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

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 12(150) 2023

Главный редактор

Тарандо Е.Е.

Редакционная коллегия:

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

В ЭТОМ НОМЕРЕ:

МАШИНОСТРОЕНИЕ:
– Роботы, мехатроника и робототехнические системы
– Технология машиностроения
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
– Математическое моделирование и численные методы
– Информационная безопасность
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:
– Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства
– Математические, статистические и инструментальные методы в экономике
– Региональная и отраслевая экономика
– Финансы
– Мировая экономика
– Менеджмент

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
В.С. Солодова
Редактор иностранного
перевода
Н.А. Гунина
Инженер по компьютерному
макетированию
В.С. Солодова
Адрес редакции:
г. Москва, ул. Малая Переяславская,
д. 10, к. 26
Телефон:
89156788844
E-mail:
nauka-bisnes@mail.ru
На сайте
http://globaljournals.ru
размещена полнотекстовая
версия журнала.
Информация об опубликованных
статьях регулярно предоставляется
в систему Российского индекса
научного цитирования
(договор № 2011/30-02).
Перепечатка статей возможна только
с разрешения редакции.
Мнение редакции не всегда
совпадает с мнением авторов.

Экспертный совет журнала

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

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

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

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

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

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

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

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

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

Бендерский Г.П., Лаврентьев Е.А., Ульянов Г.Н., Кивалов А.Н. Способ построения разностно-дальномерной системы уравнений позиционирования источников излучения любой физической природы 10

Kazarinov Yu.I. Numerical Method for Determining Stresses in A Plate Weakened by Holes 17

Копнин А.А. Способы и методы машинного обучения: интеграция, взаимодействие и дополнение методов 21

Малышева Т.В., Лаптева Т.В., Титовцев А.С. Моделирование оптимальных параметров добычи нефти для поддержания уровня полезного использования попутного газа 25

Садовский М.В., Вильданов Р.Г. Совершенствование системы управления электроприводом буровой установки 31

Сенг И.В. Роль генеративного искусственного интеллекта в автоматизированном создании маркетингового контента с использованием больших лингвистических моделей: эффективность и ограничения 35

Сизяков М.И., Щербакова М.А. Математическое моделирование процесса нагрева нефти 40

Швайко Б.А., Скворцова Д.А., Кузнецов А.А., Романов Н.О. Обзор методов нормализации критериев устойчивого развития 44

Информационная безопасность

Бедняк С.Г., Пономарева Е.П. Методы предварительной обработки для интеллектуального анализа текста 43

Бульбачева А.А., Астапов Р.В. Применение в образовательном процессе технологий искусственного интеллекта при поиске запрещенного контента в сети интернет 53

Поликанин А.Н., Новиков С.Н. Анализ возможности возникновения и методик определения дальности тепловизионного канала утечки информации 56

Русаков А.М., Клиневская Д.М., Салимова А.Р. Исследование особенностей применения Apache Hadoop при обработке видео 64

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Роботы, мехатроника и робототехнические системы

Варлашин В.В., Прядко А.И., Барынкин И.С. Подходы к оценке и методы тестирования промышленных экзоскелетов 69

Вассуф Язан, Тарасенко А.В., Осин Д.Ю. Разработка системы круиз-контроля для обще-

ственного транспорта 77

Ильясов А.Е., Варлашин В.В. Метод восстановления траектории движения ртк внутритрубной диагностики с использованием фидуциальных маркеров 81

Прядко А.И., Барынкин И.С., Варлашин В.В. Вопросы разработки тазобедренного шарнира активного промышленного экзоскелета 89

Тимофеев А.Н., Дохов Д.О. Проблемы создания манипуляционных систем для пространства малого объема 97

Технология машиностроения

Бабюк Г.Ф. Обработка плазменных покрытий методом термоциклирования 104

Загорская А.В. Взаимосвязь состава работ научно-технического сопровождения на этапе инженерных изысканий, проектирования и строительства..... 108

Криволуцкий С.А., Орешенко Т.Г., Кулагина С.И., Назаров И.В. Совершенствование технологии FDM печати пластиками различных производителей 113

Савельева Н.Н., Шедь С.Н., Савельев Я.В. Анализ отбора керна с применением телескопической системы заклинки 117

Сафонова Н.А., Амелина К.Е. Преимущества наличия системы управления интеллектуальной собственностью в организациях 121

Степанов С.С. Математическая модель формирования абсолютной погрешности измерительной системы с целью повышения качества и производительности процесса изготовления прецизионных деталей 126

Тимчук Е.Г. Методический подход к оценке эффективности технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов..... 131

Ундозеров В.А. Динамическое управление сроками в строительных проектах: контуры теории 134

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

Мусина Г.Р., Шинкевич М.В. Состояние и перспективы внедрения цифровых технологий на предприятиях в машиностроительной отрасли промышленности 137

