для верификации данных применяет сложные сценарные решения: в случае остановки насоса прибор контроля расхода выдает какое-то значение, которое находится в рамках допустимого диапазона. Возможно, датчик неисправен, а его показания недостоверны. Предполагаем другой сценарий (о неисправных состояниях насоса). Далее, получая информацию с других датчиков, определяем, какие же данные в системе достоверны. Прибор по давлению на действующем трубопроводе показывает нулевое значение, в результате можно сделать вывод о том, что расхода нет, при этом учитываем не только значения, но и динамику показателей. Отсюда опираемся на модель, включающую знания о процессе измерения и об объекте модели. Если стоит задача заменить человека искусственным интеллектом (ИИ), обучать его надо именно так. И в случае выявления ложных показаний заменить их на верные, а также установить значение расхода, соответствующее нулевому значению. В данном направлении имеются возможности для применения ИИ в виде экспертной системы.

Функция сигнализации применима при оценке отклонения параметра от установлен-

Section: Engineering Technology



**Рис. 4.** Архитектура «цифрового советчика» (БЗ – база знаний)

ных регламентных границ как по значениям, так и по скорости их изменения. В случае превышения давления действующего трубопровода (выше заданных значений) человек анализирует сопутствующие сигналы циркуляционного насоса, транспортирующего жидкость по трем трубопроводам с датчиками давления и запорной арматурой на них. Если сигнал о превышении давления сработал для всех действующих трубопроводов, то причина в насосе, и он его остановит. Если сигнализирует датчик на одном из трех трубопроводов, то, вероятно, на нем прикрыли арматуру. Искусственный интеллект учитывает причинно-следственные связи в технологическом процессе и работе оборудования. Делаем вывод о первопричине сигнализации и принимаем соответствующее решение. Налицо целесообразность применения ИИ на этапах проверки данных на достоверность, восстановления достоверности, сигнализации о нарушениях.

Функция автоматического регулирования — настоящий вызов для ИИ, так как возникает запрос на реализацию этой функции по причине дефицита высококвалифицированных специалистов по настройке регуляторов в круглосуточном режиме.

Функция дистанционного управления, которое полностью выполняется человеком, самостоятельно принимающем решение о пуске или остановке оборудования, изменяя положение исполнительных механизмов. В этом случае имеет место влияние «человеческого фактора». Как результат, многочисленные ошибочные ре-

шения, возможен ущерб, в ряде случаев непоправимый. Ответом станет технология цифрового советника (рис. 4), цифрового ассистента, функции которого:

- формирование целевых сообщений оператору;
- интеллектуальный контроль и аналитика технологического процесса и технического состояния оборудования;
  - анализ и контроль действий персонала;
- предупреждения о неблагоприятном развитии ситуаций по причине неверных решений оператора;
- подсказки верных алгоритмов выполнения действий/операций при внештатных ситуациях (ликвидация аварийных ситуаций);
- распознавание речи оператора и выполнение его команд.

Также есть функция цифрового советчика в условиях мониторинга оборудования и технологического процесса. Советчик самообучаем и постоянно развивает навыки управления при взаимодействии с оператором в процессе диагностики объекта управления. Навыки:

- анализ функционала технологического оборудования и его компонентов;
- мониторинг корректности ведения технологического режима.

Аналогично дистанционному управлению в диагностике предполагается использование цифрового советника, оказывающего информационную поддержку операторам, технологам и специалистам службы главного механика и энергетика. Функция цифрового ас-

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Технология машиностроения

систента:

- формирование рекомендаций по безопасной работе оборудования;
- контроль соответствия фактических условий эксплуатации оборудования паспортным;
- формирование сообщений об отклонениях, возможных нарушениях и вероятных неблагоприятных последствиях эксплуатации оборудования [5].

Энергоэффективность достигается за счет использования нового и более экономичного оборудования, оптимизации существующих систем учета, управления, контроля и использования вторичных энергоресурсов. В совокупности получаем инструменты по достижению основных целей энергетической политики:

- повышению энергетической безопасности и надежности;
- снижению вредного экологического воздействия вследствие эффективного использования энергоресурсов;
- повышению конкурентоспособности производства;
- уменьшению количества ошибок и снижения тяжести последствий от них при внедрении ИИ и исключении «человеческого фактора», вполне обосновано его применение на этапах проверки данных на достоверность, восстановления достоверности, сигнализации о нарушениях и диагностики технологического объекта управления в формате цифрового советника.

#### Список литературы

- 1. Аракелян, А.К. Электропривод насосов: вопросы теории и расчета: Учебное пособие / А.К. Аракелян, В.Н. Ларионов. Чебоксары : Изд-во Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова, 2008.-200 с.
- 2. Муравлева, О.О. Концепция и пути создания энергоэффективных асинхронных двигателей / О.О. Муравлева // Электричество. -2007. -№ 6. C. 50–52.
- 3. Таран, А.А. Оптимизация стационарных режимов асинхронных электроприводов на базе полупроводниковых преобразователей частоты с широтно-импульсной модуляцией: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / А.А. Таран. Екатеринбург: РГППУ, 2006. 25 с.
- 4. Уварова, Т.С. Асинхронный двигатель основа энергосберегающих технологий для народного хозяйства [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://collection.lib.tpu.ru.
- 5. Шехтман, М. Разработка АСУ ТП с искусственным интеллектом [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://energiavita.ru/2018/09/17/mihail-shekhtman-razrabotka-asu-tp-siskusstvennym-intellektom.
- 6. Баширова, Э.М. Совершенствование управления автоматическим вводом резерва системы электроснабжения. Математическое моделирование и численные методы / Э.М. Баширова, И.И. Мамлеев, А.А. Давлатов, М.Ф. Шван // Информационные технологии. − 2023. № 6(144).

#### References

- 1. Arakelyan, A.K. Elektroprivod nasosov: voprosy teorii i rascheta: Uchebnoye posobiye / A.K. Arakelyan, V.N. Larionov. Cheboksary : Izd-vo Chuvashskogo gosudarstvennogo universiteta im. I.N. Ul'yanova, 2008.-200 s.
- 2. Muravleva, O.O. Kontseptsiya i puti sozdaniya energoeffektivnykh asinkhronnykh dvigateley / O.O. Muravleva // Elektrichestvo. 2007. № 6. S. 50–52.
- 3. Taran, A.A. Optimizatsiya statsionarnykh rezhimov asinkhronnykh elektroprivodov na baze poluprovodnikovykh preobrazovateley chastoty s shirotno-impul'snoy modulyatsiyey: avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / A.A. Taran. Yekaterinburg :

**Section: Engineering Technology** 

RGPPU, 2006. - 25 s.

- 4. Uvarova, T.S. Asinkhronnyy dvigatel' osnova energosberegayushchikh tekhnologiy dlya narodnogo khozyaystva [Electronic resource]. Access mode: http://collection.lib.tpu.ru.
- 5. Shekhtman, M. Razrabotka ASU TP s iskusstvennym intellektom [Electronic resource]. Access mode: https://energiavita.ru/2018/09/17/mihail-shekhtman-razrabotka-asu-tp-s-iskusstvennym-intellektom.
- 6. Bashirova, E.M. Sovershenstvovaniye upravleniya avtomaticheskim vvodom rezerva sistemy elektrosnabzheniya. Matematicheskoye modelirovaniye i chislennyye metody / E.M. Bashirova, I.I. Mamleyev, A.A. Davlatov, M.F. Shvan // Informatsionnyye tekhnologii. − 2023. − № 6(144).

© М.Г. Казанов, Н.Д. Дюльдин, 2023

Раздел: Технология машиностроения

УДК 621.81

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

#### ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ВОЗДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ

*Ключевые слова:* детали машин; конструкционные материалы; магнитное поле; магнитно-импульсная обработка.

Аннотация. Целью исследования является воздействие магнитно-импульсной обработки на эксплуатационные свойства: износостойкость и долговечность деталей различных узлов, машин, комплексов. Метод: в основе метода рассматривается использование комбинированного воздействия магнитных полей на машиностроительную конструкцию. Описано поведение деталей под воздействием сильных магнитных полей. Результат: определены основные преимущества поведения обрабатываемого материала при воздействии магнитного потока. Вывод: применение магнитного воздействия на конструкционные материалы считается прогрессивным методом, определяющим ряд преимуществ по сравнению с другими воздействиями. Данный метод позволяет изменять структуру самого металла, а следовательно, его физические и механические свойства, что позволяет улучшить эксплуатационные характеристики не только деталей, но и изделия в целом.

#### Введение

Качество деталей машин определяет важнейшую задачу в эксплуатации того или иного вида оборудования. Многие годы ученые стремятся применить различные технологии, связанные с улучшением качества деталей (как поверхностного слоя, так и структуры деталей в целом). Одним из методов воздействия на конструкционный материал является магнитная обработка, то есть применение магнитного поля с целью изменения структуры и свойств металла.

Обработку деталей машин с использованием магнитной энергии предложил Н.И. Каргалов. Он применил ферро-магнитный порошок для внутренних поверхностей труб. В шестидесятые годы прошлого столетия В.А. Шальнов и В.Н. Верезуба описали применение абразивно-магнитной обработки плоских поверхностей.

Многочисленные исследования и разработки в этой области принадлежат научным коллективам Белорусии. Ученые-новаторы, занимающиеся особенностями магнитного воздействия на обработку деталей: Н.Я. Скворчевский, В.Н. Чачин, Ф.Ю. Сакулевич, Н.С. Хомич, Э.Н. Кудинова, С.П. Приходько, В.С. Кобчиков, В.М. Нестеров, Е.М. Желтобрюхов.

#### Постановка задачи

Повышение качества деталей – первоочередная задача машиностроителей. Цель данной статьи – исследовать воздействие магнитно-импульсной обработки на эксплуатационные свойства: износостойкость и долговечность деталей различных узлов, машин, комплексов и изделий в целом.

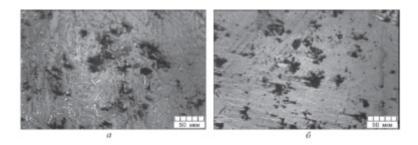
#### Методы исследования

Исследовано магнитное воздействие на алюминиево-кремниевый сплав Al-Si во время его затвердевания. Выявлено изменение микроструктуры данного сплава. А именно в процессе воздействия магнитного поля произошло разрушение дендритов на уровне атомно-кристаллической решетки. Атомы кремния перераспределились в эвтектоидном состоянии, что привело к улучшению механических свойств сплава в целом. Определено, что магнитная обработка металла при нагреве и охлаждении приводит к

Section: Engineering Technology

Таблица 1. Химический состав рассматриваемого образца

C	Si	Mn	Cr	Ni	Си
2,84	2,5–2,6	0,54	1,6	15,1	4,7



**Рис. 1.** Микроструктура образцов чугуна до воздействия магнитного поля: а) неравномерность макроструктуры по сечению от наружной кромки к середине образца; б) ширина зоны неравномерности микроструктуры

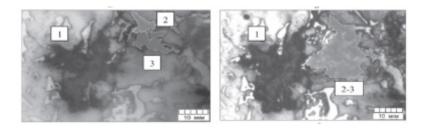


Рис. 2. Микроструктура образцов чугуна после двух циклов воздействия магнитного поля

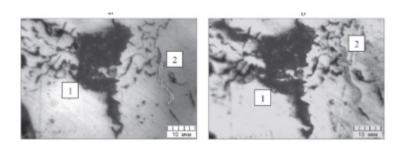


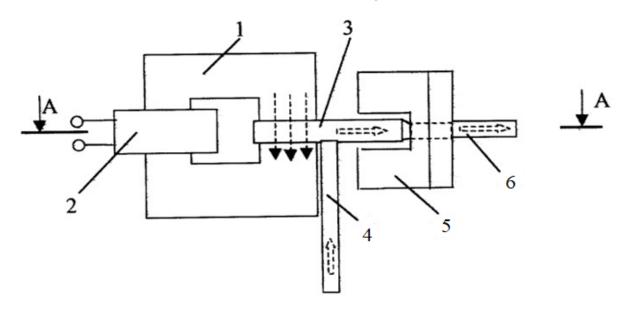
Рис. 3. Микроструктура образцов чугуна после шести циклов воздействия магнитного поля

измельчению зерна данного металла [1]. Исследовано воздействие магнитного поля на легированный чугун. Так, при охлаждении чугуна, содержащего в своем составе такие легирующие элементы, как хром, никель, кремний, воздействие магнитного поля приводит к уменьшению объема тростита в сплаве [2]. Под действием

магнитного поля происходит эвтектоидное превращение, преобразовывающее структуру легированного чугуна [3]. Рассмотрим химический состав аустенитного чугуна 4H15Д7 (табл. 1).

Воздействие магнитного поля на изменение структуры аустенитного чугуна 4H15Д7 продемонстрировано на рис. 1, 2, 3.

Раздел: Технология машиностроения



**Рис. 4.** Общий вид магнитодинамического насоса в разрезе: 1 – магнитопровод с зазором; 2 – обмотка возбуждения; 3 – металлопровод; 4 – входной патрубок; 5 – выходной патрубок; 6 – П-образный магнитопровод

Из приведенных рисунков видно, что даже при двухкратном воздействии на металл наблюдается рост графитовых включений. И чем большее воздействие оказывает магнитное поле на испытуемый металл, тем больше составляет площадь графитовых включений. При шестикратном воздействии графитовые вкрапления достигают 7–20 %.

#### Результат

Эксперименты по воздействию магнитных полей проводились не только на металл при его нагревании, либо охлаждении, но и уже на изготовленные детали, а также на собранные из них блоки. Так, например, блок подшипников скольжения при обработке магнитным полем подвергается модернизации, позволяющей повышать такие значимые качества, как долговечность и надежность [4].

Использование магнитного поля для улучшения характеристик металлических конструкций и деталей повышает их пластическую деформацию. Процессы перераспределения химических элементов при плавлении сплавов изменяют микроструктуру металла. Влияние магнитного поля на атомно-кристаллическое строение материала позволяет улучшить процессы обработки металлов давлением. Отмечено, что магнитная обработка является пер-

спективным методом воздействия не только на структуру металла, но и на улучшение шероховатости поверхностного слоя деталей. С точки зрения экономической и экологической целесообразности метод воздействия магнитной обработкой заменяет более агрессивные методы. В отличие от существующей механической, химической, электромеханической, абразивной обработки деталей, применяемая магнитная обработка не воздействует разрушающе на окружающую среду, улучшает экологические показатели и сохраняет ресурсосбережение [5].

Так, при обработке монокристалла кремния применение магнитного поля ведет к более легкой полировке обрабатываемого материала, позволяет уменьшить текучесть и дефекты кристаллической решетки.

Многие ученые проявляют непоколебимый интерес к изменению природы состояния материала при влиянии магнитного воздействия. Отмечено, что при магнитном воздействии на титановый сплав и при фазовом преобразовании кристаллической решетки происходит ее уплотнение: плотность ее увеличивается.

Воздействие магнитной обработки широко применяется при производстве деталей методом литья. Литейному производству присуще множество недостатков, таких как сильное тепловое

Section: Engineering Technology

излучение, потеря металла, не всегда желаемое качество готовой продукции. Учеными, занимающимися поиском проблем литья, был создан магнитодинамический насос, осуществивший революционный прорыв в технологии автоматического заполнения форм жидким металлом. Насос был прост в работе, перекачивал по трубе вместо воды жидкий металл под действием магнитного поля. Продвигаясь по трубе, раскаленный металл с высокой точностью и универсальностью заполнял литейные формы. Применение магнитодинамического насоса позволило модернизировать трудоемкую работу в литейных цехах, повысить безопасность труда. Разработанная технология литейного производства позволила повысить прочностные характеристики продукции, качество, износостойкость, а следовательно, и долговечность деталей, изготовленных в дальнейшем из полученных отливок (рис. 4).

#### Выводы

Технологии магнитного воздействия дали старт прорывным техническим решениям при создании различных изделий в аэрокосмической, электротехнической, электронной, судостроительной, атомной, нефтедобывающей отраслях отечественной индустрии.

Магнитное влияние предоставляет большие возможности: его способность изменять физические и механические свойства не вызывает сомнений. Происходят изменения в металле даже на уровне фазового состояния металла. Воздействие магнитного поля на детали машин имеет большие перспективы относительно возможности получения определенного набора эксплуатационных характеристик, тем самым повышая надежность, долговечность и эксплуатационные характеристики деталей и машин.

#### Список литературы

- 1. Бондарев, Б.И. Модифицирование деформируемых алюминиевых сплавов / Б.И. Бондарев, В.И. Напалков, В.И. Тарарышкин. М.: Металлургия, 1979. 224 с.
- 2. Анисович, А.Г. Изменение структуры чугуна СЧ25 в модулированном по амплитуде высокочастотном электромагнитном поле / А.Г. Анисович, И.Н. Румянцева, В.Ф. Бевза, Е.И. Марукович, В.В. Ажаронок, С.В. Гончарик // Электронная обработка материалов. 2009. № 2(256). С. 47–56.
- 3. Перекрестов, А.П. Способы повышения работоспособности подшипников скольжения / А.П. Перекрестов, В.А. Чанчиков // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. -2010. -№ 1.
- 4. Илларионов, А.Г. Технологические и эксплуатационные свойства титановых сплавов : Учебное пособие / А.Г. Илларионов, А.А. Попов. Екатеринбург : Уральский федеральный университет, 2014. 136 с.
- 5. Влияние импульсного магнитного поля высокой напряженности на свойства жидких алюминиевых сплавов / В.А. Глущенков, Ф.В. Гречников, В.И. Никитин [и др.] // Литейщик России. 2010. № 7. С. 34–39.

#### References

- 1. Bondarev, B.I. Modifitsirovaniye deformiruyemykh alyuminiyevykh splavov / B.I. Bondarev, V.I. Napalkov, V.I. Tararyshkin. M.: Metallurgiya, 1979. 224 s.
- 2. Anisovich, A.G. Izmeneniye struktury chuguna SCH25 v modulirovannom po amplitude vysokochastotnom elektromagnitnom pole / A.G. Anisovich, I.N. Rumyantseva, V.F. Bevza, Ye.I. Marukovich, V.V. Azharonok, S.V. Goncharik // Elektronnaya obrabotka materialov. − 2009. − № 2(256). − S. 47−56.
  - 3. Perekrestov, A.P. Sposoby povysheniya rabotosposobnosti podshipnikov skol'zheniya /

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Технология машиностроения

- A.P. Perekrestov, V.A. Chanchikov // Vestnik AGTU. Seriya: Morskaya tekhnika i tekhnologiya. 2010. № 1.
- 4. Illarionov, A.G. Tekhnologicheskiye i ekspluatatsionnyye svoystva titanovykh splavov : Uchebnoye posobiye / A.G. Illarionov, A.A. Popov. Yekaterinburg : Ural'skiy federal'nyy universitet,  $2014.-136~\rm s.$
- 5. Vliyaniye impul'snogo magnitnogo polya vysokoy napryazhennosti na svoystva zhidkikh alyuminiyevykh splavov / V.A. Glushchenkov, F.V. Grechnikov, V.I. Nikitin [i dr.] // Liteyshchik Rossii. − 2010. − № 7. − S. 34–39.

© И.А. Погребная, С.В. Михайлова, 2023

Section: Engineering Technology

УДК 621

СУНЬ ТЯНЬЮЙ

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МИКРООТВЕРСТИЙ ТОПЛИВНЫХ ФОРСУНОК

*Ключевые слова:* лазерная обработка; машиностроение; микроотверстия; форсунки.

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию и применению методов лазерной обработки для обработки микроотверстий топливных форсунок. Целью исследования является разработка эффективного метода обработки микроотверстий, который позволит улучшить работу топливных форсунок и повысить эффективность сгорания топлива. Задачи статьи: анализ существующих методов обработки микроотверстий топливных форсунок, определение преимуществ и недостатков каждого метода, разработка и оптимизация лазерного метода обработки микроотверстий.

В работе использовались общенаучные методы исследования. Новизна данного исследования: в результате исследования было установлено, что лазерная обработка является эффективным методом для обработки микроотверстий топливных форсунок. Этот метод позволяет точно контролировать глубину и диаметр отверстий, а также их форму, что влияет на качество распыла топлива и, соответственно, на эффективность сгорания.

Экологические проблемы вынуждают государство принимать законы, направленные на сокращение выбросов от всех транспортных средств. Это вынуждает производителей двигателей и форсунок менять конструкции двигателей, системы управления двигателем и топливных форсунок.