Николаев Н.И. Интраоперационная лучевая терапия – основы и история 141

Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

Казаринов Ю.И. Периодичность оперативного и перспективного контроля производственных процессов нефтегазовых компаний 145

Региональная и отраслевая экономика

Базарова О.-Т.М., Халтаева С.Р. Региональная экономическая политика: инструменты регулирования и оценка результатов (на примере Республики Бурятия) 149

Гапураева Л.У., Даукаев А.А. Река Аргун и ее горные притоки в связи с туристско-рекреационной деятельностью на территории Чеченской Республики 153
Заикин В.П., Кондратьева Н.Н., Кирилова Т.Е. Инвестиции как фактор развития сельского хозяйства 157
Курочкина А.А., Хачатрян Н. Перспективы развития газификации арктического бассейна 162
Тулина А.В., Кравцова Т.С. Аттрактивность транспортной сети Арктического региона среди туристов 166

Финансы

Ильин С.Ю. Современные направления развития производства организаций 170
Корнев Ю.С. Параметризируемая математическая модель лизингового калькулятора для быстрых расчетов 173
Лю Хуацзянь Будущее розничной торговли: перспективы и вызовы цифровой экономики 179
Ся Жуй Факторы, определяющие содержание организационно- экономических аспектов механизма регулирования рынка финансовых услуг 183
Чудиновских М.В. Моделирование экономических последствий индексации заработной платы 187

Мировая экономика

Грибановская С.В., Семенова Ю.Е., Панова А.Ю. Препятствия развития туризма в Арктике 191
Джалили Абдул Кави Технология блокчейн на мировом финансовом рынке: практическое применение в современном мире 195
Макарова Е.А. Методика оценки эффективности предприятий энергообеспечения железнодорожного транспорта в концепции экономических механизмов 201
Семенова Ю.Е., Островская Е.Н., Панова А.Ю., Грибановская С.В. Проблемы монополизации рынка розничной торговли 208
Сергеева В.М., Подлеснова Ю.С., Панасенко С.В., Черкасова Ю.Б. Приоритетные направления развития регионального здравоохранения в липецкой области 212
Скворцова Д.А., Кузнецов А.А., Швайко Б.А., Романов Н.О. Методы анализа и оценки показателей целей устойчивого развития 215
Титовец А.Ю., Гончарова М.Н. Анализ международных методик реакции региональной экономической системы на процесс информатизации 219

Менеджмент

Казаринов Ю.И. Оценка параметров рассогласования параметрических процессов в нефтегазовой компании 224

Contents

INFORMATION TECHNOLOGY

Mathematical Modeling and Numerical Methods

Bendersky G.P., Lavrentiev E.A., Ulyanov G.N., Kivalov A.N. The Method of Constructing a Difference-Rangefinder System of Equations for Positioning Sources of Radiation of Any Physical Nature 10

Kazarinov Yu.I. Numerical Method for Determining Stresses in A Plate Weakened by Holes 17

Kopnin A.A. Methods and Techniques of Machine Learning: Integration, Interaction and Complementation of Methods 21

Malysheva T.V., Lapteva T.V., Titovtsev A.S. Modeling of Optimal Oil Production Parameters to Maintain the Level of Utilization of Associated Gas 25

Sadovskiy M.V., Vildanov R.G. Improvement of the Electric Drive Control System for a Drilling Rig 31

Seng I.V. The Role of Generative Artificial Intelligence in Automated Marketing Content Creation Using Large Linguistic Models (LLM): Effectiveness and Limitations 35

Sizyakov M.I., Shcherbakova M.A. Mathematical Modeling of Oil Heating Process 40

Shvaiko B.A., Skvortsova D.A., Kuznetsov A.A., Romanov N.O. Review of Methods for Normalizing Criteria of Sustainable Development 44

Information Security

Bednyak S.G., Ponomareva E.P. Preprocessing Techniques for Text Mining 43

Bulbacheva A.A., Astapov R.V. Application of Artificial Intelligence Technologies in the Educational Process When Searching for Banned Content on the Internet 53

Polikanin A.N., Novikov S.N. The Analysis of the Possibility of Occurrence and Methods for Determining the Range of the Thermal Imaging Channel of Information Leakage 56

Rusakov A.M., Klinevskaia D.M., Salimova A.R. Investigation of Apache Hadoop Application Features for Video Processing 64

MECHANICAL ENGINEERING

Robots, mechatronics and robotic systems

Varlashin V.V., Pryadko A.I., Barinkin I.S. Approaches to Evaluation and Testing Methods for Industrial Exoskeletons 69

Wassouf Yazan, A.V. Tarasenko, D.Yu. Osin The Development of a Cruise Control System for

Public Transport ... 77

Ilyasov A.E., Varlashin V.V. A Method for Reconstructing the RTC Trajectory for In-Line Diagnostics Using Fiducial Markers ... 81

Pryadko A.I., Barynkin I.S., Varlashin V.V. Issues in the Development of the Hip Joint of an Active Industrial Exoskeleton ... 89