В новых конструкциях форсунок обычно используются отверстия топливных форсунок меньшего размера, а иногда и определенной

формы. Некоторые аспекты этих новых разработок выходят за рамки возможностей существующих методов производства (обычное сверление, электроэрозионная обработка и штамповка). Лазерная микрообработка позволяет преодолеть многие ограничения существующих методов производства.

Однако существуют уникальные проблемы, с которыми сталкивается лазерное бурение, в частности, сверление сопел форсунок дизельного топлива, где повреждение задней стенки является проблемой. Решение этих проблем достигнуто с использованием лазеров на парах меди (ЛПМ).

ЛПМ уже несколько лет находятся на переднем крае технологий лазерной микрообработки. Существует два лазерных перехода (511 нм и 578 нм), и соотношение выходной мощности обычно составляет 2:1. Лазер по своей сути является импульсным из-за самозавершающегося характера лазерного перехода, и типичные длины импульсов находятся в диапазоне 10–50 нс. Лазер работает на высоких частотах повторения импульсов, обычно 5–30 кГц, со средней выходной мощностью в диапазоне 10–200 Вт на модуль [1].

ЛПМ является газовым лазером и, следовательно, не подвергается тепловым эффектам, возникающим в твердотельных лазерах при масштабировании мощности. Это позволяет ЛПМ генерировать очень высокую выходную мощность без ухудшения качества луча (что важно для микрообработки). Частоту лазера также можно удвоить для получения мощного УФ-излучения (255 или 289 нм), в качестве альтернативы смешение суммарных частот дает 271 нм [2].

Выходная мощность превышает 4,5 Вт2 на

Раздел: Технология машиностроения

длине волны 255 нм, а совсем недавно были достигнуты мощности, приближающиеся к 1 Ом. Высокий коэффициент усиления ЛПМ позволяет эффективно извлекать мощность при использовании в качестве усилителя, поэтому системы высокой мощности и высокого качества луча часто конфигурируются как системы усилителей мощности задающего генератора (МОР A) [3].

Профиль усиления ЛПМ обычно имеет цилиндр, хотя его можно изменить, чтобы он был почти гауссовым, преобразовав рабочие параметры лазера. Высокий коэффициент усиления позволяет использовать нестабильные резонаторы, и, следовательно, профиль луча ближнего поля во многом повторяет профиль усиления.

Возможность адаптации профиля луча ЛПМ к конкретному применению является существенным преимуществом перед твердотельными лазерами, где высокое качество луча может быть получено только с помощью гауссовой модели *TEM*00 [4].

В случае топливных форсунок цилиндрический профиль балки улучшает форму кромок и конусность отверстий с большим удлинением, которые требуются в форсунках дизельного топлива.

Существует несколько типов форсунок для дизельного топлива, наиболее распространенными из которых являются *Sac* и *VCO* (отверстие с клапанным покрытием). Отверстия для впрыска топлива находятся на самом кончике форсунки. В инжекторах текущего производства используется 5—8 отверстий диаметром от 100 до 200 мкм. Чтобы снизить выбросы и повысить производительность, диаметр отверстий уменьшается до диапазона 50—100 Джм, а количество отверстий увеличивается [4].

Стоит обратить внимание, что типичная толщина стенки находится в диапазоне 0,9–1,5 мм. По мере увеличения давления впрыска для улучшения производительности толщина стенок приближается к верхнему пределу этого диапазона. Зазор между двумя внутренними стенками конического наконечника в месте отверстия находится в пределах 0,5–2 мм. Размер этого зазора, как правило, меньше в двигателях меньшего размера, то есть в автомобилях (по сравнению с грузовиками) [4].

Типичные углы распыления находятся в диапазоне  $60-90^{\circ}$ . Во многих конструкциях двига-

телей форсунка расположена под углом внутри цилиндра, поэтому угол распыления смещен вокруг оси, в результате чего угол для каждого отверстия разный. Сопло мешочка отличается тем, что топливные отверстия находятся в «мешочке» на самом кончике форсунки. Клапан не закрывает отверстия в конце впрыска, поэтому некоторое количество топлива может остаться в мешке.

Это топливо может вытечь после основного впрыска, что может вызвать проблемы с выбросами. Бензиновые форсунки обычно работают при гораздо более низком давлении, чем у дизельных форсунок (хотя в некоторых новых конструкциях давление увеличивается), а геометрия большинства бензиновых форсунок намного проще — обычно плоская пластина с 1—6 отверстиями по 100—300 Дж/м под небольшим углом к поверхности [2].

Диаметр, конусность, форма, отделка стенок и качество кромок топливного отверстия — все это влияет на эффективность впрыска (количество, распределение и распыление). Для форсунок дизельного топлива современный метод электроэрозионной обработки с последующей обработкой (хонингованием) позволяет получить очень точное и воспроизводимое отверстие с малой конусностью, гладкими стенками и острыми краями выходного отверстия для топлива.

Чтобы лазер был принят в производство, он должен удовлетворять как минимум всем этим требованиям. Продемонстрировать некоторые из этих характеристик относительно просто, но несколько сложнее удовлетворить все одновременно (что и необходимо сделать). Системы ЛПМ делают это.

Важно обратить внимание, что сочетание высокой мощности, превосходного качества луча и цилиндрического профиля ЛПМ позволяет сверлить отверстия с нулевой конусностью, положительной или отрицательной конусностью. Это достигается за счет изменения параметров лазера (мощности и геометрии фокусировки) без ухудшения других характеристик отверстия (таких как округлость отверстия, переплавка или острота кромки).

Небольшая внутренняя геометрия форсунок дизельного топлива представляет собой серьезную проблему при лазерном сверлении. При использовании традиционных технологий сверления можно остановить сверлильный ин-

Section: Engineering Technology

струмент на заданной глубине благодаря тому, что инструмент (сверло или проволока) имеет фиксированную глубину. Однако при лазерном сверлении после того, как лазерный луч преодолел толщину стенки, ничто не мешает последующим фотонам повредить противоположную внутреннюю стенку (заднюю стенку). Эта проблема ранее возникала при лазерном сверлении лопаток турбины и была решена с помощью суспензии, которую впрыскивают в полость, дают ей застыть, а затем удаляют после сверления.

Качество отверстий, необходимых для лопаток турбин, относительно низкое, и зачастую их сверлят ударным способом. Обычно после того, как стена пробита, требуется только один (или около того) дополнительный импульс для очистки отверстия, и в этом случае суспензия обеспечивает адекватную защиту. Как отмечалось ранее, типичное время сверления отверстия топливной форсунки составляет 3–30 секунд (обычно от 30 000 до 300 000 импульсов), и большую часть этого периода лазерный луч будет падать на заднюю стенку. Этого достаточно, чтобы нанести очень значительные повреждения задней стенке, а в некоторых случаях и просверлить ее [3].

Метод, предложенный рядом ученых для защиты задней стенки, заключается в установке внутри сопла твердого барьера в виде металлического или керамического штифта. Хотя штифт может блокировать луч в соплах большего размера, его использование имеет главный недостаток. А именно штифт должен быть достаточно толстым, чтобы его не просверлил лазер, и это обычно ограничивает его использование самыми большими соплами, интерес к которым снижается. Если штифт поврежден лазером, его необходимо заменить в каждом отверстии или каждом сопле. Это дорого и отнимает много времени. Мощность лазера, поглощаемая штифтом, приводит к его сильному нагреву, а тепло, излучаемое штифтом, вызывает металлургические изменения в соплах. Это неприемлемо, поскольку приводит к изменению твердости и прочности сопла. Кроме того, материал штифта распыляется падающим лазерным лучом, и это загрязнение необходимо удалить изнутри сопла.

Таким образом, можно констатировать, что лазерное сверление дает разработчикам топливных форсунок большую гибкость и возможности для соблюдения нового законодательства по вредным выбросам. Помимо большей точности и возможности использования отверстий меньшего размера, лазерное сверление и микрообработка являются «мягкими» инструментами, которые легко контролировать и перепрограммировать. Однако перед лазером стоит ряд проблем, прежде чем он существенно вытеснит традиционные методы обработки на этом рынке.

#### Список литературы

- 1. Петров, А.А. Применение лазерной обработки в автомобильной промышленности / А.А. Петров // Технический прогресс. -2018. − Т. 55. -№ 3. − С. 78–85.
- 2. Иванов, В.Б. Технологии лазерной микрообработки для топливных форсунок / В.Б. Иванов // Материалы научно-технической конференции Лазерная обработка материалов, 2016. C. 112-117.
- 3. Смирнов, Г.Н. Исследование влияния лазерной обработки на параметры микроотверстий в топливных форсунках / Г.Н. Смирнов // Техническая физика. 2017. Т. 78. № 2. С. 34—41.
- 4. Кузнецов, Д.И. Повышение эффективности лазерной обработки микроотверстий в топливных форсунках с помощью оптимизации процесса / Д.И. Кузнецов // Сборник тезисов конференция Инновации в технике и технологии, 2019. С. 220.

#### References

1. Petrov, A.A. Primeneniye lazernoy obrabotki v avtomobil'noy promyshlennosti / A.A. Petrov // Tekhnicheskiy progress. – 2018. – T. 55. – № 3. – S. 78–85.

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Технология машиностроения

- 2. Ivanov, V.B. Tekhnologii lazernoy mikroobrabotki dlya toplivnykh forsunok / V.B. Ivanov // Materialy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii Lazernaya obrabotka materialov, 2016. S. 112–117.
- 3. Smirnov, G.N. Issledovaniye vliyaniya lazernoy obrabotki na parametry mikrootverstiy v toplivnykh forsunkakh / G.N. Smirnov // Tekhnicheskaya fizika. 2017. T. 78. № 2. S. 34–41.
- 4. Kuznetsov, D.I. Povysheniye effektivnosti lazernov obrabotki mikrootverstiy v toplivnykh forsunkakh s pomoshch'yu optimizatsii protsessa / D.I. Kuznetsov // Sbornik tezisov konferentsiya Innovatsii v tekhnike i tekhnologii, 2019. C. 220.

© Сунь Тяньюй, 2023

Section: Engineering Technology

УДК 664

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

### АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВИДОВ РЫБ

*Ключевые слова:* ДНК-секвенирование; молекулярная идентификация.

Аннотация. Реализация фальсифицированной рыбной продукции стала большой проблемой как для потребителей, так и для надзорных органов. Применение методов молекулярной идентификации видов рыб помогает обнаружить и избежать преднамеренной, а также непреднамеренной замены различных видов рыб. Целью работы является анализ широко распространенных методов идентификации видов рыб на основе анализа ДНК. Эти методы имеют ряд преимуществ по сравнению с методами иммуноферментного анализа (ИФА) и дополняют традиционные методы морфологической идентификации.

Рыба является одним из самых продаваемых товаров на продовольственном рынке. Увеличение спроса на рыбную продукцию привело к серьезным опасениям по поводу риска продажи некачественной и даже фальсифицированной продукции в связи с увеличивающимися случаями выявления ее неправильной маркировки.

В Евразийском экономическом союзе действует технический регламент ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части их маркировки», направленный на предотвращение дезинформации потребителей в области обеспечения реализации прав потребителей на достоверную информацию о пищевых продуктах. Правильная маркировка рыбных пищевых продуктов играет важную роль в стимулировании устойчивого рыболовства, помогая потребителям правильно определять происхождение рыбы и, следовательно, позволяя им принимать взвешенные решения о покупке [1]. Эти факторы подчеркивают необходимость контроля соответствия маркировки ТР ТС 022/2011 и выявления случа-

ев видовой фальсификации рыбы.

Для обнаружения фальсификации видов рыбы необходимо ее идентифицировать. Идентификация сырой рыбы может быть осуществлена визуальным методом по характерным морфологическим признакам. Однако при разделке рыбы и тем более при технологической обработке идентифицировать вид по ихтиологическим признакам не представляется возможным. В этом случае необходимы инструментальные методы идентификации.

В широкой практике идентификация сырья и продуктов основана на видовой специфичности как белковых молекул, так и ДНК. Эти методы позволяют избежать фальсификации при замене дорогих видов на более дешевые [2]. Методы, основанные на ДНК, имеют ряд преимуществ по сравнению с анализом белков. Прежде всего молекула ДНК более устойчива к воздействию высоких температур, и даже если ДНК частично разрушается из-за технологической обработки продукта, ее все равно можно использовать для исследований, например, методом ПЦР, который позволяет амплифицировать небольшие фрагменты ДНК с достаточной информацией для определения вида идентификации. Во-вторых, ДНК присутствует во всех типах тканей и может быть извлечена из любого органического материала. Кроме того, методы анализа ДНК предпочтительнее из-за большей вариабельности генетического кода.

В этой статье дан анализ широко распространенных в настоящее время методов идентификации видов рыб.

Анализ одноцепочечного конформационного полиморфизма (SSCP) — анализ конформационного полиморфизма одноцепочечной ДНК (ssDNA) — это метод выявления различий в электрофоретической подвижности ssDNA, обусловленных мутациями по конформации молекул. Пространственная организация малой ssDNA зависит от состава нуклеотидов, поэто-

Раздел: Технология машиностроения

му замена даже одного нуклеотида приводит к изменениям пространственной структуры. Соответственно, обнаружение измененного паттерна миграции фрагментов ssDNA в разных образцах при SSCP-анализе позволяет предположить видовые различия, даже если виды тесно связаны [2].

Для применения видоспецифической полимеразной цепной реакции (ПЦР) обязательным условием является знание нуклеотидной последовательности гена, на основе которой будет проводиться видовая идентификация, то есть будут разработаны праймеры, генерирующие фрагмент, который визуализируется с помощью электрофора в агарозном геле электрофореза только в присутствии ДНК этого вида.

ПЦР в реальном времени является модификацией обычной ПЦР, при которой накопление продуктов амплификации анализируется специальным прибором, отличительной особенностью которого является возможность возбуждения и детектирования флуоресценции, отражающей накопление ампликонов в каждом цикле амплификации. ПЦР в реальном времени — наиболее распространенная технология, используемая для идентификации видов. Непрерывное измерение флуоресценции позволяет исключить этапы, которые обычно необходимы после выполнения ПЦР, то есть электрофорез и окрашивание гелем.

Полимеразная цепная реакция — анализ полиморфизма длины рестрикционного фрагмента (ПЦР-*RFLP*) — это метод, при котором фрагмент исследуемого гена, несущий сайт распознавания эндонуклеазы, амплифицируется с последующим его разрезанием соответствующим ферментом, приводящим к появлению рестрикционных фрагментов, которые дальше анализируют с помощью гель-электрофореза.

Метод штрихкодирования ДНК заключается в том, что некоторый короткий участок ДНК может играть роль маркера, позволяющего окончательно идентифицировать (или почти окончательно, поскольку существует внутривидовая изменчивость) видовое происхождение организма аналогично работе штрихкода на этикетке, который считывается сканером. Основа штрихкодирования ДНК включает в себя два метода молекулярной диагностики: во-первых, полимеразную цепную реакцию, которая благодаря способности ДНК к репликации позволяет амплифицировать выбранный фрагмент ее молекулы в количествах, пригодных для даль-

нейшего анализа; во-вторых, метод для определения нуклеотидной последовательности в молекулах ДНК (ее секвенирование).

Секвенирование по Сэнгеру позволяет считывать последовательности длиной до 1 000 пар оснований и используется для небольших фрагментов генома. С 1 июля 2018 г. вступил в силу ГОСТ 34106-2017 «Продукция пищевая и сырье. Метод секвенирования фрагментов митохондриального генома животных и рыб для определения видовой принадлежности в однокомпонентной продукции», регулирующий применение метода секвенирования фрагментов митохондриального генома животных и рыб для определения видового происхождения однокомпонентных продуктов. Суть метода заключается в определении нуклеотидных последовательностей области митохондриального генома и сравнении с известными последовательностями для идентификации видового происхождения рыб.

Основными преимуществами секвенирования по Сэнгеру являются высокая точность считывания и низкая первичная стоимость анализа. Однако метод имеет серьезное ограничение: им невозможно провести видовую идентификацию в многокомпонентных продуктах.

Таким образом, методы, основанные на ПЦР, являются наиболее перспективными, поскольку позволяют идентифицировать виды разных рыб, даже близкородственных. Эта идентификация может быть проведена как на объектах, подвергнутых различным технологическим обработкам, так и на необработанном образце рыбы. Эти методы отличает относительная простота и оперативность, что позволяет находить им широкое применение для контроля качества пищевых продуктов. Однако, несмотря на указанные преимущества основанных на ПЦР методов, не стоит упускать из виду их недостатки. Например, SSCP-анализ не рекомендуется использовать для идентификации продуктов, состоящих из нескольких видов рыбы, и в продуктах, подвергнутых стерилизации. Кроме того, метод ПЦР-RFLP не рекомендуется для проверки видового состава рыбных смесей, поскольку полученные результаты не всегда отражают истинный состав смеси. Видоспецифичная ПЦР предусматривает использование стадии электрофореза и окрашивания гелем для выявления результатов амплификации, что может привести к контаминации и, следовательно, к недостоверным результатам.

В настоящее время технология, используе-

Section: Engineering Technology

мая для идентификации видов (ПЦР в реальном времени), является наиболее распространенной и используется для идентификации, начиная с сырья и заканчивая продуктами термической обработки, включая продукцию из различных видов рыбы с многокомпонентным составом.

Метод штрихкодирования ДНК с использованием секвенирования позволяет обнаружить в определяемом образце присутствие всех видов рыбы в течение одного анализа, что дела-

ет его весьма перспективным. Также этот метод универсален, поскольку делает возможным проведение анализа любых рыбных продуктов. Однако основным недостатком метода является его высокая стоимость.

Итак, методы, основанные на анализе ДНК, активно используются для идентификации видов рыб, поэтому их необходимо применять для контроля рыбопродуктов на соответствие видовому составу.

#### Список литературы

- 1. Деревщикова, М.И. Использование молекулярно-генетических методов для микробиологического контроля пищевой продукции / М.И. Деревщикова, М.Ю. Сыромятников, В.Н. Попов // Техника и технология пищевых производств. -2018. Т. -48. № С. -87–-113.
- 2. Фомина, Т.А. Методы молекулярной диагностики для идентификации видов рыб / Т.А. Фомина, В.Ю. Корниенко, М.Ю. Минаев // Пищевые системы. 2020. Т. 3. № 3. С. 32–42.

#### References

- 1. Derevshchikova, M.I. Ispol'zovaniye molekulyarno-geneticheskikh metodov dlya mikrobiologicheskogo kontrolya pishchevoy produktsii / M.I. Derevshchikova, M.YU. Syromyatnikov, V.N. Popov // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. − 2018. − T. 48. − № 4. − S. 87–113.
- 2. Fomina, T.A. Metody molekulyarnoy diagnostiki dlya identifikatsii vidov ryb / T.A. Fomina, V.YU. Korniyenko, M.YU. Minayev // Pishchevyye sistemy. 2020. T. 3. № 3. S. 32–42.

© А.В. Чернова, 2023

Разлеп: Финансы

УДК 330.59

Р.Г. ГУЧЕТЛЬ ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Ключевые слова:* демографические показатели; качество жизни населения; социальноэкономическое развитие; экономическая и социальная безопасность региона.

Аннотация. В статье представлены современное состояние, основные показатели и проблемы повышения уровня качества жизни населения Тамбовской области. Цель статьи заключается в оценке уровня качества жизни населения. Задачей исследования являются проведение исследования уровня качества жизни общества на основе анализа показателей социально-экономического обеспечения населения, демографических индикаторов, а также предложение мероприятий по решению проблем в области качества жизни населения области.

Основной гипотезой исследования является то, что проблемы повышения уровня качества жизни являются приоритетными, от их решения зависит экономическая и социальная стабильность в обществе. Методологией исследования являются научный поиск, обобщение, анализ, систематизация. Полученные результаты исследования показали, что анализ социально-экономических показателей позволяет разработать и выявить проблемы в сфере качества жизни населения Тамбовской области, разработать мероприятия по их решению. Все показатели качества жизни населения взаимосвязаны, изменение одного повлечет за собой изменение другого.

В современном мире качество жизни населения — важнейший критерий благополучия общества. При анализе качества жизни населения используется множество показателей, отражающих уровень развития территории, обеспеченность населения, демографическое состояние. Одними из основных показателей, характеризующих качество жизни, являются демографические показатели. Динамика численности населения Тамбовской области представлена на рис. 1.

При анализе данных можно заметить, что «пик» численности приходится на 2018 г. и составляет 1 016 000 чел. Динамика, отраженная на рисунке, отрицательная, т.е. с каждым годом население Тамбовской области убывает и в совокупности за весь период сократилось на 49 700 чел. Такое убытие объясняется рядом факторов: смертность населения, снижение уровня рождаемости, миграционные процессы. Проанализируем данные показатели (табл. 1).

Рождаемость в Тамбовской области достигает своего максимального значения в 2018 г. С каждым годом число родившихся снижается, что отрицательно сказывается на общем уровне населения с учетом других показателей. Если смотреть на данные смертности в этом же году, они значительно превышают рождаемость.

В 2021 г. смертность составляет 20 648 чел. (самое большое значение за весь период), на что повлияли такие факторы, как: превышение смертности над рождаемостью, новая коронавирусная инфекция, преобладание людей в пожилом возрасте. В совокупности показатель увеличился за весь период на 342 чел.

Рассмотрим прирост/убыль населения (рис. 2) и, как мы видим, данный показатель за весь период имеет отрицательное значение, что означает постоянную убыль населения.

Такая динамика показателей отрицательно скажется на общем положении Тамбовской области.

Главным направлением социальной политики является повышение качества жизни населения. Сюда можно отнести принятие эффективных мер по вопросам оплаты труда, со-

Section: Finance

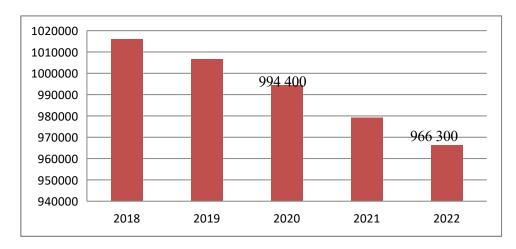


Рис. 1. Численность населения Тамбовской области (2018–2022 гг., тыс. чел.)

**Таблица 1.** Показатели рождаемости, смертности и естественного движения населения Тамбовской области с 2018 по 2022 гг.

Показатель	2018	2019	2020	2021	2022	Абсолютное отклонение, чел.
Рождаемость, чел.	8 289	7 744	7 419	7 221	6 586	-1 703
Смертность, чел.	15 958	15 187	17 854	20 648	16 300	342
Прирост/убыль, чел.	-7 669	-7 443	-10 435	-13 427	-9 714	-2 045



**Рис. 2.** Динамика показателей естественного воспроизводства населения Тамбовской области, тыс. чел.

циального страхования, занятости населения и охраны труда; поддержку и защиту малообеспеченных слоев, а также нетрудоспособных; проведение разумной миграционной политики; разработку транспортной политики; решение проблем жилищно-коммунального хозяйства; улучшение системы информационного обеспечения и др.

Помимо демографических показателей, влияющих на качество жизни населения, не ме-

нее важными являются показатели социальноэкономического обеспечения населения.

Рассмотрим в динамике среднемесячную заработную плату в Тамбовской области (табл. 2).

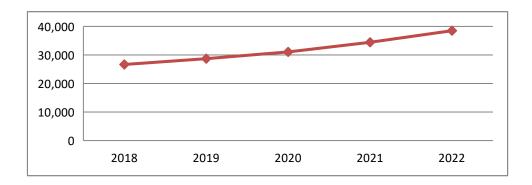
Анализируя данные, представленные за период с 2018 по 2022 гг., наименьшее значение з/п приходится на 2018 г. и составляет 26 660 руб. Свое максимальное значение показатель имеет в 2022 г. и составляет 38 502,5 руб. За

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Финансы

**Таблица 2.** Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата населения Тамбовской области

Годы	2018	2019	2020	2021	2022	Абсолютное отклонение, руб.
Среднемесячная з/п (руб.)	26 660	28 696,6	31 062,7	34 437,8	38 502,5	11 842,5



**Рис. 3.** Динамика среднемесячной номинальной начисленной заработной платы населения Тамбовской области, руб.

**Таблица 3.** Динамика среднемесячной пенсии в Тамбовской области за период с 2018 по 2022 гг.

Годы	2018	2019	2020	2021	2022	Абсолютное отклонение, руб.
Среднемесячная пенсия, (руб.)	12 632,75	13 390,42	14 136,90	15 169,45	17 362,77	4 730,02

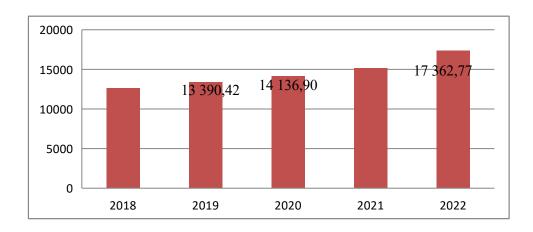


Рис. 4. Динамика среднемесячной пенсии в Тамбовской области за период с 2018 по 2022 гг.

весь период среднемесячная заработная плата увеличилась на 11 842,5 руб. и также в динамике каждый год возрастала (рис. 3).

Проанализируем среднемесячную пенсию в Тамбовской области за период 2018–2022 гг. (табл. 3).

**Section: Finance** 

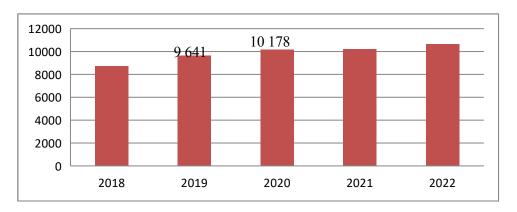


Рис. 5. Величина прожиточного минимума Тамбовской области, руб.

**Таблица 4.** Динамика среднегодовой численности занятых в Тамбовской области за период с 2018 по 2022 гг.

Годы	2018	2019	2020	2021	2022	Абсолютное отклонение, тыс. чел.
Численность занятых, тыс. чел.	486,5	480,4	476,2	482,2	486	0,5

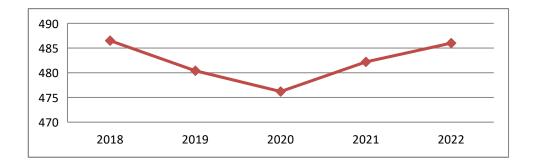


Рис. 6. Динамика среднегодовой численности занятых в Тамбовской области, тыс. чел.

**Таблица 5.** Динамика численности безработных в Тамбовской области за период с 2018 по 2022 гг.

Годы	2018	2019	2020	2021	2022	Абсолютное отклонение, тыс. чел.
Численность безработных, тыс. чел.	20,5	19,6	22,8	19,8	16	-4,5

По данным табл. 3 следует отметить, что в Тамбовской области наблюдается увеличение среднемесячных пенсий. В Тамбовской области за исследуемый период среднемесячная пенсия увеличилась на 4 730,02 руб. (рис. 4).

Прожиточный минимум является одним из

важнейших показателей уровня качества жизни, который определяется исходя из доходов и расходов населения (рис. 5).

Прослеживается положительная динамика: с 2017 г. прожиточный минимум вырос на 1 908 руб. Минимальное значение — 8 722 руб. Раздел: Финансы

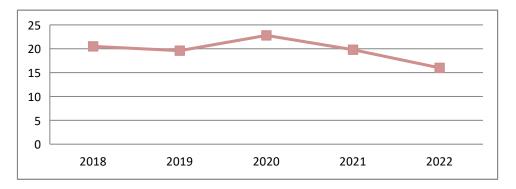


Рис. 7. Динамика численности безработных в Тамбовской области, тыс. чел.

**Таблица 6.** Индексы потребительских цен (тарифов) на товары и платные услуги населению Тамбовской области, %

	2018	2019	2020	2021	2022
Все товары и платные услуги	105,0	104,0	105,7	109,9	112,9
Все товары	105,2	103,6	106,9	112,1	112,8
Продовольственные товары	106,4	102,6	107,1	113,4	110,9
В том числе: продукты питания	106,5	102,5	107,5	114,8	111,3
Алкогольные напитки	105,7	103,0	104,1	102,6	107,2
Непродовольственные товары	104,1	104,5	106,6	110,8	114,8
Платные услуги	104,4	105,2	102,3	103,4	113,3

в 2018 г. и максимальное значение в 2022 г. -10630 руб.

Вопрос занятости населения был и есть одной из социальных проблем среди населения любой территории. Ее рост приводит к бедности, деградации и девиантному поведению. Перейдем к таким показателям, которые отражают экономически активное население страны, в состав которого входят занятые и безработные (табл. 4 и 5).

По данным табл. 4 следует отметить, что в Тамбовской области наблюдается тенденция снижения численности занятых (рис. 6): за исследуемый период она сократилась всего на 0,5 тыс. чел.

Как видно из табл. 5, значение показателя достигало своего максимума в 2020 г. и составило 22,8 тыс. чел. На протяжении всего периода динамика была непостоянной (рис. 7). В большей степени прослеживается положительный эффект, в конечном итоге мы видим отрицательное отклонение за период с

2018 по 2022 гг., безработица уменьшилась на 4,5 тыс. чел. Еще один положительный итог для населения в Тамбовской области.

Далее рассмотрим индекс потребительских цен в Тамбовской области. Он непосредственно зависит от потребительской корзины населения (табл. 6).

В декабре 2018 г. индекс потребительских цен по Тамбовской области составил 105 %, в декабре 2019 г. – 104 %, в 2020 г. – 105,7 %, а в декабре 2021 г. – 109,9 %.

В 2022 г. индекс потребительских цен по Тамбовской области составил 112,9 %. Цена продовольственных товаров выросла на 10,9 %. Стоимость минимального набора продуктов питания, рассчитанного по среднероссийским нормам потребления, составила 5 139,41 руб. в расчете на месяц. Индекс потребительских цен на непродовольственные товары составил 114,8 %. Значительное повышение цен за данный период отмечалось на ювелирные изделия и спички на 60,2–83,6 %, бумажно-бе-

Таблица 7. Семьи, состоящие на учете и получившие жилые помещения в Тамбовской области

Годы	2018	2019	2020	2021	2022	Абсолютное отклонение
Число семей, получивших жилые помещения и	694	1 264	733	679	748	54
улучшивших жилищные условия за год, ед.	094	1 204	/33	0/9	/40	34

ловые товары, товары для садоводства, парфюмерно-косметические товары. Цены на услуги выросли на 13,3 %, лидерами по росту цен стали услуги: зарубежного туризма – 60,5 %, банков – 44,8 %, посреднические и прочие – 35,3 %, услуги страхования – 32,4 %.

Рассмотрим заключительный показатель для оценки качества жизни населения в Тамбовской области, связанный с жилищными проблемами граждан. В табл. 7 представлены данные по обеспеченности жильем семей, состоящих на учете.

Максимальное значение приходится на 2019 г. и составляет 1 264 ед. жилых помещений. За весь период число семей, получивших жилые помещения и улучшивших жилищные условия увеличилось на 54 ед.

Для решения проблем, связанных с обеспечением должного уровня социально-экономической безопасности региона, необходимо:

- повышение рождаемости в городах и районах Тамбовской области, а также создание условий для демографического развития путем финансовой поддержки молодых семей, увеличения продолжительности декретного отпуска, ввода надбавок к заработной плате для матерей, вышедших с декретного отпуска, увеличения выплат ежемесячных пособий по уходу за детьми;
- создание условий для раскрытия потенциала, развития и самореализации личности, открытие новых досуговых центров не только для молодежи, но и для старшего поколения;
- повышение уровня вовлеченности жителей в общественную деятельность и управленческие решения;
- стимулирование создания новых рабочих мест посредством повышения профессиональной адаптивности безработных граждан, организации проведения ярмарок вакансий и выделения средств из бюджета малому и среднему бизнесу для открытия новых вакансий;
  - повышение уровня экономически актив-

ного населения за счет людей старшего поколения, лиц, находящихся в отпуске по уходу за ребенком, и инвалидов путем создания для них благоприятных условий труда, в том числе предоставления бесплатного образования и переобучения;

- обеспечение конкурентоспособности человеческого капитала посредством формирования комфортных и безопасных условий труда;
- усиление позиций городов и районов Тамбовской области в экспортно-импортных потоках;
- формирование эффективной системы обучения;
- формирование положительного имиджа региона на основе исторически сложившихся положительных сторон территории, что повлечет за собой развитие туристического потенциала, формирование социальной и деловой конкурентоспособности, привлечение на территорию государственных и иных внешних заказов, а также привлечение в регион новых предприятий;
- снижение социально-экономической дифференциации путем обеспечения занятости населения и увеличения его доходов на основе диверсификации;
- повышение качества социальной среды и условий жизни населения за счет повышения доступности и качества услуг;
- внедрение инновационных технологий для увеличения производительности, а также минимизации вредных выбросов в окружающую среду.

Повышение уровня благосостояния, улучшение условий жизни различных слоев населения относятся к числу важнейших долгосрочных приоритетов социально-экономического развития страны.

Осведомленность о благосостоянии социальной сферы имеет важное значение для решения потенциальных проблем общества.

Анализ проблем позволяет разработать меры повышения социально-экономической

Разлел: Финансы

безопасности страны, ведь все показатели уровня жизни взаимосвязаны, изменение одного повлечет за собой изменение другого. Местным органам власти предстоит решить достаточно широкий спектр социальных проблем. Сюда входят вопросы здравоохранения, среднего и профессионального образования, вопросы повышения заработной платы населения и деятельности жилищно-коммунального хозяйства города.

Подводя итог, хочется сказать, что, анализируя данные, отражающие благосостояние населения в Тамбовской области, мы выделили следующую проблему, которая требует незамедлительного решения: сокращение численности населения на территории Тамбовской области. Прежде всего данная проблема связана с событиями 2020 г., а именно с распространением новой коронавирусной инфекции и ее последствиями, также сокращение численности населения связано с миграцией в другие районы страны с целью более высокого заработка, снижением уровня рождаемости населения, увеличением муровня смертности населения, а также

снижением продолжительности жизни в стране и повышениеи нагрузки на трудоспособное население.

Не все показатели имеют отрицательную динамику, но все же она прослеживается. Численность населения, как мы заметили, с каждым годом уменьшается в силу различных факторов. Рождаемость не превосходит значения показателя смертности, что сказывается на численности населения. Также каждый год население выбывает на более крупные территории. Положительная динамика показателя средней заработной платы в Тамбовской области значительно сказывается на сфере качества жизни населения. Число безработных достигло своего минимума в 2022 г.

В целом, после проведения анализа показателей можно сделать вывод о том, что сфера качества жизни населения в Тамбовской области является комфортной для проживания на территории. Существующие проблемы и отрицательную динамику некоторых показателей необходимо проработать и принять меры по их решению.

#### Список литературы

- 1. Дадашев, А.М. Оценка качества жизни населения Российской Федерации на основе критериев экономической безопасности / А.М. Дадашев // Здоровье основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2020. Т. 15. № 3. С. 1373—1385.
- 2. Долганова, Я.А. Социально-экономическая безопасность региона: проблемы оценки, перспективы развития / Я.А. Долганова // Вестник Прикамского социального института. 2018. N 1(79).
- 3. Зубаревич, Н.В. Люди и деньги: доходы, потребление и финансовое поведение населения российских регионов в 2000–2020 гг. / Н.В. Зубаревич, С.Г. Сафронов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2021. № 5. С. 3–17.
- 4. Минеев, А.Н. Анализ современных маркетинговых технологий взаимодействия с потребителями / А.Н. Минеев // Глобальный научный потенциал. 2023. № 8(149).
- 5. Приоритеты научно-технологического развития регионов: механизмы реализации / Ю.Г. Лаврикова, В.С. Бочко, Е.А. Захарчук [и др.] ; Институт экономики УрО РАН. Екатеринбург : Институт экономики Уральского отделения РАН, 2020.-603 с.
- 6. Стратегия социально-экономического развития Тамбовской области до 2035 года [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://www.tambov.gov.ru.
- 7. Сушко, П.Е. Особенности доходной стратификации населения Республики Тыва / П.Е. Сушко // Информационно-аналитический бюллетень Института социологии ФНИСЦ РАН. -2019. -№ 3. C. 46–58.
- 8. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Тамбовской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://tmb.gks.ru.
- 9. Файнберг, Е.И. Агрессивные методы продвижения национальной конкурентоспособности в современных условиях / Е.И. Файнберг // Глобальный научный потенциал. 2023. № 7(148).
- 10. Финансы и бюджет Тамбовской области [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://www.tambov.gov.ru/ekon/finance.html.
  - 11. Стратификация субъектов Российской Федерации по уровню жизни населения / Н.А. Щу-

Section: Finance

кина, Е.В. Сибирская, Л.В. Овешникова, Е.П. Тенетова // Регион: системы, экономика, управление. -2020. – N  $_2$  (49). – С. 44–56.

#### References

- 1. Dadashev, A.M. Otsenka kachestva zhizni naseleniya Rossiyskoy Federatsii na osnove kriteriyev ekonomicheskoy bezopasnosti / A.M. Dadashev // Zdorov'ye osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya. 2020. T. 15. № 3. S. 1373–1385.
- 2. Dolganova, YA.A. Sotsial'no-ekonomicheskaya bezopasnost' regiona: problemy otsenki, perspektivy razvitiya / YA.A. Dolganova // Vestnik Prikamskogo sotsial'nogo instituta. 2018. № 1(79).
- 3. Zubarevich, N.V. Lyudi i den'gi: dokhody, potrebleniye i finansovoye povedeniye naseleniya rossiyskikh regionov v 2000–2020 gg. / N.V. Zubarevich, S.G. Safronov // Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya. 2021. № 5. S. 3–17.
- 4. Mineyev, A.N. Analiz sovremennykh marketingovykh tekhnologiy vzaimodeystviya s potrebitelyami / A.N. Mineyev // Global'nyy nauchnyy potentsial. 2023. № 8(149).
- 5. Prioritety nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya regionov: mekhanizmy realizatsii / YU.G. Lavrikova, V.S. Bochko, Ye.A. Zakharchuk [i dr.]; Institut ekonomiki UrO RAN. Yekaterinburg: Institut ekonomiki Ural'skogo otdeleniya RAN, 2020. 603 s.
- 6. Strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Tambovskoy oblasti do 2035 goda [Electronic resource]. Access mode : https://www.tambov.gov.ru.
- 7. Sushko, P.Ye. Osobennosti dokhodnoy stratifikatsii naseleniya Respubliki Tyva / P.Ye. Sushko // Informatsionno-analiticheskiy byulleten' Instituta sotsiologii FNISTS RAN. 2019. № 3. S. 46–58.
- 8. Territorial'nyy organ Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Tambovskoy oblasti [Electronic resource]. Access mode : https://tmb.gks.ru.
- 9. Faynberg, Ye.I. Agressivnyye metody prodvizheniya natsional'noy konkurentosposobnosti v sovremennykh usloviyakh / Ye.I. Faynberg // Global'nyy nauchnyy potentsial. 2023. № 7(148).
- 10. Finansy i byudzhet Tambovskoy oblasti [Electronic resource]. Access mode : https://www.tambov.gov.ru/ekon/finance.html.
- 11. Stratifikatsiya sub"yektov Rossiyskoy Federatsii po urovnyu zhizni naseleniya / N.A. Shchukina, Ye.V. Sibirskaya, L.V. Oveshnikova, Ye.P. Tenetova // Region: sistemy, ekonomika, upravleniye. − 2020. − № 2(49). − S. 44–56.

© Р.Г. Гучетль, 2023

Раздел: Финансы

УДК 65.330

Е.В. КОСТОУСТОВА $^{1}$ , И.В. ШАДРИНА $^{1}$ , Л.Н. РИДЕЛЬ $^{2}$ , Т.В. ДУБРОВСКАЯ $^{2}$   $^{1}$ ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск;  $^{2}$ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

#### ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМОЙ НЕФТИ

Ключевые слова: инвестиции; интеллектуальное месторождение; рентабельность; трудноизвлекаемые запасы нефти; финансовые затраты; цифровой двойник; цифровые технологии.

Аннотация. Рассматриваются вопросы цифровизации нефтегазовой отрасли в области трудноизвлекаемых ресурсов. Даны основные понятия в рамках темы, обоснована актуальность внедрения цифровых технологий для повышения потенциала месторождения и увеличения рентабельности добычи ресурсов. В исследовании применялись методы анализа и сопоставления. Сформулированные выводы будут использованы в дальнейших работах.

В общепринятом смысле трудноизвлекаемыми запасами называются все типы залежей и месторождений со сложными геологическими и климатическими условиями, либо находящиеся на удалении от имеющейся инфраструктуры.