Timofeev A.N., Dokhov D.O. Problems of Designing Manipulation Systems for Small Volume Space ... 97

Engineering Technology

Babyuk G.F. Treatment of Plasma Coatings by Thermal Cycling ... 104

Zagorskaya A.V. The Interrelation of the Composition of R&D Support at the Stage of Engineering Surveys, Design and Construction ... 108

Krivolutsky S.A., Oreshenko T.G., Kulagina S.I., Nazarov I.V. Improving the Technology of FDM Printing with Plastics from Various Manufacturers ... 113

Saveleva N.N., Shed S.N., Savelev Y.V. The Analysis of Core Selection Using a Telescopic Wedding System ... 117

Safonova N.A., Amelina K.E. The Advantages of Having an Intellectual Property Management System in Organizations ... 121

Stepanov S.S. A Mathematical Model of Formation of Absolute Error of Measuring System in order to Improve Quality and Productivity of Precision Parts Manufacturing Process ... 126

Timchuk E.G. Methodological Approach to the Evaluation of Effectiveness Technologies of Mechanical Engineering of Agro-Industrial and Fisheries Complexes ... 131

Undozerov V.A. Dynamic Scheduling in Construction Projects: Theoretical Framework ... 134

ECONOMIC SCIENCES

Product Quality Management. Standardization. Organization of Production

Musina G.R., Shinkevich M.V. The State and Prospects of the Introduction of Digital Technologies at Enterprises in the Engineering Industry ... 137

Nikolaev N.I. Intraoperative Radiation Therapy – Basics and History ... 141

Mathematical, Statistical and Instrumental Methods in Economics

Kazarinov Yu.I. The Frequency of Operational and Prospective Control of Production Processes of Oil and Gas Companies ... 145

Regional and Sectoral Economics

Bazarova O.-T.M., Khaltaeva S.R. Regional Economic Policy: Regulatory Tools and Assessment

of Results (Using the Example of the Republic of Buryatia) 149

Gapuraeva L.U., Daukaev A.A. The Argun River and its Mountain Tributaries in Connection with Tourism and Recreational Activities on the Territory of the Chechen Republic 153

Zaikin V.P., Kondratieva N.N., Kirilova T.E. Investments as a Factor of Agricultural Development..... 157

Kurochkina A.A., Khachatryan N. Arctic Basin Gasification Prospects..... 162

Tulina A.V., Kravtsova T.S. Attractiveness of the Transport Network of the Arctic Region among Tourists 166

Finance

Ilyin S.Yu. Modern Trends in the Production Development of Organizations..... 170

Kornev Yu.S. Parametrizable Mathematical Model of a Leasing Calculator for Quick Calculations 173

Liu Huajian The Future of Retail: Prospects and Challenges of the Digital Economy..... 179

Xia Rui Factors Determining the Content of Organizational and Economic Aspects of the Mechanism of Regulation of the Financial Services Market..... 183

Chudinovskikh M.V. Modeling the Economic Consequences of Wage Indexation 187

World Economic

Gribanovskaia S.V., Semenova Yu.E., Panova A.Yu. Difficulties of Tourism Development in the Arctic 191

Jalili Abdul Qawi Blockchain Technology in the Global Financial Market: Practical Application in the Modern World..... 195

Makarova E.A. Methodology for Evaluating the Effectiveness of Enterprises Energy Supply of Railway Transport in the Concept of Economic Mechanisms..... 201

Semenova Yu.E., Ostrovskaya E.N., Panova A.Yu., Gribanovskaia S.V. Problems of Monopolization of the Retail Market..... 208

Sergeeva V.M., Podlesnova Yu.S., Panasenko S.V., Cherkasova Yu.B. Priority Directions of Regional Healthcare Development in the Lipetsk Region 212

Skvortsova D.A., Kuznetsov A.A., Shvaiko B.A. Methods for Analysis and Evaluation of SDG Indicators 215

Titovets A.Y., Goncharova M.N. The Analysis of International Methods for the Response of a Regional Economic System to the Process of Informatization..... 219

Management

Kazarinov Yu.I. Estimation of Mismatch Parameters of Parametric Processes in an Oil and Gas Company..... 224

УДК 621.396.96

Г.П. БЕНДЕРСКИЙ, Е.А. ЛАВРЕНТЬЕВ, Г.Н. УЛЬЯНОВ, А.Н. КИВАЛОВ
ПАО «Научно-производственное объединение «Алмаз»
имени академика А.А. Расплетина», г. Москва

СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ РАЗНОСТНО-ДАЛЬНОМЕРНОЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ЛЮБОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

Ключевые слова: гиперболический; единая шкала времени; позиционирование; разностно-дальномерный.

Аннотация. Излагается способ построения системы уравнений по определению координат источника излучения любой физической природы с учетом принятых исходных данных: координаты приемных постов (**ПП**) заданы, время прихода сигналов на каждый из ПП фиксируется и запоминается. Последовательность преобразований разностно-дальномерных уравнений приводит к системе с аналитическим решением определения прямоугольных координат источника излучения. Предлагается алгоритм оценки точности позиционирования объектов и обоснования топологии приемных пунктов разностно-дальномерной системы.