По мнению экспертов, освоение технологий добычи ТРИЗ в ближайшем будущем является единственным вариантом для нефтяной отрасли для поддержания объемов добычи нефти по осваиваемым месторождениям и разработки новых месторождений, в частности баженовской свиты (2/3 трудноизвлекаемых запасов нефти России, 100-120 млрд тонн) [4]. Но для ее освоения требуются новые технические решения и технологии, которые призваны увеличить коэффициент извлечения нефти, не превышающий 35 % на текущий момент, в то время как в мире в среднем он составляет около 50 % [1]. Ухудшение сырьевой базы, увеличение потребления нефти во всем мире к 2026 г. до 104 млн баррелей/сутки и, как следствие, осознание необходимости раскрытия потенциала трудноизвлекаемых запасов привели к необходимости перехода отрасли к цифровым технологиям.

Но для внедрения цифровых технологий необходимо решить ряд вопросов, касающихся импортозамещения отрасли по технологиям, оборудованию, программному обеспечению. За последнее время нефтегазовые компании оборудовали производство необходимыми контрольно-измерительными средствами, но только для автоматизированного управления производственным процессом и соответствия требованиям промышленной безопасности. Поэтому точность и полнота данных являются недостаточными для внедрения цифровых технологий и искусственного интеллекта. Это требует привлечения весомых инвестиций.

Развитие применения технологий на предприятии неразрывно с развитием науки. Специалисты отмечают провал между наукой и бизнесом. Необходимо объединить их интересы и возможности:

- для цифровых проектов необходимы площадки для апробации технологий, что требует весомого финансирования, поэтому разработка проектов осуществляется в основном крупными компаниями, что порождает низкий уровень конкуренции;
- отсутствуют специалисты с цифровыми компетенциями (аналитика и работа с большими данными (big data);
- создание интегрированной модели месторождения (цифровые двойники);
- блокчейн, 3*D*-моделирование, печать

Эти технологии снижают риски ошибочных решений и увеличивают эффективность деятельности нефтяных компаний. В ситуации отсутствия специалистов некоторые предпри-

Разлел: Финансы

ятия создают свои научные центры, проектные организации для выработки оптимального способа разработки месторождения и получения максимального эффекта.

Становление цифровизации нефтяной отрасли проходит три ступени.

- 1. Автоматизация обеспечение производства технологиями дистанционного контроля и управления процессами. По данному аспекту активно используются дистанционные роботизированные системы в экстремальных климатических условиях для увеличения безопасности производственных процессов на морских нефтяных платформах, трубопроводах и бурильных установках.
- 2. Создание цифрового двойника месторождения прогнозирование событий для повышения рентабельности. Цифровым месторождением обозначают систему взаимосвязанных технологий и бизнес-процессов, обеспечивающих повышение экономической эффективности всех элементов производства и управления нефтегазовым активом.
- 3. Внедрение автоматического управления месторождением в режиме «реального времени».

Наибольшим потенциалом обладают большие данные и цифровые двойники, определяющие концепцию интеллектуальной скважины.

За последнее время количество цифровых месторождений в мире выросло до 240 (компании «Shell», «ВР», «ExxonMobil»). На территории России находится 27 интеллектуальных месторождений (компании Роснефть, Татнефть, Газпром нефть). Данные месторождения активно оснащались датчиками и сенсорами для удаленного управления. Были собраны массивы данных, которые в настоящее время анализируются с помощью новых *IT*-технологий.

Внедрение цифровизации в отрасли на отечественных предприятиях является тем конкурентным преимуществом, которое способствует снижению эксплуатационных издержек (на 12–20 %) и повышению рентабельности нефтегазовых компаний. Потенциальный дополнительный прирост извлекаемых запасов нефти категорий AB1 может составить до 7 млрд т, 40 % которого будет приходиться именно на ТРИЗ, а затраты на добычу и бурение снизятся на 5–15 % в среднем по стране [2].

Цифровые технологии способствуют удаленному обслуживанию, увеличению производительности бурения (сокращение затрат до 20 %), сокращению времени поиска информации на 30 %, обмену данными на 70 % и повышению эффективности согласования документов на 25 %, сокращению времени простоев на 20 %. Применение искусственного интеллекта и автоматических систем управления позволяет: контролировать процесс эксплуатации и принимать оптимальные решения, способствует ускорению цикла обработки данных с одного года до двух месяцев, получению на 30 % большего количества информации из того же объема данных, сокращению времени проектирования, оптимизации скважин на базе цифровых двойников, сокращению сроков реализации проекта на 2-3 года [3].

Нефтедобывающая отрасль требует современных технологий, оборудования и отечественного программного обеспечения, что влияет на комплекс цифровых технологий, применяемых компаниями на конкретных месторождениях.

Цифровые технологии дают более точные оценки проекта с точки зрения инвестиций, процесса освоения месторождения, уровня затрат и прогноза рентабельности на долгосрочную перспективу.

#### Список литературы

- 1. Министерство энергетики Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://minenergo.gov.ru.
- 2. «Газпром нефть» внедряет технологии работы с большими массивами информации // Сибирская нефть. 2015. № 126 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.gazpromneft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2015-november/1109754.
  - 3. Козлова, Д.В. Интеллектуальная добыча // Neftegaz.RU. 2018. № 7.
- 4. Костоустова, Е.В. Об инвестициях в трудноизвлекаемые запасы / Е.В. Костоустова, И.В. Шадрина, Л.Н. Ридель, Т.В. Дубровская // Наука и бизнес: пути развития. -2023. -№ 3. C. 101-104.

Section: Finance

#### References

- 1. Ministerstvo energetiki Rossiyskoy Federatsii [Electronic resource]. Access mode : https://minenergo.gov.ru.
- 2. «Gazprom neft'» vnedryayet tekhnologii raboty s bol'shimi massivami informatsii // Sibirskaya neft'. 2015. № 126 [Electronic resource]. Access mode: https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2015-november/1109754.
  - 3. Kozlova, D.V. Intellektual'naya dobycha // Neftegaz.RU. 2018. № 7.
- 4. Kostoustova, Ye.V. Ob investitsiyakh v trudnoizvlekayemyye zapasy / Ye.V. Kostoustova, I.V. Shadrina, L.N. Ridel', T.V. Dubrovskaya // Nauka i biznes: puti razvitiya. − 2023. − № 3. − S. 101–104.

© Е.В. Костоустова, И.В. Шадрина, Л.Н. Ридель, Т.В. Дубровская, 2023

Section: Finance

УДК 659.113.26

Н.Н. МИХАЙЛЕНКО ООО «ЭйБиСи Медиа», г. Москва

#### ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕКЛАМНОГО БИЗНЕСА

Ключевые слова: аналитика; инновации; конкуренция; контент-маркетинг; мобильная реклама; нестабильность рынка рекламы; персонализация; рекламная отрасль; рекламный бизнес; социальные сети; технологии; цифровая реклама; эффективность.

Аннотация. Рекламный бизнес является важной составляющей современной экономики, но сталкивается с рядом проблем, связанных с изменениями в потребительском поведении, технологическими сдвигами и регулятивными ограничениями. Реклама является динамичной и быстро развивающейся отраслью, но современные вызовы и изменения в потребительском поведении представляют серьезные препятствия для ее эффективного функционирования.

В данной статье рассматриваются основные проблемы, с которыми сталкивается рекламный бизнес, а также перспективы развития, включая инновации и новые подходы к рекламной коммуникации.

Проблемы и перспективы развития рекламного бизнеса являются важными темами для исследования.

Цели и задачи исследования.

- 1. Изучение текущих проблем, с которыми сталкиваются рекламные компании.
- 2. Определение перспектив развития рекламного бизнеса.
- 3. Анализ трендов и инноваций в рекламной отрасли.
- 4. Изучение влияния новых технологий на рекламный бизнес.
- 5. Оценка эффективности различных рекламных стратегий и каналов.

Гипотезы исследования.

- 1. Внедрение новых технологий и цифровых платформ будет продолжать изменять рекламный бизнес, создавая новые возможности и вызывая проблемы развития.
- 2. Персонализация и таргетинг станут все более важными в рекламном бизнесе, посколь-

ку потребители ожидают индивидуального подхода и релевантной рекламы.

- 3. Рост использования мобильных устройств и социальных сетей будет иметь значительное влияние на рекламный бизнес, требуя адаптации стратегий и форматов рекламы.
- 4. Возникновение новых форматов рекламы, таких как влияние (*influencer marketing*), реклама в виде контента (*branded content*) и программатическая реклама, создаст новые возможности для рекламных компаний.

Методы исследования.

- 1. Литературный обзор: анализ актуальных исследований, статей и публикаций, связанных с проблемами и перспективами развития рекламного бизнеса.
- 2. Сбор данных: проведение опросов, интервью с представителями рекламных компаний и экспертами отрасли для получения первичных данных о текущих проблемах и перспективах развития.
- 3. Анализ данных: обработка и анализ полученных данных с использованием статистических методов для выявления основных тенденций и закономерностей.
- 4. Сравнительный анализ: сравнение различных рекламных стратегий, каналов и форматов для оценки их эффективности и применимости в различных ситуациях.

#### Анализ рекламного бизнеса

Рынок рекламных услуг и информационное поле продолжают стремительно развиваться. С появлением новых технологий и изменением потребительского поведения рекламные агентства и компании активно адаптируются, чтобы оставаться конкурентоспособными и эффективными.

Интернет и социальные медиа сыграли ключевую роль в изменении рекламного ланд-

Разлел: Финансы

шафта. Они предоставили новые платформы для целевой рекламы, взаимодействия с аудиторией и сбора данных. Рекламодатели также все больше обращаются к персонализированной рекламе, чтобы достичь максимальной релевантности своих сообщений для каждого отдельного потребителя.

Технологии, такие как искусственный интеллект, машинное обучение и *Big Data*, также вносят свой вклад в развитие рекламного рынка. Они помогают автоматизировать и оптимизировать процессы рекламных кампаний, анализировать данные и прогнозировать поведение потребителей.

Кроме того, с развитием мобильных устройств наружная реклама также претерпевает изменения. Интеграция мобильных технологий и геолокации позволяет предоставлять более таргетированный и интерактивный контент.

В целом, стремительное развитие информационного поля и рекламного рынка предоставляет новые возможности и вызовы для рекламных агентств и компаний. Важно быть гибкими, инновационными и адаптироваться к изменяющимся требованиям и предпочтениям потребителей.

#### Возникающие проблемы и их решение

В развивающемся информационном поле и рекламной индустрии возникает ряд проблем, с которыми сталкиваются рекламодатели и рекламные агентства.

- 1. Информационный шум: в связи с большим количеством рекламы и информации, с которой сталкиваются потребители каждый день, возникает проблема информационного шума. Рекламные сообщения должны бороться за внимание аудитории и выделяться среди множества других сообщений.
- 2. Интеграция рекламы: с ростом использования различных платформ и каналов для рекламы, таких как телевидение, радио, интернет, социальные медиа и наружная реклама, возникает проблема интеграции рекламных кампаний на разных платформах. Каждая платформа имеет свои особенности и требует специфического подхода.
- 3. Блокировщики рекламы: они стали популярными инструментами, которые позволяют пользователям блокировать рекламные сообщения в интернете. Это создает проблему для ре-

кламодателей, так как они теряют возможность достичь своей целевой аудитории.

- 4. Потеря доверия: некачественная или навязчивая реклама может вызывать у потребителей недоверие и отторжение. Потеря доверия к рекламе может привести к негативному отношению к бренду и снижению его эффективности.
- 5. Защита данных и приватность: сбор и использование данных для таргетированной рекламы вызывают вопросы о защите данных и приватности потребителей. Рекламодателям приходится соблюдать строгие правила и нормы в области защиты данных, чтобы предотвратить нарушения приватности и сохранить доверие потребителей.
- 6. Изменение потребительского поведения: потребители становятся все более требовательными и избирательными в отношении рекламы. Изменение их поведения и предпочтений требует от рекламодателей постоянного анализа и адаптации своих стратегий.

Решение этих проблем требует постоянного обновления и адаптации рекламных стратегий, использования новых технологий и учета потребностей и предпочтений аудитории.

Давайте разберемся, какие решения в постоянно меняющемся информационном поле помогут рекламному бизнесу развиваться.

Для развития рекламного бизнеса и преодоления проблем, с которыми он сталкивается, можно применить многое.

В первую очередь это инновации и креативность: рекламные агентства и компании должны быть инновационными и креативными в своих подходах к рекламе. Развитие новых форматов, использование новых технологий и создание нестандартных рекламных решений помогут выделиться среди конкурентов и привлечь внимание аудитории.

Давайте рассмотрим на примере использования наружной рекламы.

Производство наружной рекламы не так поворотливо в условиях интенсивного развития информационных технологий, так как использование станков и оборудования зачастую не удается так быстро модифицировать и обновлять. Но и тут мы чаще встречаемся с проблемами и трудностями в реализации рекламных кампаний.

Какие проблемы возникают в производстве рекламной продукции?

1. Качество. Одной из основных проблем

Section: Finance

может быть недостаточное качество рекламной продукции. Это может быть связано с неправильным выбором материалов, некачественным печатным или производственным оборудованием, ошибками в дизайне или недостаточным контролем качества в процессе производства. Низкое качество рекламной продукции может негативно сказаться на восприятии бренда и эффективности рекламной кампании.

- 2. Сроки выполнения. Производство рекламной продукции часто имеет жесткие сроки выполнения, особенно при запуске рекламных кампаний. Однако возможны задержки в производстве, связанные с техническими проблемами, нехваткой материалов или ошибками в планировании. Это может привести к проблемам в своевременной доставке и запуске рекламы, что может негативно повлиять на планы рекламодателей.
- 3. Бюджетные ограничения. Производство рекламной продукции может быть дорогим процессом, особенно при использовании новых технологий или специализированных материалов. Бюджетные ограничения могут снижать возможности рекламодателей в создании высококачественной и эффективной рекламы. Кроме того, непредвиденные затраты или изменения в процессе производства могут привести к превышению бюлжета.
- 4. Сложность дизайна. В некоторых случаях, особенно при производстве сложных или инновационных рекламных продуктов, возникают сложности в дизайне. Это может быть связано с техническими ограничениями, сложностью сборки или неправильным пониманием требований заказчика. Неправильно спроектированная рекламная продукция может быть неэффективной или даже непригодной к использованию.
- 5. Управление проектом. Производство рекламной продукции обычно включает в себя сотрудничество между различными сторонами: рекламодателем, агентством, производителем и так далее. Координация и управление проектом могут стать сложной задачей, особенно при работе с большими и сложными проектами. Недостаточное управление проектом может привести к задержкам, ошибкам или недовольству заказчика.
- 6. Утилизация и окружающая среда. Производство рекламной продукции может иметь негативное влияние на окружающую среду изза использования различных материалов, печат-

- ных процессов и энергозатрат. Ответственность за утилизацию отходов и снижение экологического воздействия становится все более важным фактором.
- 7. Технические проблемы. В процессе производства рекламной продукции могут возникать технические проблемы, связанные с оборудованием, программным обеспечением или технологическими процессами. Сбои в оборудовании или программных системах могут приводить к простоям и задержкам в производстве. Также возможны проблемы совместимости форматов и файлов, что может усложнять процесс печати, изготовления или монтажа рекламной продукции.
- 8. Ограничения материалов и ресурсов. В производстве рекламной продукции может существовать ограничение на доступность определенных материалов или ресурсов. Например, некоторые специализированные материалы могут быть дорогими или требовать длительного времени доставки. Ограничения в доступности материалов могут усложнять процесс производства и влиять на качество и сроки выполнения рекламной продукции.
- 9. Персонал и навыки. Для производства рекламной продукции требуются специализированные навыки и опытный персонал. Однако найти и удержать квалифицированных специалистов может быть сложной задачей. Также возможны проблемы с обучением новых сотрудников и адаптацией к изменениям в индустрии. Недостаток квалифицированного персонала может ограничивать возможности производства рекламной продукции и повлиять на качество и эффективность процесса.
- 10. Соблюдение правил и нормативов. В производстве рекламной продукции необходимо соблюдать различные правила и нормативы, такие как правила безопасности, авторские права, стандарты качества и т.д. Нарушение этих правил может привести к юридическим проблемам или ущербу репутации компании. Соблюдение всех необходимых правил и нормативов требует внимательности и дополнительных ресурсов, что может повысить сложность производства рекламной продукции.

Все сложности в производстве наружной рекламы негативно сказываются на всю рекламную кампанию в целом. Поэтому важно соблюдать вышеперечисленные пункты в планировании всей рекламной кампании.

Учитывая сложный реализационный про-

Разлел: Финансы

цесс рекламного бизнеса, можно воспользоваться инновациями и креативностью для привлечения внимания и увеличения эффективности. Вот несколько примеров.

1. Интерактивные рекламные щиты и вывески: вместо традиционных статичных рекламных щитов можно использовать дисплеи с возможностью интерактивного взаимодействия с прохожими. Это может включать сенсорные экраны, кнопки или даже распознавание жестов, чтобы привлечь внимание и создать интересную и вовлекающую рекламу.

#### 2. Использование AR и VR.

Использование дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR) в рекламных вывесках может создать уникальный и захватывающий опыт для прохожих, привлекая больше внимания и повышая эффективность рекламы. Вот несколько примеров, как AR и VR могут быть использованы в рекламных вывесках.

AR-интерактивность: рекламные вывески могут использовать AR-технологии, чтобы позволить прохожим взаимодействовать с рекламой в реальном времени. Например, с помощью мобильного приложения и камеры на смартфоне люди могут сканировать вывеску и увидеть дополнительные интерактивные элементы, такие как анимации, видео, игры или виртуальные объекты.

Виртуальные примерки или тест-драйвы: в рекламных вывесках можно использовать VR-технологии, чтобы позволить потенциальным клиентам виртуально примерить одежду, обувь, аксессуары или протестировать автомобиль, например. Это позволяет людям получить более реалистичное представление о продукте или услуге и повысить их интерес.

Иммерсивная реклама: VR-технологии могут быть использованы для создания полностью иммерсивного рекламного опыта. Например, рекламные вывески могут быть оборудованы VR-шлемами, которые позволяют прохожим окунуться в виртуальный мир, связанный с продуктом или брендом. Это может быть особенно эффективно для рекламы в сфере развлечений, туризма или спорта.

Виртуальные туры или путешествия: рекламные вывески могут предлагать виртуальные туры по различным местам или путешествиям. Например, вывеска может показывать красивые пейзажи или достопримечательности, которые прохожие могут исследовать с помощью VR-технологий. Это может быть полезно для рекламы в туристической отрасли.

Взаимодействие с социальными сетями: рекламные вывески могут быть связаны с социальными сетями и позволять прохожим делиться своими впечатлениями и фотографиями в социальных медиа. Например, с помощью AR-технологий прохожие могут добавить визуальные эффекты или фильтры к своим снимкам с вывески и опубликовать их в социальных сетях.

Использование AR и VR в наружной рекламе открывает новые возможности для создания уникальных и запоминающихся рекламных кампаний. Однако важно учесть, что успешная реализация этих технологий требует хорошего понимания целевой аудитории, качественного контента и удобного интерфейса для взаимолействия.

- 3. Интеграция с мобильными устройствами: с учетом того, что все больше людей используют мобильные устройства, наружная реклама может быть связана с ними. Например, рекламные щиты могут предлагать *OR*-коды или NFC-метки, которые позволяют прохожим получать больше информации или совершать покупки прямо с помощью своих мобильных устройств. Наружную рекламу необходимо интегрировать в мобильные устройства. Как известно, рынок доставки товаров значительно доминирует над ритейлом. Доставка товаров позволяет покупателям получать необходимые товары прямо до двери без необходимости посещения физического магазина. Это особенно ценно для занятых людей, которым необходимо сэкономить время и усилия на походы по магазинам. Онлайн присутствие с использованием мобильных устройств в оформлении торговой точки открывает новые возможности, и это не только поможет сохранить покупателей, но и привлечь больше клиентов. Установка информационных стендов с доступом к интернету позволяет клиентам получать дополнительную информацию о товарах, акциях и скидках, а также просматривать отзывы и рейтинги. Это помогает клиентам принимать информированные решения при покупке. Важно создать гармоничное сочетание офлайн- и онлайн-компонентов, чтобы обеспечить положительный и цельный опыт для покупателей.
- 4. Интерактивная проекция: использование технологии проекции позволяет создавать интерактивные и динамические рекламные образы на зданиях и других поверхностях. Это

Section: Finance

может быть использовано для создания уникальных и захватывающих рекламных сюжетов, которые привлекут внимание прохожих.

Это лишь некоторые примеры того, как инновации и креативность могут быть применены в производстве наружной рекламы. Важно помнить, что успешная реклама должна быть релевантной, привлекательной и вызывающей вовлеченность аудитории.