Введение

Особенностью предлагаемого способа определения координат источников излучения является его адекватность для источников излучения различной природы энергии: звуковой, электромагнитной, тепловой. Конструктивное различие приемников состоит только в специфике по преобразованию каждого из видов энергии в электрический сигнал.

Беспоисковые по пространству пассивные комплексы обнаружения и определения координат источников излучения наземного и воздушного базирования разностно-дальномерным методом получили в настоящее время широкое распространение.

Описание предложенного способа

Для иллюстрации гиперболического метода позиционирования источника излучения (**ИИ**) на плоскости на рис. 1 показаны три ПП с известными координатами x_i, y_i разностно-дальномерной системы и источник излучения с координатами, которые необходимо определить x_0, y_0.

Разность дальностей от источника излучения до соответствующих приемных постов определяется зависимостью:

$$Д_{ij} = c\Delta t_{ij},$$

где c – скорость распространения волн (электромагнитной и тепловой энергии $c = 3 * 10^8$ м/с, звуковой энергии с = 343 м/с); Δt_{ij} – разность времени сигнала от источника излучения до ПП.

Выразим разность дальностей от источника излучения до первого приемного поста $ПП_1$ и второго приемного поста $ПП_2$:

$$Д_{12} = Д_1 - Д_2, \qquad (1)$$

тогда $Д_{12} - Д_1 = Д_2$.

Возведем в квадрат левую и правую части формулы (1):

$$Д_{12}^2 = 2Д_{12}Д_1 + Д_1^2 = Д_2^2.$$

Преобразовав выражение относительно $Д_1$, получим:

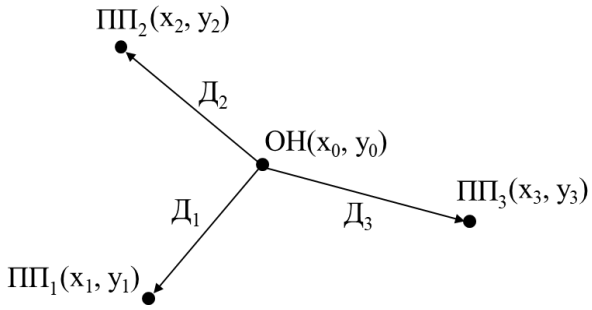


Рис. 1. Иллюстрация гиперболического метода позиционирования на плоскости

$$Д_1 = \frac{1}{2Д_{12}}\left(Д_{12}^2 + Д_1^2 - Д_2^2\right). \quad (2)$$

Выразив значения $Д_1$ и $Д_2$ через координаты ПП$_1$ x_i, y_i и объекта наблюдения (x_0, y_0), получим:

$$Д_1 = \frac{(x_2 - x_1)}{Д_{12}}x_0 + \frac{(y_2 - y_1)}{Д_{12}}y_0 + \frac{(Д_{12})}{2} + \frac{\left(x_1^2 + y_1^2\right) - \left(x_2^2 - y_2^2\right)}{2Д_{12}}. \quad (3)$$

Аналогичные преобразования (1)–(3) проведем относительно следующих приемных постов.

1. ПП$_1$ и ПП$_3$:

$$Д_{13} = Д_1 - Д_3;$$
$$Д_1 = \frac{(x_3 - x_1)}{Д_{13}}x_0 + \frac{(y_3 - y_1)}{Д_{13}}y_0 + \frac{(Д_{13})}{2} + \frac{\left(x_1^2 + y_1^2\right) - \left(x_3^2 + y_3^2\right)}{2\Delta_{13}}. \quad (4)$$

2. ПП$_2$ и ПП$_3$:

$$Д_{23} = Д_2 - Д_3;$$
$$Д_2 = \frac{(x_3 - x_2)}{Д_{23}}x_0 + \frac{(y_3 - y_2)}{Д_{23}}y_0 + \frac{(Д_{23})}{2} + \frac{\left(x_2^2 + y_2^2\right) - \left(x_3^2 + y_3^2\right)}{2Д_{23}}. \quad (5)$$

3. ПП$_2$ и ПП$_1$:

$$Д_{21} = Д_2 - Д_1;$$
$$Д_2 = \frac{(x_1 - x_2)}{Д_{21}}x_0 + \frac{(y_1 - y_2)}{Д_{21}}y_0 + \frac{Д_{21}}{2} + \frac{\left(x_2^2 + y_2^2\right) - \left(x_1^2 - y_1^2\right)}{2Д_{23}}. \quad (6)$$

Приравняв правые части выражений (3) и (4) для $Д_1$, а также (5) и (6) для $Д_2$, получим систему уравнений вида:

$$x_0\left(\frac{x_2 - x_1}{Д_{12}} - \frac{x_3 - x_1}{Д_{13}}\right) + y_0\left(\frac{y_2 - y_1}{Д_{12}} - \frac{y_3 - y_1}{Д_{13}}\right) = \frac{Д_{13}}{2} - \frac{Д_{12}}{2} + \frac{\left(x_1^2 + y_1^2\right) - \left(x_3^2 + y_3^2\right)}{2Д_{13}} - \frac{\left(x_1^2 + y_1^2\right) - \left(x_2^2 + y_2^2\right)}{Д_{12}}; \quad (7)$$

$$x_0\left(\frac{x_3 - x_2}{Д_{23}} - \frac{x_1 - x_2}{Д_{21}}\right) + y_0\left(\frac{y_3 - y_2}{Д_{23}} - \frac{y_1 - y_2}{Д_{21}}\right) = \frac{Д_{21}}{2} - \frac{Д_{23}}{2} + \frac{\left(x_2^2 + y_2^2\right) - \left(x_1^2 + y_1^2\right)}{2Д_{21}} - \frac{\left(x_2^2 + y_2^2\right) - \left(x_3^2 + y_3^2\right)}{2Д_{23}}.$$

Введем обозначения:

$$A_1 = \frac{(x_2 - x_1)}{Д_{12}} - \frac{(x_3 - x_1)}{Д_{13}},$$
$$A_2 = \frac{(x_3 - x_2)}{Д_{23}} - \frac{(x_1 - x_2)}{Д_{21}}.$$

$$B_1 = \frac{(y_2 - y_1)}{Д_{12}} - \frac{(y_3 - y_1)}{Д_{13}},$$
$$B_2 = \frac{(y_3 - y_2)}{Д_{23}} - \frac{(y_1 - y_2)}{Д_{21}}.$$

$$C_1 = \frac{Д_{13}}{2} - \frac{Д_{12}}{2} + \frac{\left(x_1^2 + y_1^2\right) - \left(x_3^2 + y_3^2\right)}{2Д_{13}} - \frac{\left(x_1^2 + y_1^2\right) - \left(x_2^2 + y_2^2\right)}{2Д_{12}}.$$

$$C_2 = \frac{Д_{21}}{2} - \frac{Д_{23}}{2} + \frac{\left(x_2^2 + y_2^2\right) - \left(x_1^2 + y_1^2\right)}{2Д_{21}} - \frac{\left(x_2^2 + y_2^2\right) - \left(x_3^2 + y_3^2\right)}{2Д_{23}}.$$

С учетом принятых обозначений система уравнений (7) преобразуется к виду:

$$\begin{aligned} A_1 x_0 + B_1 y_0 &= C_1; \\ A_2 x_0 + B_2 y_0 &= C_2. \end{aligned} \quad (8)$$

Очевидно, что выражение (8) представляет собой систему линейных уравнений, которая может быть решена одним из методов, например, методом определителей. Определители системы имеют вид:

$$\Delta = A_1 B_2 - A_2 B_1; \Delta_1 = C_1 B_2 - C_2 B_1; \Delta_2 = A_1 C_2 - A_2 C_1.$$

Корни уравнения (искомые координаты объекта позиционирования) определяются по формулам:

$$x_0 = \frac{\Delta_1}{\Delta}, y_0 = \frac{\Delta_2}{\Delta}.$$

Рассмотрим построение системы разностно-дальномерных уравнений для случая четырех приемных постов.

Расстояния от ИИ до каждого ПП$_i$ (i = 1, 2, 3, 4) определяются по формуле:

$$Д_1 = \left[(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 + (z - z_i)^2\right]^{0,5}.$$

Разности времен прихода сигнала $t_{разн,ij}$ от ИИ в приемные посты ПП$_i$ (x_i, y_i, z_i) – ПП$_j$ (x_j, y_j, z_j) составит:

$$\Delta t_{ij} = t_j - t_j = \left(Д_i - Д_j\right) / c. \quad (9)$$

При этом:

$$Д_{ij} = c\Delta t_{ij}. \quad (10)$$

Выразим разности дальностей $Д_{ij}$ для ПП$_1$-ПП$_2$, ПП$_1$-ПП$_3$, ПП$_1$-ПП$_4$, ПП$_2$-ПП$_3$, ПП$_2$-ПП$_4$, ПП$_3$-ПП$_1$ и ПП$_3$-ПП$_4$:

$$Д_{12} = Д_1 - Д_2, Д_{13} = Д_1 - Д_3, Д_{23} = Д_2 - Д_3, Д_{24} = Д_2 - Д_4, Д_{31} = Д_3 - Д_1, Д_{34} = Д_3 - Д_4.$$

Преобразуем выражения к виду:

$$Д_{12} - Д_1 = -Д_2, Д_{13} - Д_1 = Д_3, Д_{23} - Д_2 = -Д_3, Д_{24} - Д_2 = -Д_4, Д_{31} - Д_3 = -Д_1, Д_{34} - Д_3 = -Д_4. \quad (11)$$