Проблемы в рекламном бизнесе включают конкуренцию с другими брендами, изменение поведения и предпочтений потребителей, ограничения бюджета, сложности в измерении эффективности рекламы и негативное восприятие рекламных сообщений.

Также важным аспектом развития рекламного бизнеса является учет изменений в поведении и предпочтениях потребителей. Сегодня потребители все больше ориентируются на персонализированные рекламные сообщения и ищут значимость и ценность в рекламе. Рекламные компании должны адаптироваться к этим требованиям и создавать контент, который будет привлекателен и интересен для целевой аудитории.

В целом, развитие рекламного бизнеса требует постоянного обновления и адаптации к изменяющимся условиям и требованиям рынка. Технологии, данные и аналитика играют все более важную роль в оценке эффективности рекламы и принятии решений.

В век глобализации и монополизации новейшие технологии играют на руку брендамгигантам. Но что же делать среднему и малому

бизнесу, у которых ограничения бюджета могут быть проблемой для рекламных компаний? Не всегда есть достаточно средств для проведения крупномасштабных кампаний. Это может привести к ограничению возможностей рекламы и снижению ее эффективности.

#### Заключение

Рекламный бизнес сталкивается с рядом проблем, связанных с изменениями в потребительском поведении, технологическими сдвигами и регулятивными ограничениями. Однако перспективы развития рекламного бизнеса остаются обширными благодаря инновациям и новым подходам к рекламной коммуникации. Применение новых технологий, создание контента, ориентированного на потребителя, и использование данных и искусственного интеллекта помогут рекламным компаниям достичь успеха в динамичной и конкурентной среде.

Инновационные методы, такие как VR, AR и интерактивная реклама, позволяют создавать более запоминающиеся опыты для потребителей. Это помогает выделиться среди конкурентов и создать более сильную связь с целевой аудиторией.

Исследования показывают, что использование инновационных методов в рекламе может повысить вероятность покупки у потребителей. Когда клиенты более вовлечены и имеют положительный опыт с рекламой, они более склонны совершать покупки и оставаться лояльными к бренду.

#### Список литературы

- 1. Шмитт, Б. Бизнес в стиле шоу. Маркетинг в культуре впечатлений / Б. Шмитт, Д. Роджерс, К. Вроцос. М. : Вильямс, 2005. 400 с.
- 2. Абдилова, А.Т. Влияние цифровизации на рынок рекламы: тенденции и новые тренды / А.Т. Абдилова // Цифровые технологии в социально-экономическом развитии России: взгляд молодых: сборник статей и тезисов докладов XVI национальной научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием, Челябинск, 18 февраля 2020 года. Челябинск: Перо, 2020. С. 470–474.
- 3. Кондратьева, М.Н. Маркетинговые исследования эффективности рекламы / М.Н. Кондратьева, Д.В. Емельянова, М.В. Юсова // Горизонты экономики. 2020. № 2(55). С. 64–71.
- 4. Кузьмичева, Ю.А. Социокультурные тенденции развития рекламы в современном мире / Ю.А. Кузьмичева // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. -2020. -№ 13. C. 30–33.
- 5. Мусатова, С.А. Роль рекламы в системе интегрированных маркетинговых коммуникаций / С.А. Мусатова // Наука в современном информационном обществе: Материалы XVIII международной научно-практической конференции, North Charleston, USA. North Charleston, USA: LuluPress, Inc., 2019. С. 71–73.

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Финансы

#### References

- 1. Shmitt, B. Biznes v stile shou. Marketing v kul'ture vpechatleniy / B. Shmitt, D. Rodzhers, K. Vrotsos. M.: Vil'yams, 2005. 400 s.
- 2. Abdilova, A.T. Vliyaniye tsifrovizatsii na rynok reklamy: tendentsii i novyye trendy / A.T. Abdilova // Tsifrovyye tekhnologii v sotsial'no-ekonomicheskom razvitii Rossii: vzglyad molodykh : sbornik statey i tezisov dokladov XVI natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, magistrantov i aspirantov s mezhdunarodnym uchastiyem, Chelyabinsk, 18 fevralya 2020 goda. Chelyabinsk : Pero, 2020. S. 470–474.
- 3. Kondrat'yeva, M.N. Marketingovyye issledovaniya effektivnosti reklamy / M.N. Kondrat'yeva, D.V. Yemel'yanova, M.V. Yusova // Gorizonty ekonomiki. 2020. № 2(55). S. 64–71.
- 4. Kuz'micheva, YU.A. Sotsiokul'turnyye tendentsii razvitiya reklamy v sovremennom mire / YU.A. Kuz'micheva // Obrazovaniye i nauka bez granits: sotsial'no-gumanitarnyye nauki. -2020. N 13. S. 30-33.
- 5. Musatova, S.A. Rol' reklamy v sisteme integrirovannykh marketingovykh kommunikatsiy / S.A. Musatova // Nauka v sovremennom informatsionnom obshchestve: Materialy XVIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, North Charleston, USA. North Charleston, USA: LuluPress, Inc., 2019. S. 71–73.

© Н.Н. Михайленко, 2023

Section: Finance

УДК 338.27

Т.М. РЕДЬКИНА, И.П. ФИРОВА, В.В. ПОГОДИНА

 $^{1}$ ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», г. Санкт-Петербург

#### НОВЫЙ ВЕКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РФ

Ключевые слова: активизация потребительского спроса; государственный бюджет; городабенефициары; специальная военная операция; экономическая безопасность РФ.

Аннотация. Цель работы – обосновать направления, формирующие экономическую безопасность страны, в условиях усиления ограничений со стороны внешней среды. Для достижения указанной цели были определены следующие задачи: выявлены наиболее значимые факторы, оказывающие влияние на экономическую безопасность в складывающихся условиях; определены причины недостижения прогнозных показателей; предложены направления дальнейшего совершенствования процесса обеспечения экономической безопасности РФ. Гипотеза исследования проявляется в обосновании предложений по пересмотру сложившихся подходов к преодолению геополитических рисков, определяющих вектор реализации мер, обеспечивающих экономическую безопасность РФ. В работе нашли применение такие научные методы исследования, как анализ и синтез, гипотетический и гипотетико-дедуктивный методы. Достигнутые результаты заключаются в формировании решений, направленных на пересмотр проводимой государством политики в области обеспечения экономической безопасности.

Изменение геополитической ситуации, риски, сопровождающие макро- и микроэкономические процессы в РФ, стимулируют решения в области экономической безопасности страны. Специальная военная операция, инициированная Россией в феврале 2022 г., спровоцировала разнонаправленные прогнозы в направлении дальнейшего развития экономики РФ. Итогами

осени 2023 г. стали следующие результаты:

- приток бюджетных средств в городабенефициары специальной военной операции (CBO);
- рост числа сдаваемых многоквартирных жилых комплексов (ЖК) в таких городах;
- рост количества заказов на обустройство квартир в эконом-секторе при одновременном снижении числа таких заказов в элитсекторе;
- дефицит кадров в сфере промышленности и строительства [4].

Исходя из вышеизложенного, видно, что привлечение государственных средств в города-бенефициары СВО привело к активизации потребительского спроса при неоправдавшемся существенном росте инфляции. В результате в городах-бенефициарах СВО стагнация сменилась стремительным ростом за счет деятельности предприятий не добывающих, а обрабатывающих производств, что также не прогнозировалось с началом СВО. При этом в работе [4] отмечается, что смена отраслевых лидеров приведет к более равномерному росту экономик регионов при минимизации уровня безработицы. Кроме того, там делается прогноз о росте валового внутреннего продукта (ВВП) с планового в 2 % годовых до 4 % за этот же период. Следует отметить, что подобные темпы роста экономики РФ наблюдаются и прогнозируются в условиях жестких ограничений со стороны стран Запада [1]. Таким образом, в работе [4] делается вывод о том, что рост экономик отдельных регионов возможен за счет повышения доли государственного потребления в ВВП. Так, там приводятся следующие данные, подтверждающие подобный вывод: к началу 2023 г. доля государственного потребления в ВВП составила 24,7 %, тогда как в последние десятилетия она была на уровне 18,2 %. При Разлел: Финансы

этом, на наш взгляд, востребованность в кадрах в отдельных отраслях отдельных территорий РФ, приведшая к повышению потребительского спроса не только в этих регионах, по-разному отразится на уровне экономической безопасности субъектов РФ. В такой ситуации становится необходимым пересмотр сложившихся ранее мер по обеспечению экономической безопасности отдельных субъектов РФ.

При этом в работе [4] отмечается, что в случае если государство будет нацелено на секвестрование бюджета в целом, такие решения приведут к смене роста стагнацией при невозможности решения задачи преодоления бюджетного дефицита. Согласно работе [3], г. наблюдался наибольший дефицит федерального бюджета РФ, который составил 3,3 трлн рублей, или 2,3 % от ВВП при первоначальном прогнозе 0,9 %. При этом в материале [2] отмечается, что не следует рассматривать бюджетный дефицит в отрыве от других экономических процессов в стране. При уменьшении доходов бюджета (снижении объемов собираемых налогов) и росте расходов бюджета происходит рост объема денег на счетах населения и предприятий, что наблюдается и в настоящее время, и данный процесс не рассматривается на уровне государства или отдельных субъектов РФ как негативный тренд. Это означает, что преодоление бюджетного дефицита не должно быть целью проводимой государством политики, в том числе и в части реализации мер, влияющих на экономическую безопасность

Таким образом, цель преодоления бюджетного дефицита при ориентации на добывающие отрасли РФ не всегда является приоритетной.

На наш взгляд, с учетом складывающихся геополитических рисков на уровне государства требуются пересмотр подхода к формированию бюджета РФ и при этом поиск нового баланса в соотношении между долей государственного потребления в ВВП и секвестрованием бюджета. Возможно, что данные процессы будут отличаться от времени проявления и условий влияния факторов внешней среды. Однако становится очевидным, что новые условия функционирования российской экономики уже не могут базироваться на старых методологических и методических положениях, определяющих ее развитие [5]. В этой связи гибкость реагирования на происходящие тенденции и скорость принятия решений становятся основными конкурентными преимуществами деятельности предприятий, отраслей, территорий РФ.

К настоящему моменту времени главой государства В.В. Путиным экономическая ситуация в России характеризуется как устойчивая и сбалансированная, показывающая более лучшие результаты, чем прогнозировалось (размер ВВП зафиксирован на уровне 2021 г.). Текущий этап на совещании с экономическим блоком правительства, которое проходило 18 сентября 2023 г., президентом страны был назван завершающим этапом восстановления экономики после введения санкций против страны [6].

По мнению авторов, в новых условиях функционирования экономики России, отдельных ее территорий, отраслей, предприятий вопросы экономической безопасности становятся еще более актуальными. Это означает, что необходимо расширение спектра направлений, формирующих экономическую безопасность страны.

#### Список литературы

- 1. Бикезина, Т.В. Система SWIFT как геополитический инструмент в рамках пакетов санкций / Т.В. Бикезина, И.П. Фирова, Т.М. Редькина // Социально-политические и экономические аспекты развития современного общества: научные теории, российский и международный опыт : Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции. СПб : Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. С. 101–103.
- 2. Васильев С. Дефицит бюджета, это плохо или хорошо? [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://smart-lab.ru/blog/837788.php.
- 3. Дефицит бюджета РФ: чем же он так страшен (и страшен ли вообще)? [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://vc.ru/u/1054311-invest-era/605941-deficit-byudzheta-rf-chem-zhe-ontak-strashen-ii-strashen-ii-voobshche.
- 4. Огородников, Е. Первый результат СВО: новая экономическая политика России [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://expert.ru/expert/2023/28/perviy-rezultat-svo-novaya-ekonomicheskaya-politika-rossii.

Section: Finance

- 5. Фирова, И.П. Стратегическое управление развитием бизнеса в условиях ограничений и оказания поддержки со стороны государства / И.П. Фирова, Т.М. Редькина, В.Н. Соломонова // Глобальный научный потенциал. 2022. № 5(134). С. 258–260.
- 6. Все выдержали. Путин заявил о завершении этапа восстановления российской экономики [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.fontanka.ru/2023/09/18/72719057.

#### References

- 1. Bikezina, T.V. Sistema SWIFT kak geopoliticheskiy instrument v ramkakh paketov sanktsiy / T.V. Bikezina, I.P. Firova, T.M. Red'kina // Sotsial'no-politicheskiye i ekonomicheskiye aspekty razvitiya sovremennogo obshchestva: nauchnyye teorii, rossiyskiy i mezhdunarodnyy opyt: Sbornik nauchnykh statey po itogam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. SPb: Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy ekonomicheskiy universitet, 2022. S. 101–103.
- 2. Vasil'yev S. Defitsit byudzheta, eto plokho ili khorosho? [Electronic resource]. Access mode: https://smart-lab.ru/blog/837788.php.
- 3. Defitsit byudzheta RF: chem zhe on tak strashen (i strashen li voobshche)? [Electronic resource]. Access mode: https://vc.ru/u/1054311-invest-era/605941-deficit-byudzheta-rf-chem-zhe-ontak-strashen-ii-strashen-li-voobshche.
- 4. Ogorodnikov, Ye. Pervyy rezul'tat SVO: novaya ekonomicheskaya politika Rossii [Electronic resource]. Access mode : https://expert.ru/expert/2023/28/perviy-rezultat-svo-novaya-ekonomicheskaya-politika-rossii.
- 5. Firova, I.P. Strategicheskoye upravleniye razvitiyem biznesa v usloviyakh ogranicheniy i okazaniya podderzhki so storony gosudarstva / I.P. Firova, T.M. Red'kina, V.N. Solomonova // Global'nyy nauchnyy potentsial. − 2022. − № 5(134). − S. 258–260.
- 6. Vse vyderzhali. Putin zayavil o zavershenii etapa vosstanovleniya rossiyskoy ekonomiki [Electronic resource]. Access mode : https://www.fontanka.ru/2023/09/18/72719057.

© Т.М. Редькина, И.П. Фирова, В.В. Погодина, 2023

Разлел: Финансы

УДК 338.984

О.В. СОРВИНА, Т.Н. КУЛЕШОВА ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула

# РАЗРАБОТКА ПОДХОДА ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭКСПРЕСС-СКОРИНГА ПРОЕКТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ АКСЕЛЕРАЦИИ

*Ключевые слова:* акселерация; бизнес-проект; диагностика проекта; капиталовложения; менторство; проект; экспресс-скоринг.

Аннотация. Цель настоящей статьи заключается в разработке методологии экспресс-анализа проектов для определения индивидуальной траектории акселерации. Для достижения этой цели были поставлены и решены такие задачи, как: рассмотрение аспектов поддержки акселерационных программ; анализ сущности, необходимости и принципов диагностики проектов; определение этапов развития проекта, на которых целесообразно проведение скоринговой оценки проектов; оценка проекта по ряду разделов с присвоением каждому веса; разработка и анализ карты скоринговой оценки проекта; построение визуализации результатов скоринга. В результате исследования выделены параметры, по которым будет проводиться оценка, их весовые коэффициенты, разработана скоринговая карта, а также показан пример анализа проекта с ее использованием.

Акселерация инновационных проектов — это процесс ускорения развития и роста инновационных и стартап-проектов. Целью акселерации является помощь проектам в достижении коммерческого успеха и масштабировании своей деятельности.

Акселерационные программы предлагают стартапам и инновационным проектам поддержку в различных аспектах.

1. Капиталовложения: акселераторы могут предоставлять финансовую поддержку в виде инвестиций, грантов или займов, чтобы помочь проектам пройти через начальные стадии развития и привлечь дополнительные инвестиции.

- 2. Экспертные знания: акселераторы предоставляют доступ к экспертам, наставникам и консультантам, которые помогают проектам разработать стратегию, улучшить бизнес-модель, оптимизировать операционные процессы и решить другие вопросы, связанные с развитием бизнеса.
- 3. Менторство: акселерационные программы предлагают менторскую поддержку, где опытные предприниматели и индустриальные эксперты помогают стартапам в развитии навыков, преодолении препятствий и нахождении правильного направления для своего бизнеса.
- 4. Сетевые возможности: акселераторы предоставляют доступ к широкой сети контактов, которая включает в себя инвесторов, партнеров, клиентов и других предпринимателей. Это помогает стартапам находить новые возможности для сотрудничества, расширять свой клиентский базис и получать рекомендации от ключевых игроков в отрасли.
- 5. Пространство и инфраструктура: некоторые акселераторы предоставляют стартапам рабочее пространство и доступ к необходимой инфраструктуре, такой как офисы, лаборатории, оборудование и технические ресурсы.

Одним из элементов акселерации является диагностика проекта. Диагностика проекта служит для определения его текущего состояния, оценки потенциала и выявления основных проблем, с которыми проект может столкнуться в процессе развития. В нашей методике предлагается рассмотреть несколько основных этапов проведения диагностики проекта перед акселерацией.

1. Оценка готовности проекта: диагностика проекта позволяет определить готовность проекта к акселерации. Это включает анализ текущего состояния бизнес-модели, продукта или Section: Finance

Таблица 1. Метод оценки проекта по разделам

Раздел	Bec
1.0. Основатели (компетенции для реализации проекта)	20,0 %
2.0. Рынок/ниша	15,0 %
3.0. Лидерство	10,0 %
4.0. Каналы продаж	10,0 %
5.0. Проблема/Ценность	10,0 %
6.0. Продукт	10,0 %
7.0. Экономика (рентабельность)	15,0 %
8.0. Стадия проекта	5,0 %
9.0. Инвестиции	5,0 %
	100 %

услуги, рыночного потенциала, команды проекта и финансового положения. Оценка готовности помогает акселератору определить, насколько успешно проект может воспользоваться акселерационной программой и достичь своих целей.

- 2. Идентификация слабых мест: диагностика проекта помогает выявить слабые места, с которыми проект может столкнуться в процессе развития. Это может быть связано с недостаточной дифференциацией продукта на рынке, отсутствием четкой стратегии масштабирования, неэффективными операционными процессами или слабостями в команде проекта. Идентификация таких проблем позволяет акселератору предоставить соответствующую поддержку и сфокусировать свои усилия на решении этих проблем.
- 3. Разработка персонализированного плана развития: диагностика проекта помогает разработать индивидуальный план развития, учитывающий конкретные потребности и цели проекта. На основе результатов диагностики акселератор может определить необходимые ресурсы, экспертную поддержку и обучение, которые помогут проекту достичь успеха. Персонализированный план развития позволяет максимально использовать потенциал проекта и сократить время до достижения коммерческого успеха.
- 4. Определение показателей успеха: диагностика проекта позволяет определить ключевые показатели успеха, которые будут ис-

пользоваться для оценки прогресса в процессе акселерации. Это могут быть такие показатели, как прирост выручки, увеличение пользовательской базы, улучшение операционной эффективности и другие. Определение показателей успеха помогает акселератору и проекту согласовать ожидания и измерить результаты акселерационной программы. В целом, диагностика проекта перед акселерацией позволяет более эффективно определить потенциал проекта, выявить проблемы и разработать персонализированный план развития. Это помогает ускорить процесс развития проекта и повысить его шансы на успех в рамках акселерационной программы.

Одним из методов, используемых для диагностики, может быть экспресс-скоринг проектов.

При использовании этого метода предлагается проведение оценки проекта по разделам, присваивая каждому вес. Нами выделен ряд разделов (типовых значимых элементов проекта), по которым будут проводиться оценка и присваиваться веса каждому разделу. Каждый раздел содержит несколько пунктов, по которым проводится оценка.

Перечень разделов с подпунктами приведен ниже.

1. Основатели. 1.1. Сколько человек участвует в проекте? 1.2. Закрыты ли ключевые компетенции? *MVT* (продажи и продукт). 1.3. Обучаемы ли основатели? Смогут ли нанять команду сильнее себя и уступить им место?

Раздел: Финансы

Таблица 2. Анализ карты скоринговой оценки проекта

Раздел	Набрано очков	Вопросов	Средняя оценка	Оценка, %	Bec	Цель
1.0. Основатели	10	4	2,50	63 %	20,0 %	100,0 %
2.0. Рынок/ниша	7	3	2,33	58 %	15,0 %	75,0 %
3.0. Лидерство	7	3	2,33	58 %	10,0 %	50,0 %
4.0. Каналы продаж	3	2	1,50	38 %	10,0 %	50,0 %
5.0. Проблема/Ценность	5	2	2,50	63 %	10,0 %	50,0 %
6.0. Продукт	4	3	1,33	33 %	10,0 %	25,0 %
7.0. Экономика (рентабельность)	4	3	1,33	33 %	15,0 %	50,0 %
8.0. Стадия проекта	7	3	2,33	58 %	5,0 %	25,0 %
9.0. Инвестиции	5	2	2,50	63 %	5,0 %	25,0 %

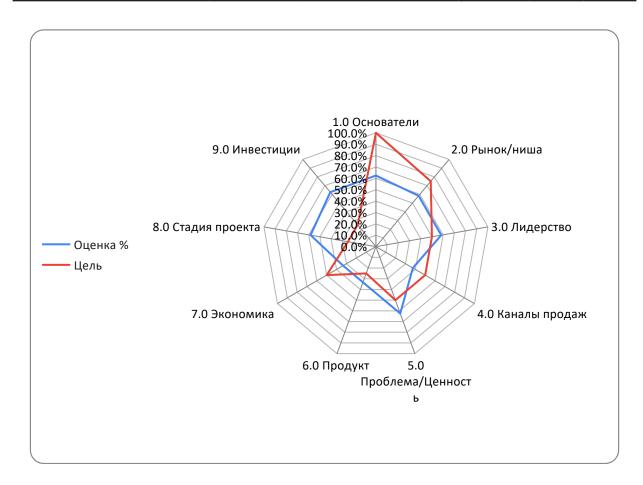


Рис. 1. Результаты скоринга

- 1.4. Фокусировка. Чем вы рискуете и сколько у вас проектов?
- 2. Рынок. 2.1. Оценка рынка для продукта/ услуги в принципе (*TAM*); 2.2. Оценка дости-

жимой выручки компании на горизонте 3–5 лет (SOM). 2.3. Есть ли специфичная, очень узкая и понятная ниша, где проект № 1 или может им стать за 3–6 месяцев?

### SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS

Section: Finance

- 3. Лидерство, конкуренция. 3.1. Есть ли основа для построения «локальной монополии» (экспертиза, авторство, административный ресурс, эксклюзивная дистрибуция, бренд и т.п.)? 3.2. Насколько конкурентен рынок. Есть ли шансы обыграть сильных игроков? 3.3. Есть ли параметр (цена, качество, сроки и т.п.), по которому вы в 3–5 раз превосходите конкурентов за счет технологий, бренда и т.п. в глазах вашей целевой аудитории?
- 4. Каналы продаж. 4.1. Есть ли понятные каналы продаж? 4.2. Сходится ли экономика в каналах продаж?
- 5. Потребность/Ценность. 5.1. Есть ли потребность/проблема у целевой аудитории на самом деле, подтверждена ли она или это «глюки» основателей? 5.2. Есть ли ценностное предложение, решение, которое решает проблему, а люди готовы за него платить?

- 6. Продукт. 6.1. Есть ли продукт или только товар (то, за что кто-то платит деньги предсказуемым образом)? 6.2. Субъективное качество продукта.
- 7. Экономика. 7.1. Сходится ли экономика в каналах продаж? 7.2. Масштабируется ли бизнес? 7.3. Маржинальный ли бизнес?
- 8. Динамика проекта. 8.1. Через какой период после старта проекта пошли первые продажи/заявки? 8.2. Окупается ли проект? 8.3. Текущая стадия и «узкое место».
- 9. Инвестиции/Ресурсы. 9.1. На какие деньги живет проект? 9.2. Нужны ли инвестиции?

На рис. 1 приведен пример анализа заполненной карты скоринговой оценки проекта.

Результаты скоринга можно визуализировать диаграммой и на ее основе увидеть слабые места и точки роста для проекта.

#### Список литературы

- 1. Друкер, П.Ф. Бизнес и инновации / П.Ф. Друкер ; Питер Ф. Друкер. М. [и др.] : Вильямс, 2007.-423 с.
- 2. Кулешова, Т.Н. Ключевые этапы построения инновационной стратегии организации / Т.Н. Кулешова // Глобальный научный потенциал. 2023. № 7(148). С. 205–211.

#### References

- 1. Druker, P.F. Biznes i innovatsii / P.F. Druker; Piter F. Druker. M. [i dr.]: Uil'yams, 2007. 423 s.
- 2. Kuleshova, T.N. Klyuchevyye etapy postroyeniya innovatsionnoy strategii organizatsii / T.N. Kuleshova // Mirovoy nauchnyy potentsial. 2023. № 7(148). S. 205–211.

© О.В. Сорвина, Т.Н. Кулешова, 2023

Раздел: Мировая экономика

УДК 004.67

А.П. БАГАЕВА, А.А. ГЛАДКОВ, Я.В. ЖИЛКИНА ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

# ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Ключевые слова:* аналитика; ИТ-проекты; деятельность предприятия; принятие решений; система поддержки принятия решений (СППР); стиль управления.

Аннотация. Целью данной работы является проблематика принятия управленческих решений на предприятии. Рассматриваются процессы принятия решений, факторы, влияющие на качество решений, а также возможности применения информационных систем для принятия качественных управленческих решений. Управленческие решения требуют участия многих специалистов и принятия решений должностными лицами, которые несут ответственность за их результаты, и частое отсутствие явной иерархии приводит к принятию некачественных решений. Для принятия качественных решений важно учитывать большое количество факторов (как внутренних, так и внешних).

#### Введение

Информационные системы, участвующие в процессе принятия решений, играют важную роль в современном бизнесе. Они позволяют компаниям собирать, анализировать и использовать информацию для принятия обоснованных и эффективных решений [1].

Управленческие решения всегда связаны с изменением информационных технологий, и инициаторами этих изменений обычно являются должностные лица или соответствующие органы, которые несут полную ответственность за результаты контролируемых или реализованных решений. Однако число лиц, привлеченных к подготовке решений, может быть больше, чем

число должностных лиц, которые принимают решения. Это связано с тем, что для принятия решения может потребоваться участие многих специалистов в разных областях, таких как IT, финансы, маркетинг и т.д.

Таким образом, управленческие решения требуют участия многих специалистов и принятия решений должностными лицами, которые несут ответственность за их результаты.

Одним из важных факторов, которые влияют на качество управленческих решений в организации, является количество уровней иерархии. Увеличение числа уровней приводит к искажению информации, которая используется при принятии решений, а также к задержке распоряжений. Кроме того, это может привести к замедлению реакции организации на изменения внешней среды. Таким образом, сокращение числа уровней в иерархии является одним из способов улучшения качества управленческих решений.

Принятие решений в компании - это выбор между различными вариантами действий, каждый из которых может иметь свой прогноз результатов. Однако управленческие решения на предприятии не всегда настолько глобальны, что для них можно получить ценную информацию из финансовых отчетов компании. В первую очередь важны цифры, отражающие отдельные аспекты работы предприятия. Чтобы лучше понять процесс принятия решений, рекомендуется провести классификацию данных, которые используются для этих решений. Данные можно разделить по разным параметрам, например, по виду данных. Управленческий учет включает в себя уровни сбора и анализа информации, которые не являются аналитическими в финансовом учете и не включаются в отчеты финансовых подразделений. Такие показатели, как оборачиваемость активов и деSection: World Economics

нег, рентабельность продуктов и стабильность наценки, могут быть измерены эмпирически и включены в управленческие отчеты [2].

Все процессы функционирования промышленного предприятия связаны между собой, начиная с проектирования изделий и заканчивая их продажей. Для эффективного управления предприятием необходимо использовать централизованную систему управления. Решения, которые принимаются на уровне руководства, невозможно реализовать, если не развита информационная инфраструктура. Создание информационно-управляющей системы (ИУС) позволяет оптимизировать сбор информации и удовлетворить информационные потребности руководителей и работников в целом. В настоящее время системно-техническая инфраструктура большинства предприятий обеспечивает отдельные виды производственнохозяйственной и финансово-экономической деятельности [3]. ИУС - это многоуровневая информационная система, которая гарантирует автоматизированное управление подсистемами и всеми видами деятельности предприятия. Наглядную укрупненную модель ИУС можно представить в виде взаимодействия трех подсистем. Программа создания ИУС включает в себя следующие этапы: улучшение и развитие существующей системы сбора информации и обработки данных с целью обеспечения максимальной оперативности и достоверности информации для управляющих структур и руководящих органов предприятия; дальнейшее развитие ИУС для автоматизации процесса принятия решений; создание страинформационно-управленческой тегической системы.

#### Организационное управление

Для внедрения и создания СППР (системы поддержки принятия решений) в ИУС (информационно-управляющую систему) предприятия необходимо разработать и развивать все обеспечивающие подсистемы: техническое, математическое, программное, информационное и организационное обеспечение. Разработка должна проводиться поэтапно [4].

Ключевая роль в сложном процессе организационного управления промышленным предприятием отводится процессам принятия решений. Управление организацией начинается с получения задания по информационным кана-

лам от вышестоящих звеньев, в ходе которого уясняются поставленные задачи и оценивается возможность их выполнения с учетом имеющихся ресурсов и условий. На следующем этапе осуществляется декомпозиция общей задачи на подзадачи подчиненных элементов и определяется распределение работ между подразделениями в соответствии с их функциональным предназначением и возможностями. Этот процесс составляет принятие решений на втором этапе управления [5].

Следующий этап начинается с того, что информация передается по каналам организации и используется для принятия решений. Подробные задания передаются подчиненным звеньям, а обобщенные характеристики принятых решений сообщаются вышестоящим звеньям. Далее следует фаза оперативного управления и контроля. На этом этапе принимаются решения на основе результатов. Управление промышленным предприятием может быть представлено как циклический процесс обмена информацией и принятия решений на разных уровнях иерархии.

Система поддержки принятия решений – компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности. СППР возникли в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных. СППР включает в себя следующие этапы: анализ ситуаций и постановка проблем, формирование и выбор вариантов решений, организация выполнения решений, контроль выполнения решений [6].

#### Заключение

На стратегическом уровне осуществляется долгосрочное планирование и управление, которые охватывают несколько лет или даже десятилетий. Стратегические решения требуют глубокого анализа и оценки долгосрочных последствий, а также учета множества факторов, таких как экономические, политические и социальные [7].

Это означает, что на стратегическом уровне руководители принимают решения, которые затрагивают весь бизнес-процесс, включая долгосрочные цели и стратегии компании. Они также учитывают изменения во внешней среде и кон-

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Мировая экономика

куренцию на рынке. Решения на этом уровне как они связаны с долгосрочным планированитребуют высокой квалификации и опыта, так ем и требуют учета множества факторов.

### Список литературы

- 1. Антамошкин, О.А. Комбинированный метод принятия решений по воспроизводству основных производственных фондов / О.А. Антамошкин, В.В. Кукарцев // Проблемы машиностроения и автоматизации.  $-2011.- \mathbb{N} 2.- \mathbb{C}$ . 56-60.
- 2. Кондрин, А.В. Стратегия внедрения CALS-технологий / А.В. Кондрин, А.В. Кукарцев // Сибирский аэрокосмический журнал. -2011. -№ 3(36).
- 3. Intellectual support system of administrative decisions in the big distributed geoinformation systems / O. Antamoshkin, V. Kukarcev, A. Pupkov, R. Tsarev // 14th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2014: Conference Proceedings, Albena, Bulgaria. Albena, Bulgaria. 2014. Vol. 1. P. 227–232.
- 4. Антамошкин, О.А. Модели и методы формирования надежных структур информационных систем обработки информации / О.А. Антамошкин, В.В. Кукарцев // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. − 2014. − № 7. − С. 51−94.
- 5. Kukartsev, A.V. Modeling as a tool for reengineering the enterprise production processes / A.V. Kukartsev [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing. 2020. T. 1661. No. 1. P. 012176.
- 6. Dynamic simulation of calculating the purchase of equipment on credit / A.A. Boyko, V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series: International Conference «Information Technologies in Business and Industry» 2 Mathematical Simulation and Computer Data Analysis. Novosibirsk: Institute of Physics Publishing. 2019. Vol. 1333. P. 032009.
- 7. Classification of non-normative errors in measuring instruments based on data mining / A.V. Milov, V.S. Tynchenko, V.V. Kukartsev [et al.] // International Conference Aviamechanical engineering and transport" (AVENT 2018) : Proceedings of the International Conference "Aviamechanical engineering and transport" (AVENT 2018). Irkutsk : Atlantis Pres. 2018. Vol. 158 P. 432–437.

#### References

- 1. Antamoshkin, O.A. Kombinirovannyy metod prinyatiya resheniy po vosproizvodstvu osnovnykh proizvodstvennykh fondov / O.A. Antamoshkin, V.V. Kukartsev // Problemy mashinostroyeniya i avtomatizatsii.  $-2011.- \ensuremath{\mathbb{N}}_2 \ 2. \ensuremath{\mathrm{S}}. \ 56-60.$
- 2. Kondrin, A.V. Strategiya vnedreniya CALS-tekhnologiy / A.V. Kondrin, A.V. Kukartsev // Sibirskiy aerokosmicheskiy zhurnal. 2011. № 3(36).
- 4. Antamoshkin, O.A. Modeli i metody formirovaniya nadezhnykh struktur informatsionnykh sistem obrabotki informatsii / O.A. Antamoshkin, V.V. Kukartsev // Informatsionnyye tekhnologii i matematicheskoye modelirovaniye v ekonomike, tekhnike, ekologii, obrazovanii, pedagogike i torgovle. -2014. -N 7. S. 51-94.

© А.П. Багаева, А.А. Гладков, Я.В. Жилкина, 2023

Section: World Economics

УДК 336

ЧЖАН ЮЭЛУН

Белорусский государственный университет, г. Минск (Республика Беларусь)

# ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НОВОГО РАСШИРЕНИЯ БРИКС НА ГЛОБАЛЬНУЮ ЭКОНОМИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

*Ключевые слова:* БРИКС; инвестиции; нефть; рынок; санкции; торговля; экономика.

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы, связанные с перспективами объединения БРИКС и динамикой глобальной экономики. Цель статьи - проведение факторного анализа влияния нового расширения БРИКС на глобальную экономическую безопасность. Задачи: 1) рассмотреть перспективы переориентации мировой торговли и инвестиций; 2) изучить влияние общей валюты БРИКС на доминирование доллара в международных расчетах и резервах; 3) обозначить влияние БРИКС на сбалансирование энергетического рынка. Гипотеза: расширение БРИКС имеет двунаправленное влияние на мировую экономику, создавая широкие возможности для ее развития и инициируя новые риски. Методы исследования: систематизация, анализ, прогнозирование, сравнение, обобщение. Результаты: расширенный БРИКС имеет большой потенциал для поддержки глобального роста и обеспечения стабильного экономического развития. В то же время следует обратить внимание на такой вызов международной экономике, как волатильность финансовых рынков при введении общей валюты БРИКС.

Группа стран БРИКС, которая объединяет крупные развивающиеся экономики мира, объявила о приеме шести новых членов в попытке построить новый глобальный мировой порядок и создать противовес США и их союзникам. С начала 2024 г. к пяти нынешним членам группы (Бразилии, России, Индии, Китаю и ЮАР) присоединятся Иран, Саудовская Аравия, Египет, Аргентина, ОАЭ и Эфиопия. Об этом решении было объявлено на саммите в Йоханнесбурге, который состоялся 22–24 августа 2023 г.

Главным сторонником принятия новых членов является Председатель Китайской Народной Республики (КНР) Си Цзиньпин, который рассматривает этот шаг как способ усиления влияния стран юга на мировой арене. Под этим утверждением есть весомые основания. Так, ожидается, что совокупный внутренний валовой продукт (ВВП) первых шести членов БРИКС в 2023 г. достигнет отметки 27,6 триллиона долларов, это составит 26,3 % от общемирового объема. С учетом новых членов ожидаемый ВВП вырастет до \$30,8 трлн, что будет равно в 29,3 % мировой доли (табл. 1).

Кроме того, эксперты отмечают, что доля обновленного БРИКС в конечном итоге может превысить 50 % мирового населения. Существенно также увеличится влияние БРИКС на мировой рынок нефти, по данным Института энергетики за 2023 г., доля стран БРИКС в добыче нефти вырастет с 20,4 % до 43,1 % [4].

В то же время, несмотря на имеющиеся прогнозы и сценарии, пока неясно, каким образом расширение группы существенно усилит ее влияние на мировой арене, в какой степени присутствие новых членов будет оказывать воздействие на глобальную экономическую стабильность и безопасность. Таким образом, детальная проработка обозначенных вопросов является актуальной научной задачей, которая и обуславливает выбор темы этой статьи.

Перспективы союза БРИКС как ведущей группировки в процессе формирования мироустройства изучаются И.О. Сердюковой, М.В. Бойковой, Е.В. Ситниковым, В.Ф. Вакуленко, Чжэнь Хан, Михаэла Папа, Аммар Джрейсат.

Вопросам, связанным с экономическими и политическими последствиями расширения БРИКС как для членов блока, так и для всего мирового сообщества, посвятили свои труды И.А. Благих, Н.Ф. Газизуллин, Р.А. Шагеева,

Раздел: Мировая экономика

В.В. Хоменко, Санджив Фейт, М. Шувенду, Ниу Хайбин.

В то же время, несмотря на активный интерес исследователей к рассматриваемой проблематике, ряд дискуссионных моментов, связанных с тем, как принятие новых членов в БРИКС изменит глобальный мировой порядок, остаются открытыми.

Таким образом, цель статьи заключается в проведении факторного анализа влияния нового расширения БРИКС на глобальную экономическую безопасность.

Как уже отмечалось ранее, на сегодняшний день сформулированы различные точки зрения на уровень успешности, эффективности и степень усиления влияния БРИКС на мировую экономику после принятия новых членов. В рамках проводимого исследования выделим ряд ключевых факторов, которые в той или иной мере, по мнению автора, будут предопределять перспективы устойчивости мировой экономики.

- 1. Переориентация торговли и инвестиций. В рамках данного фактора ожидается, что расширение БРИКС в равных условиях глобальной торговли ускорит диверсификацию спроса за пределы стран *G*7 и снизит подверженность участников будущим геополитическим рискам, что положительным образом отразится на глобальной экономической безопасности.
- 2. Солействие торговле и инвестициям в сложной глобальной обстановке, когда эскалация торговых и технологических войн, а также «дружественный» выбор цепочек поставок будут снижать риск замедления глобального роста и экономической рецессии в Китае. Также ожидается, что благодаря новым членам станет возможным устранить сбои в работе системы разрешения споров Всемирной торговой организации, в которой США после президентства Дональда Трампа блокирует назначения, ссылаясь на несправедливое отношение [1]. Таким образом, полноценное возобновление работы Всемирной торговой организации (ВТО) позволит предупредить торговые войны, что будет положительно влиять на устойчивость глобальной экономики.

Расширение БРИКС может также привести к увеличению инвестиций в проекты и места, которые государства, не являющиеся партнерами, избегают. В качестве примера можно привести Иран. Страна обладает значительными запасами важнейших полезных ископаемых, в том числе крупнейшими в мире запасами цинка

и вторым по величине месторождением меди на руднике Сарчешмех. Однако из-за жестких экономических санкций (в 2020 г. под санкции попали еще 17 иранских горнодобывающих компаний) Ирану не удается привлечь инвестиции для увеличения добычи. Вероятно, со временем эта группа сможет привлечь в Иран инвестиции в обмен на медь, цинк и литий.

3. Дедолларизация мировых экономических связей. Данный фактор имеет неоднозначное влияние на глобальную экономическую безопасность вследствие расширения БРИКС. С одной стороны, стремление блока создать резервную валюту, которая будет использоваться членами в трансграничной торговле, позволит уменьшить агрессивное использование экономических и финансовых санкций для продвижения внешней политики США, которые разбалансируют мировую экономику, поскольку пытаются исключить или усложнить развитие таких стран, как РФ и Китай. Резервная валюта БРИКС даст возможность поддерживать и стимулировать трансграничную торговлю между членами, даже в сложной операционной среде с повышенными геополитическими рисками. Это также ослабит ограничения платежного баланса, связанные с долларовым финансированием.

С другой стороны, принятие общей валюты представляет собой несколько проблем на разных уровнях глобальной экономической системы. Как показало создание евро, ставшего второй по величине резервной валютой мира, к числу трудностей относятся: достижение макроэкономической конвергенции, согласование механизма обменного курса, создание эффективной платежной и многосторонней клиринговой системы, а также создание регулируемых, стабильных и ликвидных финансовых рынков [2].