Возведя в квадрат левую и правую части выражения для $Д_{12}$, получим:

$$\begin{aligned} Д_{12}^2 - 2Д_{12}Д_1 + Д_1^2 &= Д_2^2, \\ Д_1 = \frac{1}{2Д_{12}}\left\{Д_{12}^2 + Д_1^2 - Д_2^2\right\}; \\ Д_{12}^2 - 2x(x_1 - x_2) + \left(x_1^2 + x_2^2\right) - \\ 2y(y_1 - y_2) + \left(y_1^2 + y_2^2\right) - \\ 2z(z_1 - z_2) + \left(z_1^2 + z_2^2\right) = 2Д_{12}Д_1. \end{aligned} \quad (12)$$

Подобные преобразования произведем для $Д_{13}$, $Д_{23}$, $Д_{24}$, $Д_{31}$, $Д_{34}$ и сгруппируем полученные отношения в виде:

$$\begin{aligned} Д_{12}^2 - 2x(x_1 - x_2) + \left(x_1^2 + x_2^2\right) - \\ 2y(y_1 - y_2) + \left(y_1^2 + y_2^2\right) - \\ 2z(z_1 - z_2) + \left(z_1^2 + z_2^2\right) = 2Д_{12}Д_1; \\ Д_{13}^2 - 2x(x_1 - x_3) + \left(x_1^2 + x_3^2\right) - \\ 2y(y_1 - y_3) + \left(y_1^2 + y_3^2\right) - \\ 2z(z_1 - z_3) + \left(z_1^2 + z_3^2\right) = 2Д_{13}Д_1; \end{aligned} \quad (13)$$

$$
\begin{aligned}
&Д_{23}^2 - 2x(x_2 - x_3) + (x_2^2 + x_3^2) - \\
&2y(y_2 - y_3) + (y_2^2 + y_3^2) - \\
&2z(z_2 - z_3) + (z_2^2 + z_3^2) = 2Д_{23}Д_2;
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&Д_{24}^2 - 2x(x_2 - x_4) + (x_2^2 + x_4^2) - \\
&2y(y_2 - y_4) + (y_2^2 + y_4^2) - \\
&2z(z_2 - z_4) + (z_2^2 + z_4^2) = 2Д_{24}Д_2;
\end{aligned}
\qquad (13)
$$

$$
\begin{aligned}
&Д_{31}^2 - 2x(x_3 - x_1) + (x_3^2 + x_1^2) - \\
&2y(y_3 - y_1) + (y_3^2 + y_1^2) - \\
&2z(z_3 - z_1) + (z_3^2 + z_1^2) = 2Д_{31}Д_3;
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&Д_{34}^2 - 2x(x_3 - x_4) + (x_3^2 + x_4^2) - \\
&2y(y_3 - y_4) + (y_3^2 + y_4^2) - \\
&2z(z_3 - z_4) + (z_3^2 + z_4^2) = 2Д_{34}Д_3.
\end{aligned}
$$

Выразим уравнения относительно $Д_1$, $Д_2$, $Д_3$ после упрощения и введения обозначений:

$$
\begin{aligned}
A_1 &= \left[\frac{Д_{12}(x_1 - x_3) - Д_{13}(x_1 - x_2)}{Д_{13}Д_{12}}\right], \\
A_2 &= \left[\frac{Д_{23}(x_2 - x_3) - Д_{24}(x_2 - x_4)}{Д_{23}Д_{24}}\right], \qquad (14) \\
A_3 &= \left[\frac{Д_{31}(x_3 - x_4) - Д_{34}(x_3 - x_1)}{Д_{34}Д_{31}}\right];
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
B_1 &= \left[\frac{Д_{12}(y_1 - y_3) - Д_{13}(y_1 - y_2)}{Д_{13}Д_{12}}\right], \\
B_2 &= \left[\frac{Д_{23}(y_2 - y_4) - Д_{24}(y_2 - y_3)}{Д_{23}Д_{24}}\right], \qquad (15) \\
B_3 &= \left[\frac{Д_{31}(y_3 - y_4) - Д_{34}(y_3 - y_1)}{Д_{34}Д_{31}}\right];
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
D_1 &= \left[\frac{Д_{12}(z_1 - z_3) - Д_{13}(z_1 - z_2)}{Д_{13}Д_{12}}\right], \qquad (16) \\
D_2 &= \left[\frac{Д_{23}(z_2 - z_4) - Д_{24}(z_2 - z_3)}{Д_{23}Д_{24}}\right], \qquad (16) \\
D_3 &= \left[\frac{Д_{31}(z_3 - z_4) - Д_{34}(z_3 - z_1)}{Д_{34}Д_{31}}\right];
\end{aligned}
$$