Соединенные Штаты смогли убедить другие страны использовать доллар благодаря своему гегемонистскому положению в качестве мирового промышленного центра и крупнейшей торговой державы после окончания Второй мировой войны, которое в последующие десятилетия было усилено размерами рынка казначейских облигаций США, выполняющих роль ведущего мирового резервного актива. Страны БРИКС в новом составе пока такими возможностями не располагают, поэтому введение новой валюты без должной подготовки, эффективной институциональной архитектуры способно вызвать шоки на финансовых рынках

Section: World Economics

Таблица 1. Прогнозы ВВП на 2023 г. действующих и новых членов БРИКС [3]

Первоначальный член БРИКС	Страна	ВВП (млрд долларов США)	Доля глобального (%)
Да	Бразилия	2 081	2,0
Да	Россия	2 063	2,0
Да	Индия	3 737	3,6
Да	Китай	19 374	18,4
Да	Южная Африка	399	0,4
Нет	Саудовская Аравия	1 062	1,0
Нет	Иран	368	0,4
Нет	Эфиопия	156	0,1
Нет	Египет	387	0,4
Нет	Аргентина	641	0,6
Нет	ОАЭ	499 долларов США	0,5
_	БРИКС Всего	30 767 долларов США	29,3
_	Остальной мир	74 362 доллара США	70,7

и усилить угрозы глобальной экономической безопасности.

Фактор минилатерализма — новый стиль сотрудничества, который отдает предпочтение малым и средним коалициям государств-единомышленников, что угрожает подорвать средства глобальных коллективных действий, необходимых для борьбы с мировыми экономическими угрозами, которые сегодня стоят перед человечеством.

Экстремальные погодные явления в последнее время подчеркивают критический баланс между экономическими проблемами и острой необходимостью перехода к энергетике для решения проблемы изменения климата. Особую тревогу вызывает рост прорывных технологий, особенно широкое внедрение новаторских оружейных технологий, таких как биологическое оружие, негосударственными организациями. Кроме того, продолжающиеся проблемы, связанные с такими болезнями, как *COVID*-19, подчеркивают постоянный риск смертельных пандемий. Это лишь часть тех экзистенциальных опасностей, которые требуют глобального сотрудничества.

Экономисты подчеркивают тот факт, что глобальные альянсы, а не средние коалиции необходимы для решения поистине глобальных проблем, таких как замедление экономического

роста, фрагментация международной торговли, изменение климата, предотвращение пандемий и так далее [5]. В качестве примера приводятся действия Большой двадцатки, которая координировала международный ответ на глобальный финансовый кризис 2007—2008 гг. Сегодня, когда ее функционирование затруднено из-за санкций против России, даже расширенный БРИКС не в состоянии заменить этот институт. Если мир распадется на антагонистические малые и средние блоки, коллективная способность противостоять глобальным экономическим потрясениям может оказаться под угрозой.

4. Сбалансирование энергетического рынка. С данной точки зрения расширение группы БРИКС позволит стабилизировать ситуацию в торговле нефти и газом после санкций, введенных против России. Со вступлением Саудовской Аравии, ОАЭ и Ирана эта расширенная группа будет включать трех крупнейших мировых экспортеров нефти и составит 42 % мирового предложения нефти. Управление нефтяным рынком останется в компетенции ОПЕК+. Однако в долгосрочной перспективе расширение БРИКС может оказать существенное влияние на энергетические рынки. На протяжении многих лет страны ОПЕК+ жаловались на то, что энергетические санкции Запада в отношении Ирана и Венесуэлы сдерживают инвести-

#### НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ

Раздел: Мировая экономика

ции и экспортные потоки.

Также в расширенный БРИКС войдут как экспортеры нефти и газа, так и два крупнейших импортера – Китай и Индия, которые отказались присоединиться к «коалиции по ограничению цен», направленной против России. Производители и потребители в этой группе заинтересованы в создании механизмов торговли сырьевыми товарами, не подвластных финансовому сектору *G*7, что будет способствовать укреплению стабильности в мировой экономической системе.

Таким образом, факторный анализ показал, что влияние нового расширения БРИКС

на глобальную экономическую безопасность в целом можно охарактеризовать положительным образом. Это найдет свое проявление в переориентации торговых потоков, наращивании инвестиций, сбалансировании энергетических рынков, противодействии одностороннему режиму санкций, который активно продвигается и поддерживается США.

В то же время можно отметить и ряд угроз, которые связаны с ослаблением международного механизма, необходимого для решения глобальных вызовов современности, волатильностью финансовых рынков при введении общей валюты БРИКС.

#### Список литературы

- 1. Andal, A.G.T. Adjunct rather than alternative in global governance: An examination of BRICS as an international bloc through the perception of its members / A.G.T. Andal, K.G. Muratshina // Social Sciences Information. -2022.
- 2. Locating BRICS in the global order: perspectives from the Global South / edited by R. Kumar, M.K. Mehra, G.V. Raman, M. Sundriyal. New Delhi : Routledge India, 2022. 313 p.
- 3. Term resilience, persistent challenges. International Monetary Fund [Electronic resource]. Access mode: https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2023/07/10/world-economic-outlook-update-july-2023.
- 4. Глебов, В.А. Перспективы расширения БРИКС / В.А. Глебов, Б.В.Ф. Агоннуде // Международная жизнь. -2023. -№ 4. C. 76–87.
- 5. Давыденко, Е.В. Экономические и политические перспективы расширения БРИКС / Е.В. Давыденко // Экономика и предпринимательство. 2022. № 8(145). С. 121–124.

#### References

- 4. Glebov, V.A. Perspektivy rasshireniya BRIKS / V.A. Glebov, B.V.F. Agonnude // Mezhdunarodnaya zhizn'. 2023. № 4. S. 76–87.
- 5. Davydenko, Ye.V. Ekonomicheskiye i politicheskiye perspektivy rasshireniya BRIKS / Ye.V. Davydenko // Ekonomika i predprinimatel'stvo. − 2022. − № 8(145). − S. 121–124.

© Чжан Юэлун, 2023

# **Abstracts and Keywords**

E.L. Vaitekunene, I.A. Pinchuk, E.I. Semenova

# Simulation Modeling as a Tool to Support Management Decision Making

Keywords: IT projects; analytics; management style; enterprise operations; management decisions. Abstract. The purpose of this paper is to analyze the toolkit of simulation modeling for application as management decision making. It also considers the types and methods of application of simulation models at the enterprise. Algorithms and programs that allow you to determine the behavior of the system in different conditions and when changing parameters to create the most accurate model are considered.

L.A. Verentsov, M.V. Burmeister, D.V. Statsenko, E.A. Malenkova

# Assessment of Equivalent Inertia in an EPS with a Significant Share of RES

*Keywords:* system stability; inertia; power system; inverter; renewable energy sources; frequency control.

Abstract. An increase in the volume of generation based on renewable energy sources (RES) connected to the electric power system (EPS) through inverters worsens the stability conditions and reduces the reliability of the power system. Inertia in the EPS is determined taking into account all rotating masses. Thus, with an increase in the number of renewable energy-based power plants (excluding hydroelectric power plants), the equivalent inertia of the system does not increase due to the lack of rotating masses of these objects connected to the EPS using power inverters. The purpose of this study is to determine the equivalent inertia of the EPS, taking into account the inertia from renewable energy-based power plants using virtual inertia systems (SVI).

L.A. Verentsov, M.V. Burmeister, D.V. Statsenko, A.A. Khorkina

# Creating a Simulation Model of a Solar Power Plant Power Inverter with Modern Renewable Energy Integration Mechanisms

*Keywords:* renewable energy sources; solar power plant; power inverter; automatic control system; voltage maintenance.

Abstract. In recent years, the pace of construction and commissioning of solar power plants (SPP) has increased significantly. These generation facilities are connected to the electric power system (EPS) using power converters – inverters. Due to the significant increase in the share of SPP in the global structure of electricity generation, new requirements were introduced regulating the operation mode of power inverters installed on SPP in case of external disturbances in the EPS. The purpose of this study is to develop a simulation model that allows the most accurate simulation of the operation of the SPP under external disturbances in the EPS, corresponding to the basic regulatory requirements. In this article, an inverter model has been developed that takes into account LVRT and Q(U) characteristics when reducing

the voltage in the point of common connection. The study of the operating modes in the presented model will allow us to develop recommendations for setting the parameters of the inverter to improve stability under external disturbances in the EPS.

A.A. Gladkov, A.P. Bagaeva, I.A. Pinchuk

### **Analysis of Decision Support Systems in Company Management**

Keywords: IT projects; analytics; enterprise operations; decision making; information systems.

Abstract. This paper considers the basics of modern information systems that are used in the enterprise to support decision-making. The characteristics and features of the systems that such systems should have been considered. The main problem of IS selection for the enterprise is their diversity in the market. The choice of the system depends on how actively the user participates in the decision-making process and how much the system takes into account his preferences and needs.

A.V. Gorelik, P.A. Nevarov, P.V. Savchenko, N.V. Romanov

# Ways to Improve the Technical Operation of Railway Automation Systems Based on Benchmarking Technology

*Keywords:* benchmarking; railway automation and telemechanics; resource; Signalling block system; maintenance; technical condition; operation; outsourcing.

Abstract. The article discusses ways to improve the technical operation of railway automation systems based on data obtained using benchmarking technology. Based on the data obtained, four priority directions for optimizing the main processes of the automation and telemechanics economy have been identified. Various methods of increasing the efficiency of technical operation are proposed, such as outsourcing, life cycle contract, transition to low-maintenance equipment, maintenance according to technical condition. The authors concluded that a competent combination of these methods will significantly increase the economic efficiency of the automation and telemechanics economy.

K.A. Kryshko, A.M. Gazizov, M.G. Bashirov, R.R. Mustafina

# A Digital Twin for a Training Laboratory Installation to Study Methods and Means of Control and Pressure Regulation

Keywords: genetic algorithm; intelligent tool; process improvement; ethylene production; catalyst.

Abstract. The aim of the paper is to develop a genetic algorithm as a tool for optimizing the model for assessing the state of the acetylene hydrogenation catalyst. The genetic algorithm refers to intelligent tools, the development and application of which is an urgent task. Real-time assessment of the state of the acetylene hydrogenation catalyst makes it possible to optimize the ethylene production process. As a result, a genetic algorithm was developed in the Python programming language.

# Generative Adversary Networks in the Field of Information Security

Keywords: generative adversarial networks; fake images; information security; generation.

Abstract. The paper examines the potential use of generative adversarial networks (GANs) to improve the security of systems that rely on images as a primary security feature. By generating both real and fake images, GANs help train the system to become more resilient to attempts by attackers to exploit the system. Describes how a generator can create fake images that look the same as real images, and then use a discriminator to distinguish between real and fake images. It is noted that the creation of a more complete training data set will lead to increased efficiency in detecting security anomalies. It is concluded that GAN networks have a high potential for improving the security of image-based systems in preventing unauthorized access to sensitive data.

T.A. Kovalenko, A.N. Leutina

#### **Information Technology Offences**

*Keywords:* cybercrime; computer fraud; hacking; hacking; information protection; copyright infringement; online terrorism; cyber espionage.

Abstract. The goal is analysis, research and assessment of the causes of crime. The research hypothesis is as follows: effective measures to prevent and combat crime in the field of information technology can only be developed on the basis of an integrated approach. The study used methods for analyzing statistical data and expert assessments to identify dependencies between various attack tools. As a result, recommendations have been developed to create effective crime prevention strategies.

K.V. Skvortsov, A.N. Iskandaryan, A.B. Lukhter

#### Man in Modern Digital Reality

Keywords: reality of everyday life; digital reality; digitalization; on-line education; artificial intelligence.

Abstract. The article discusses various aspects of human integration into contemporary digital society, including the use of digital devices and technologies in everyday life, access to information, digital skills and competencies, as well as interaction with other actors in the digital environment. With the development and implementation of artificial intelligence, new challenges and opportunities arise for humans, related to automation, big data analysis, and decision-making based on algorithms. The aim of this research is to conduct a detailed analysis of the process of human integration into the modern digital environment. The main objectives of the research are to search for and examine specific examples that demonstrate the widespread use and application of artificial intelligence, as well as to analyze the consequences of its integration into various spheres of human life. The hypothesis underlying this study is that in the near future, the use of artificial intelligence systems will lead to qualitative changes in all aspects of human activity. Using methods such as analysis and theoretical examination of available literary sources, the authors have concluded that there is an urgent need to develop legal and ethical principles to regulate the use of artificial intelligence.

Hu Bitai

# Using Artificial Neural Networks to Create an Intelligent Information Network

Keywords: artificial neural networks; information network; creation; use; efficiency; problems.

Abstract. The article discusses issues related to the use of artificial neural networks to create an intelligent information network. The purpose of the study is to study the use of artificial neural networks to create an intelligent information network. The main research methods: the method of analysis, comparison, decision-making, logical reasoning and many others. The author of the article emphasizes the importance of using artificial neural networks to solve various tasks in various spheres of society. The definition of the concept of "neural networks" is studied. The participants of this process have been identified, as well as the necessary conditions for the implementation of information interaction. The difference between intelligent systems and conventional software systems is considered. The definition of the concept of "intelligent information systems" is studied. The creation of an intelligent information network based on the use of TensorFlow technology has been studied. The creation of an intelligent information network based on the use of Data Mining technology has been studied. The stages of information activity of using this technology are considered. The use of the information product of the Deductor platform for the creation of an intelligent information network, as well as its advantages of application, has been studied. The main components of this platform are considered. The main directions of increasing the efficiency of using neural networks for decision-making and their further evaluation have been developed. Purpose: The purpose of the study is to study the use of artificial neural networks to create an intelligent information network. Methods: Basic research methods: the method of analysis, comparison, decision-making, logical reasoning and many others. Results: The issues of using artificial neural networks to create an intelligent information network have been studied. The main directions of increasing the efficiency of using neural networks for decision-making and their further evaluation have been developed. It is concluded that the use of artificial neural networks to create an intelligent information network is of great national and economic importance. Neural networks allow you to accumulate information, extract it and use it at the right time, transfer it from one subject to another. Using a neural network, an economic entity (user) gets the opportunity to establish direct (individual) contact with another entity, which in turn allows taking into account his personal characteristics, academic performance, as well as requests and needs. The presence of feedback makes the process effective and encourages the search for permanent contact. It should be noted that the use of neural networks to create an information network also has educational value. So, for example, there is a common interest in achieving the set goal and the tasks to be solved, conducting scientific research or studying certain issues of the subject. All this makes it possible to unite the participants in the process, strengthen their relationships.

L.A. Verentsov, M.V. Burmeister, D.V. Statsenko, E.A. Malenkova

# Methods of Frequency Control by Solar and Wind Power Plants

*Keywords:* renewable energy sources; inverter; automatic control system; supercapacitor; frequency control.

Abstract. A significant increase in the share of generation based on renewable energy sources (RES) leads to a deterioration in the stability conditions and reliability indicators of the electric power system (EPS). In order to maintain the frequency within the permissible regulatory limits, it is necessary to ensure a power balance in the EPS both in normal modes and in the event of external disturbances. The purpose of this study is to determine the most effective method of frequency control by solar power plants (SPP) and wind power plants (WPP). The implementation of a set of technological measures will increase the stability of the EPS in the event of external disturbances. This article presents the most common methods of frequency control using SES and wind turbines. The choice of the most effective method of frequency control was carried out taking into account the economic characteristics of renewable energy facilities.

I.S. Zharov

# Calculation of the Static Characteristics of the Maximum Air Flow Sensor with a Flat Elastic Sensing Element

Keywords: maximum air flow sensors; elastic sensing elements; springs.

Abstract. In this article, the displacement of a flat elastic sensing element of the maximum air flow sensor is calculated, while for the possibility of using a diagram of elastic parameters, the distributed load acting on the spring under the action of air is replaced by a concentrated force applied at the end of the spring. A static characteristic of the maximum air flow sensor with a flat elastic sensing element is constructed (the dependence of the peak velocity on the force, vertical and horizontal movement of the spring). It is revealed that the static characteristic can be divided into three sections close to linear: from 0 to 200 l/min; from 200 l/min to 500 l/min; from 500 l/min to 700 l/min. At the same time, in the area from 500 l/min to 700 l/min, the sensitivity is minimal, therefore, it is advisable to use a maximum air flow sensor with a flat spring to measure peak speed up to 500 l/min. The calculations carried out and the static characteristic obtained made it possible to obtain an engineering methodology for designing maximum air flow sensors to achieve the greatest sensitivity, and therefore contribute to improving the reliability and accuracy of measurements.

I.A. Alexandrov, A.N. Muranov, S.A. Sheptunov, V.Zh. Kuklin

#### **Specificity of Group Intermittent Flow Lines Designing**

Keywords: production lines; groups of parts; modeling; processing of parts.

Abstract. An important production task is to reduce production costs by increasing the efficiency of work processes. For this purpose, among other things, group production lines are used, which reduce time costs. The purpose of this work is to consider approaches to the optimal grouping of parts when combining them into groups in production. The issues of mathematical modeling and optimization of technological processes for processing parts within group production lines are considered. The calculation and comparison of the minimum total costs for equipment changeovers and work in progress for production line options with and without combining parts into groups is presented. It is noted which operations of the group technological process need to be given priority attention in order to reduce the duration of the processing cycle for a group of parts. It is shown that the properties of the defining path of parts allow for targeted improvement of group technological processes.

#### M.G. Kazanov, N.D. Dyuldin

# **Energy Efficiency of an Electric Drive under Conditions** of Frequency Drive and Artificial Intelligence

Keywords: energy efficiency; frequency-controlled electric drive; artificial intelligence.

Abstract. The purpose of this article is to point out modern ways to achieve energy efficiency in the design and optimization of electric drives. The hypothesis of the study is to confirm that with the correct application of all recommendations, the goals will be achieved. Scientific methods used in this article: analysis, generalization. In the course of this work, special attention was paid to specifying the conditions and requirements necessary to create efficient electric drives.

I.A. Pogrebnaya, S.V. Mikhailova

# Increasing the Wear Resistance of Machine Parts by Magnetic Treatment

Keywords: machine parts; magnetic pulse processing; structural materials; magnetic field.

Abstract. The purpose of the study is: the effect of magnetic pulse processing on the operational properties – wear resistance and durability of parts of various assemblies, machines, complexes. The research method is based on the use of a combined effect of magnetic fields on a machine-building structure. The behavior of parts under the influence of strong magnetic fields is described. Result: the main advantages of the behavior of the processed material under the influence of a magnetic flux are determined. It is concluded that the use of magnetic influence on structural materials is considered a progressive method that determines a number of advantages over other influences. This method allows you to change the structure of the metal itself, and consequently, its physical and mechanical properties, which allows you to improve the performance characteristics not only of parts, but also of the product as a whole.

Sun Tianyu

# Using Laser Processing Methods to Process Micro-Holes of Fuel Injectors

*Keywords:* laser processing; mechanical engineering; nozzles; micro-holes.

Abstract. This article is devoted to the study and application of laser processing methods for processing micro-holes of fuel injectors. The aim of the study is to develop an effective method for processing micro-holes, which will improve the operation of fuel injectors and increase the efficiency of fuel combustion. The objectives of the article are analysis of existing methods for processing micro-holes of fuel injectors, determination of the advantages and disadvantages of each method, development and optimization of the laser method for processing micro-holes. General scientific research methods were used in the paper. As a result of the study, it was found that laser treatment is an effective method for processing micro-holes of fuel injectors. This method allows you to accurately control the depth and diameter of the holes, as well as their shape, which affects the quality of fuel spraying and, accordingly, the combustion efficiency.

#### A.V. Chernova

# **Analysis of Methods of Molecular Identification of Fish Species**

Keywords: molecular identification; DNA sequencing.

Abstract. The sale of counterfeit fish products has become a big problem for both consumers and supervisory authorities. The use of methods of molecular identification of fish species helps to detect and avoid intentional, as well as unintentional replacement of various fish species. The aim of the work is to analyze widely used methods for identifying fish species based on DNA analysis. These methods have a number of advantages over ELISA methods and complement traditional methods of morphological identification.

R.G. Guchetl

# Study of the Current State Level of Quality of Life of the Population of the Tambov Region

*Keywords:* quality of life of the population; demographic indicators; socio-economic development; economic security of the region.

Abstract. The article presents the current state, main indicators and problems of improving the quality of life of the population of the Tambov region. The purpose of the article is to assess the level of quality of life of the population. The objective of the study is to conduct a study of the level of quality of life in society based on an analysis of indicators of socio-economic security of the population, demographic indicators, as well as proposing measures to solve problems in the field of quality of the population of the region.

The main hypothesis of the study is that problems of improving the quality of life are a priority; economic and social stability in society depends on their solution. The research methodology is scientific search, generalization, analysis, systematization. The results of the study showed that the analysis of socio-economic indicators allows us to develop and identify problems in the sphere of quality of life of the population of the Tambov region, and develop measures to solve them. All indicators of the quality of life of the population are interconnected, a change in one will entail a change in the other.