(17)

$$
C_1 = \left[\begin{array}{l}
\dfrac{(x_1^2 - x_3^2) + (y_1^2 - y_3^2) + (z_1^2 - z_3^2)}{2Д_{13}} + \dfrac{Д_{13}}{2} - \\
\dfrac{(x_1^2 - x_2^2) + (y_1^2 - y_2^2) + (z_1^2 - z_2^2)}{2Д_{12}} - \dfrac{Д_{12}}{2}
\end{array}\right];
$$

$$
C_2 = \left[\begin{array}{l}
\dfrac{(x_2^2 - x_4^2) + (y_2^2 - y_4^2) + (z_2^2 - z_4^2)}{2Д_{13}} + \dfrac{Д_{24}}{2} - \\
\dfrac{(x_2^2 - x_3^2) + (y_2^2 - y_3^2) + (z_2^2 - z_3^2)}{2Д_{12}} - \dfrac{Д_{23}}{2}
\end{array}\right];
$$

$$
C_3 = \left[\begin{array}{l}
\dfrac{(x_3^2 - x_4^2) + (y_3^2 - y_4^2) + (z_3^2 - z_4^2)}{2Д_{34}} + \dfrac{Д_{34}}{2} - \\
\dfrac{(x_3^2 - x_1^2) + (y_3^2 - y_1^2) + (z_3^2 - z_1^2)}{2Д_{31}} - \dfrac{Д_{31}}{2}
\end{array}\right].
$$

Получим систему уравнений:

$$
\begin{aligned}
&A_1x_0 + B_1y_0 + D_1z_0 = C_1; \\
&A_2x_0 + B_2y_0 + D_2z_0 = C_2; \qquad (18) \\
&A_3x_0 + B_3y_0 + D_3z_0 = C_3.
\end{aligned}
$$

Решая систему уравнений, например, методом определителей, получаем искомые координаты источника излучения энергии:

$$
x_0 = \frac{\Delta_1}{\Delta}, \; y_0 = \frac{\Delta_2}{\Delta}, \; z_0 = \frac{\Delta_1}{\Delta}.
$$

В практических задачах и приложениях по определению местоположения объектов излучения разной природы энергии важным является оценка точности их позиционирования. При этом требования к точности определения координат объектов постоянно повышаются, особенно для систем звуковой артиллерийской и радиотехнической разведки.

Точность определения координат источника излучения обусловливается прежде всего погрешностями измерений навигационного параметра, несущего информацию о координатах

объекта в виде временного сдвига, и взаимным территориальным расположением ИИ и ПП на местности многопозиционной системы локации и различного рода погрешностями измеряемых параметров.

Погрешности могут быть вызваны внешними помехами, изменяющимися условиями распространения различных волн, вибрациями аппаратуры, колебаниями температуры, влажности, напряжения питания и т.д. Для уменьшения влияния факторов при создании системы выбираются рациональные схемотехнические и конструктивные решения, места размещения аппаратуры и др.

В процессе эксплуатации аппаратуры происходят изменения соотношений факторов, ведущие к ошибкам определения координат ИИ, что предполагает проведение оценивания точности позиционирования объектов, периодических проверок и калибровок параметров системы. Оценка точности позиционирования объектов и обоснования топологии приемных пунктов могут производиться в соответствии с предлагаемым алгоритмом.

Для разностно-дальномерных систем точность позиционирования ИИ в пространстве зависит от погрешностей определения линий и поверхностей положения, от величины базы d_{ij} – расстояние между соседними приемными постами $ПП_i$, от расстояний $Д_i$ от ИИ до каждого $ПП_i$ (i = 1, 2, 3, 4), от угла ψ_i – угол, под которым из точки расположения ИИ видна соответствующая база.

По разностям дальностей D_{ij}, измеренным приемными постами, и месту положения источника излучения, которое является точкой пересечения гиперболоидов вращения, можно определить линейную ошибку метода $\Delta l = \sigma_l$. Например, разность дальностей D_{12} от источника излучения до $ПП_1$ и $ПП_2$ можно определить из выражения:

$$D_{12} = \sqrt{\left(x + \frac{d_{12}}{2}\right)^2 + y^2} - \sqrt{\left(\frac{d_{12}}{2} - x\right)^2 + y^2}, \quad (19)$$

откуда смещение линии положения, вызванное погрешностью $\Delta D_{12} = \sigma_{D_{12}}$ измерения разностей расстояний D_{12}, будет равно:

$$\Delta l = \frac{\Delta D_{12}}{2\sin(\psi/2)} = \sigma_l = \frac{\sigma_{D_{12}}}{2\sin(\psi/2)}. \quad (20)$$

Учитывая, что среднеквадратическое значение погрешности измерения навигационного параметра $\sigma_{D_{12}} = c\sigma_{\tau_{12}}$, среднеквадратическое отклонение гиперболической линии положения будет определяться выражением:

$$\sigma_l = \frac{c\sigma_{\tau_{12}}}{2\sin(\psi/2)}, \quad (21)$$

где σ_τ – среднеквадратическое отклонение измерения разности времени фиксирования прихода импульсного сигнала.