E.V. Kostoustova, I.V. Shadrina, L.N. Ridel, T.V. Dubrovskaya

# Technologies for Increasing the Profitability of Hard-To-Recover Oil

*Keywords:* hard-to-recover oil reserves; digital twin; investments; financial costs; profitability; intelligent field; digital technologies.

Abstract. The issues of digitalization of the oil and gas industry in the field of hard-to-recover resources are considered. The basic concepts within the framework of the topic are given, the relevance of the introduction of digital technologies to increase the potential of the field and increase the profitability of resource extraction is substantiated. The methods of analysis and comparison were used in the study. The formulated conclusions will be used in further works.

#### **Problems and Prospects of Advertising Business Development**

*Keywords:* advertising business; advertising industry; competition; technology; digital advertising; mobile advertising; social networks; instability of the advertising market; personalization; content marketing; analytics; efficiency; innovation.

Abstract. The advertising business is an important part of the modern economy, but it faces a number of problems related to changes in consumer behavior, technological shifts and regulatory restrictions. Advertising is a dynamic and rapidly developing industry, but modern challenges and changes in consumer behavior pose serious obstacles to its effective functioning. This article discusses the main problems faced by the advertising business, as well as development prospects, including innovations and new approaches to advertising communication.

Problems and prospects for the development of the advertising business are important topics for research.

Goals and objectives of the study include studying the current problems faced by advertising companies; determining the prospects for the development of the advertising business; analyzing trends and innovations in the advertising industry; studying the impact of new technologies on the advertising business; evaluating the effectiveness of various advertising strategies and channels.

Research hypotheses are as follows.

- 1. The introduction of new technologies and digital platforms will continue to change the advertising business, creating new opportunities and causing development problems.
- 2. Personalization and targeting will become increasingly important in the advertising business, as consumers expect an individual approach and relevant advertising.
- 3. The growth in the use of mobile devices and social networks will have a significant impact on the advertising business, requiring the adaptation of advertising strategies and formats.
- 4. The emergence of new advertising formats, such as influencer marketing, branded content advertising and programmatic advertising, will create new opportunities for advertising companies.

The research methods are the analysis of current research, articles and publications related to the problems and prospects of the development of the advertising business; data collection through surveys, interviews with representatives of advertising companies; analyzing and processing data obtained by statistical methods to identify the main trends and patterns; the comparative analysis of various advertising strategies, channels and formats to assess their effectiveness and applicability in various situations.

T.M. Redkina, I.P. Firova, V.V. Pogodina

# A New Vector of Ensuring the Economic Security of the Russian Federation

*Keywords:* special military operation; beneficiary cities; activation of consumer demand; state budget; economic security of the Russian Federation.

Abstract. The purpose of the paper is to substantiate the directions forming the economic security of the country in the conditions of increasing restrictions from the external environment. To achieve this goal, the following tasks were identified: the most significant factors influencing economic security in the current conditions were identified; the reasons for the failure to achieve forecast indicators were identified; directions for further improvement of the process of ensuring economic security of the Russian Federation were proposed. The hypothesis of the study is manifested in the substantiation of

proposals for the revision of existing approaches to overcoming geopolitical risks that determine the vector of implementation of measures ensuring the economic security of the Russian Federation. Such scientific research methods as analysis and synthesis, hypothetical, hypothetical-deductive have been used in the work. The achieved results consist in the formation of decisions aimed at revising the state's policy in the field of economic security.

O.V. Sorvina, T.N. Kuleshova

### Development of an Approach for Using Express Scoring of Projects to Determine an Individual Acceleration Trajectory

*Keywords:* acceleration; project; business-project; capital investment; mentoring; project diagnostics; express scoring.

Abstract. The purpose of this article is to develop a methodology for express analysis of projects to determine an individual acceleration trajectory. To achieve this goal, such tasks were set and completed: consideration of aspects of supporting acceleration programs, analysis of the essence, necessity and principles of diagnosing projects, identification of stages of project development at which it is advisable to conduct a scoring assessment of projects, assessment of the project in a number of sections, assigning weight to each, the development and analysis of a project scoring map, construction of visualization of scoring results. As a result of the study, the parameters by which the assessment will be carried out, their weighting coefficients were identified, a scoring card was developed and an example of a project analysis using it was shown.

A.P. Bagaeva, A.A. Gladkov, Ya.V. Zhilkina

# **Decision-making Process at the Enterprise** as an Organizational Management Process

*Keywords:* acceleration; project; business-project; capital investment; mentoring; project diagnostics; express scoring.

Abstract. The purpose of this article is to develop a methodology for express analysis of projects to determine an individual acceleration trajectory. To achieve this goal, such tasks were set and completed: consideration of aspects of supporting acceleration programs, analysis of the essence, necessity and principles of diagnosing projects, identification of stages of project development at which it is advisable to conduct a scoring assessment of projects, assessment of the project in a number of sections, assigning weight to each, the development and analysis of a project scoring map, construction of visualization of scoring results. As a result of the study, the parameters by which the assessment will be carried out, their weighting coefficients were identified, a scoring card was developed and an example of a project analysis using it was shown.

Yuelong Zhang

# Factor Analysis of the Impact of the New BRICS Expansion on Global Economic Security

Keywords: BRICS; investment; oil; market; sanctions; trade; currency; economy.

Abstract. The article deals with topical issues related to the prospects of the BRICS alliance and the dynamics of the global economy. The aim of the article: to conduct a factor analysis of the impact

of the new BRICS expansion on global economic security. The objectives are to consider the prospects of reorientation of global trade and investment; to study the impact of the BRICS common currency on the dominance of the dollar in international settlements and reserves; to outline the impact of the BRICS on balancing the energy market. The hypothesis is as follows: the BRICS expansion has a bidirectional impact on the world economy, creating great opportunities for its development and initiating new risks. The research methods are systematization, analysis, forecasting, comparison, and generalization. The results are as follows: the enlarged BRICS has great potential to support global growth and ensure stable economic development. At the same time, attention should be paid to such challenges to the international economy as the volatility of financial markets when introducing the BRICS common currency.

# СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ **List of Authors**

	•	
ЕЛ	ВАИТЕКУНЕНЕ	

доцент кафедры информационных экономических систем Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева; профессор кафедры общеинженерных дисциплин Сибирской пожарно-спасательной академии Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Железногорск E-mail: ies vel@mail.ru

#### E.L. VAITEKUNENE

Associate Professor of the Department of Information Economic Systems of the Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetneva; Professor of the Department of General Engineering Disciplines of the Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief, Zheleznogorsk

E-mail: ies vel@mail.ru

#### И.А. ПИНЧУК

магистрант Сибирского федерального университета, г. Красноярск

E-mail: pinchuk.ivan@yandex.ru

#### I.A. PINCHUK

Master's Student, Reshenev Siberian Federal University, Krasnoyarsk

E-mail: pinchuk.ivan@yandex.ru

#### Е.И. СЕМЕНОВА

магистрант Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

E-mail: ies vel@mail.ru

### E.I. SEMENOVA

Master's student, Reshenev Siberian Federal University, Krasnoyarsk

E-mail: ies vel@mail.ru

### Л.А. ВЕРЕНЦОВ

студент Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва

E-mail: VerentsovLA@mpei.ru

### L.A. VERENTSOV

Student, National Research University "MPEI", Moscow

E-mail: VerentsovLA@mpei.ru

#### М.В. БУРМЕЙСТЕР

ассистент кафелры электроэнергетических систем Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва

E-mail: BurmeysterMV@mpei.ru

#### M.V. BURMEISTER

Assistant Lecturer, Department of Electrical Power Systems of the National Research University "MPEI", Moscow

E-mail: BurmeysterMV@mpei.ru

### д.в. СТАЦЕНКО

студент Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва

E-mail: StatsenkoDV@mpei.ru

### д.в. СТАЦЕНКО

студент Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва

E-mail: StatsenkoDV@mpei.ru

### Е.А. МАЛЕНКОВА

студент Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва E-mail: MalenkovaYA@mpei.ru

#### E.A. MALENKOVA

Student, National Research University "MPEI", Moscow

E-mail: MalenkovaYA@mpei.ru

### А.А. ХОРКИНА

студент Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва

E-mail: KhorkinaAA@mpei.ru

### A.A. KHORKINA

Student, National Research University "MPEI", Moscow

E-mail: KhorkinaAA@mpei.ru

#### А.А. ГЛАДКОВ

студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

E-mail: gladn35@yandex.ru

#### А.П. БАГАЕВА

кандидат технических наук, доцент кафедры информационных экономических систем Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

E-mail: bap 0855@mail.ru

#### А.В. ГОРЕЛИК

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва

E-mail: agorelik@yandex.ru

#### П.А. НЕВАРОВ

кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва **E-mail:** nevarov p@rambler.ru

#### П.В. САВЧЕНКО

кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва **E-mail:** pauls7@mail.ru

#### H.B. POMAHOB

ассистент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва **E-mail:** RomanovKolja@yandex.ru

#### К.А. КРЫШКО

старший преподаватель кафедры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават

E-mail: naix2804@gmail.com

#### A.A. GLADKOV

Student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

E-mail: gladn35@yandex.ru

#### A.P. BAGAEVA

Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Department of Information Economic Systems, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

E-mail: bap 0855@mail.ru

#### A.V. GORELIK

Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Control Systems Transport Infrastructure, Russian University of Transport (MIIT), Moscow

E-mail: agorelik@yandex.ru

#### P.A. NEVAROV

Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (MIIT), Moscow

E-mail: nevarov p@rambler.ru

#### P.V. SAVCHENKO

Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (MIIT), Moscow E-mail: pauls7@mail.ru

#### **N.V. ROMANOV**

Assistant Lecturer, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (MIIT), Moscow

E-mail: RomanovKolja@yandex.ru

#### K.A. KRYSHKO

SeniorLecturer, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technical University (branch), Salavat

E-mail: naix2804@gmail.com

#### А.М. ГАЗИЗОВ

студент Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават

E-mail: azamatgazizow@yandex.ru

#### М.Г. БАШИРОВ

доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават

E-mail: eapp@yandex.ru

#### Р.Р. МУСТАФИНА

студент Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават

E-mail: regina.mystafina4gmail.com

#### А.О. ПЕНЗИН

аспирант Тюменского индустриального университета, г. Тюмень **E-mail:** anton toshiba@mail.ru

#### Т.А. КОВАЛЕНКО

кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и вычислительной техники Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Самара

E-mail: tanay kovalenko@mail.ru

# А.Н. ЛЕУТИНА

студент Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Самара

E-mail: leutina.arisha86@gmail.com

#### К.В. СКВОРЦОВ

кандидат технических наук, доцент кафедры специальной техники и информационных технологий Владимирского юридического института ФСИН России (ВЮИ ФСИН России), г. Владимир

E-mail: k-skv@yandex.ru

#### A.M. GAZIZOV

Student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technical University (branch), Salavat

E-mail: azamatgazizow@yandex.ru

#### M.G. BASHIROV

Doctor of Engineering, Professor, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technical University (branch), Salavat

E-mail: eapp@yandex.ru

#### R.R. MUSTAFINA

Student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry of the Ufa State Petroleum Technical University (branch), Salavat

E-mail: regina.mystafina4gmail.com

#### A.O. PENZIN

Postgraduate Student, Tyumen Industrial University, Tyumen

E-mail: anton toshiba@mail.ru

#### T.A. KOVALENKO

Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Informatics and Computer Science, Volga Region State University of Telecommunications and Informatics, Samara

E-mail: tanay kovalenko@mail.ru

#### A.N. LEUTINA

Student, Volga State University of Telecommunications and Informatics, Samara

E-mail: leutina.arisha86@gmail.com

# K.V. SKVORTSOV

Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Special Equipment and Information Technologies, Vladimir Law Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia (VYUI FSIN of Russia), Vladimir

E-mail: k-skv@yandex.ru

#### А.Н. ИСКАНДАРЯН

курсант Владимирского юридического института ФСИН России (ВЮИ ФСИН России), г. Владимир

E-mail: k-skv@yandex.ru

#### А.Б. ЛЮХТЕР

кандидат технических наук Владимирского государственного университета имени А.Г. и Н.Г. Столетовых; директор Научнообразовательного центра внедрения лазерных технологий, г. Владимир

**E-mail:** 3699137@gmail.com

#### ХУ БИТАЙ

магистрант Белорусского государственного университета, г. Минск

E-mail: bitaihu@gmail.com

#### И.С. ЖАРОВ

кандидат технических наук, доцент кафедры специальной техники и информационных технологий Владимирского юридического института Федеральной службы исполнения наказаний, г. Владимир E-mail: viaduc@mail.ru

#### И.А. АЛЕКСАНДРОВ

кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института конструкторскотехнологической информатики Российской академии наук, г. Москва **E-mail:** alexandrov@ikti.ru

#### А.Н. МУРАНОВ

кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института конструкторскотехнологической информатики Российской академии наук, г. Москва **E-mail:** muranov@ikti.ru

#### С.А. ШЕПТУНОВ

доктор технических наук, профессор отдела аспирантуры Института конструкторскотехнологической информатики Российской академии наук, г. Москва **E-mail:** ship@ikti.ru

#### В.Ж. КУКЛИН

доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Института конструкторско-технологической информатики Российской академии наук, г. Москва

E-mail: kuklin@ikti.ru

#### A.N. ISKANDARYAN

cadet of the Vladimir Law Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia (VYUI FSIN of Russia), Vladimir

E-mail: k-skv@yandex.ru

#### A.B. LUKHTER

Candidate of Science (Engineering), Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs; Director of the Scientific and Educational Center for the Introduction of Laser Technologies, Vladimir

**E-mail:** 3699137@gmail.com

#### **HU BITAI**

Master's Student, Belarusian State University, Minsk

E-mail: bitaihu@gmail.com

#### LS. ZHAROV

Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Special Equipment and Information Technologies, Vladimir Law Institute of the Federal Penitentiary Service, Vladimir

E-mail: viaduc@mail.ru

#### I.A. ALEXANDROV

Candidate of Science (Engineering), Senior Researcher, Institute of Design and Technological Informatics of the Russian Academy of Sciences, Moscow

E-mail: alexandrov@ikti.ru

#### A.N. MURANOV

Candidate of Science (Engineering), Senior Researcher, Institute of Design and Technological Informatics of the Russian Academy of Sciences, Moscow

E-mail: muranov@ikti.ru

#### S.A. SHEPTUNOV

Doctor of Engineering, Professor, Postgraduate Department, Institute of Design and Technological Informatics of the Russian Academy of Sciences, Moscow

E-mail: ship@ikti.ru

#### V.Zh. KUKLIN

Doctor of Engineering, Leading Researcher, Institute of Design and Technological Informatics of the Russian Academy of Sciences, Moscow

E-mail: kuklin@ikti.ru

#### М.Г. КАЗАНОВ

н.д. дюльдин

ведущий инженер-энергетик ООО «Газпром нефтехим Салават», г. Салават

E-mail: arh12@yandex.ru

# N.D. DYULDIN

M.G. KAZANOV

Salavat LLC, Salavat

E-mail: arh12@yandex.ru

аспирант, ассистент кафедры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Уфа

E-mail: hukutko2014@gmail.com

Postgraduate Student, Assistant Lecturer, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises, Ufa State Petroleum Technical University (branch), Ufa

Leading Power Engineer, Gazprom Neftekhim

E-mail: hukutko2014@gmail.com

#### И.А. ПОГРЕБНАЯ

кандидат педагогических наук, доцент кафедры нефтегазового дела филиала Тюменского индустриального университета, г. Нижневартовск

E-mail: ya.irina0607@yandex.ru

#### I.A. POGREBNAYA

Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Oil and Gas Engineering, Branch of Tyumen Industrial University, Nizhnevarovsk

E-mail: ya.irina0607@yandex.ru

# С.В. МИХАЙЛОВА

старший преподаватель филиала Тюменского индустриального университета, г. Нижневартовск

E-mail: sweta02311@gmail.com

#### S.V. MIKHAILOVA

Senior Lecturer, Branch of Tyumen Industrial University, Nizhnevarovsk

E-mail: sweta02311@gmail.com

#### СУНЬ ТЯНЬЮЙ

аспирант Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва

E-mail: suntianyu020@gmail.com

#### **SUN TIANYU**

Postgraduate Student, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow

E-mail: suntianyu020@gmail.com

#### А.В. ЧЕРНОВА

старший преподаватель кафедры управления техническими системами Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток

E-mail: nida11@mail.ru

#### A.V. CHERNOV

Senior Lecturer, Department of Technical Systems Management, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok

E-mail: nida11@mail.ru

#### Р.Г. ГУЧЕТЛЬ

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической безопасности и качества Тамбовского государственного технического университета, г. Тамбов

E-mail: ruzana707@mail.ru

#### R.G. GUCHETL

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economic Security and Quality, Tambov State Technical University, Tambov

E-mail: ruzana707@mail.ru

#### Е.В. КОСТОУСТОВА

старший преподаватель кафедры бизнесинформатики и моделирования бизнес-процессов Сибирского федерального университета, г. Красноярск

E-mail: Kost-elen@yandex.ru

#### E.V. KOSTOUSTOVA

Senior Lecturer, Department of Business Informatics and Business Process Modeling, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

E-mail: Kost-elen@yandex.ru

#### И.В. ШАДРИНА

кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнес-информатики и моделирования бизнес-процессов Сибирского федерального университета, г. Красноярск

E-mail: ivshadrina@mail.ru

#### Л.Н. РИДЕЛЬ

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации отраслей лесного комплекса Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

E-mail: ridell@mail.ru

# т.в. дубровская

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации отраслей лесного комплекса Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

E-mail: tvd2005@mail.ru

### н.н. михайленко

учредитель и коммерческий директор рекламно-производственной компании «ЭйБиСи Медиа» (ABC group), г. Москва

E-mail: miklera@yandex.ru

#### Т.М. РЕДЬКИНА

кандидат экономических наук, доцент кафедры инновационных технологий управления в государственной сфере и бизнесе Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург **E-mail:** tatjana red@mail.ru

#### И.В. ФИРОВА

доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедры инновационных технологий управления в государственной сфере и бизнесе Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург

E-mail: irinafirova@yandex.ru

#### В.В. ПОГОДИНА

доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и управления предприятиями и производственными комплексами Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург **E-mail:** pogodina.vera@yandex.ru

#### I.V. SHADRINA

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Business Informatics and Business Process Modeling, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

E-mail: ivshadrina@mail.ru

#### L.N. RIDEL

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Organization of Forestry Industries, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

E-mail: ridell@mail.ru

#### T.V. DUBROVSKAYA

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Organization of Forestry Industries, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

E-mail: tvd2005@mail.ru

#### N.N. MIKHAILENKO

Founder and Commercial Director, Advertising and Production Company ABC Group, Moscow

E-mail: miklera@yandex.ru

#### T.M. REDKINA

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Innovative Management Technologies in the Public Sphere and Business, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

E-mail: tatjana red@mail.ru

#### I.V. FIROVA

Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Innovative Management Technologies in the Public Sphere and Business, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

E-mail: irinafirova@yandex.ru

#### V.V. POGODINA

Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics and Management of Enterprises and Industrial Complexes, St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg

E-mail: pogodina.vera@yandex.ru

<b>О.В. СОРВИНА</b> доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и менеджмента Тульского государственного университета, г. Тула <b>E-mail:</b> Sorvina.Olga@yandex.ru	O.V. SORVINA Doctor of Economics, Professor, Department of Finance and Management, Tula State University, Tula E-mail: Sorvina.Olga@yandex.ru	
<b>Т.Н. КУЛЕШОВА</b> аспирант Тульского государственного университета, г. Тула <b>E-mail:</b> Sorvina.Olga@yandex.ru	T.N. KULESHOVA  Postgraduate Student,f Tula State University, Tula  E-mail: Sorvina.Olga@yandex.ru	
<b>Я.В. ЖИЛКИНА</b> студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> zhilkina2003yana10@gmail.com	Ya.V. ZHILKINA Student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk E-mail: zhilkina2003yana10@gmail.com	
ЧЖАН ЮЭЛУН аспирант Белорусского государственного университета, г. Минск E-mail: bsuzhang@gmail.com	ZHANG YUELONG Postgraduate Student, Belarusian State University, Minsk E-mail: bsuzhang@gmail.com	



# HAУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS

№ 10(148) 2023

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Подписано в печать 23.10.2023 г. Формат журнала  $60 \times 84/8$  Усл. печ. л. 15,81. Уч.-изд. л. 8,75. Тираж 1000 экз.