Как уже отмечалось, для определения местоположения ИИ на плоскости в разностно-дальномерной системе должны использоваться, по крайней мере, две пары приемных пунктов $ПП_1$, $ПП_2$, $ПП_3$, $ПП_4$ с пересекающимися под углом α_M линиями положения (гиперболами). При условии, если погрешности измерения времени задержки по первой и второй парам равны, соответственно, $\sigma_{\tau 1}$ и $\sigma_{\tau 2}$, а базовые углы первой и второй пар будут ψ_1 и ψ_2, среднеквадратические отклонения линий положения определяются по следующим формулам:

$$\sigma_{l1} = \frac{c\sigma_{\tau_1}}{2\sin(\psi_1/2)}, \sigma_{l2} = \frac{c\sigma_{\tau_2}}{2\sin(\psi_2/2)}. \quad (22)$$

Если же эти погрешности независимы, то среднеквадратическое отклонение местоположения источника излучения определяется согласно выражению:

$$\sigma_r = \frac{\sqrt{\sigma_{l1}^2 + \sigma_{l2}^2}}{\sin\alpha_M} \text{ или}$$
$$\sigma_r = \frac{c\sqrt{\sigma_{\tau 1}^2 \sin^2(\psi_2/2) + \sigma_{l2}^2 \sin^2(\psi_1/2)}}{2\sin\alpha_M \sin(\psi_1/2)\sin(\psi_2/2)}. \quad (23)$$

При равноточных измерениях времени фиксации соответствующего сигнала приемными постами $\sigma_{\tau 1} = \sigma_{\tau 2} = \sigma_\tau$, что часто бывает на практике, и замене значения угла α_M на ψ выражение упрощается:

$$\sigma_r = \frac{c\sigma_\tau \sqrt{\sin^2(\psi_2/2) + \sin^2(\psi_1/2)}}{2\sin\frac{\psi_1+\psi_2}{2}\sin(\psi_1/2)\sin(\psi_2/2)} = K_p c\sigma_\tau, \quad (24)$$

где K_p может быть табулированным коэффициентом, на основе которого строятся линии равной точности.

В результате для оценки точности местоположения ИИ в пространстве можно воспользоваться допущением о нормальной функции распределения ошибок места, и при расчете использовать выражение:

$$\sigma_\tau = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2}. \quad (25)$$

На точность оценки места источника излучения существенное влияние оказывает топология размещения приемных постов разностно-дальномерной системы. Рациональное геометрическое расположение ПП выбирается путем построения рабочей зоны системы.

Рабочая зона ограничивается линией равной точности в соответствии с уравнением $K_p = \sigma_r/c\sigma_\tau$ и имеет сложную конфигурацию, определяемую геометрическим фактором системы (размещением постов).

Для оценки влияния геометрического фактора разностно-дальномерной системы на точность определения местоположения ИИ и обоснования топологии путем построения рабочих зон вводится геолокационный фактор системы G_{Dp}, связывающий точность местоположения с параметрами системы и взаимным расположением ПП и ИИ:

$$G_{Dp} = \frac{1}{2\sin\alpha_M}\sqrt{\frac{1}{\sin^2(\psi_1/2)} + \frac{1}{\sin^2(\psi_2/2)}}. \quad (26)$$

Рациональный вариант топологии системы предполагает размещение приемных постов на местности так, чтобы достичь наименьшее значение G_{Dp}, что обеспечивает наилучшую точность определения местоположения ИИ.

В целом, для повышения точности, безусловно, должны быть как можно большие расстояния (базы) между ПП и меньшие значения дальности от приемных постов до источника излучения. Приемные посты не должны располагаться на одной линии, их базы целесообразно размещать с относительным угловым положением в 60^o–90^o.

Преимущества представленного способа построения разностно-дальномерной системы уравнений позиционирования источников излучения, основанного на аналитических выражениях, перед численными методами позволяют существенно расширить область его применения в системах в виде технических решений. Универсальность предложенной последовательности вычислений заключается в возможности определения прямоугольных координат различных источников излучения: акустических, электромагнитных и инфракрасных.

Список литературы

1. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников / Г. Корн, Т. Корн. – М. : Издательство «Наука», 1970.

2. Сафронов, М.А. Основные направления развития звуковой разведки в интересах обеспечения боевых действий ракетных войск и артиллерии / М.А. Сафронов, В.В. Шульга, В.В. Камышев // Военная мысль. – 2020. – № 11. – С. 59–65.

3. Ульянов Г.Н., Насибуллин И.Ю. Способ определения координат стреляющих артиллерийских систем и разрывов снарядов звукометрическим комплексом. Патент № 2676830 зарегистрирован в Госреестре изобретений РФ 11.01.2019 года.

4. Методика координатно-временного обеспечения навигации воздушных носителей средств артиллерийской разведки // Труды XXIII Всероссийской научно-практической конференции. Актуальные проблемы защиты и безопасности. – М. : ФГБУ «РАРАН», 2020.

5. Ульянов, Г.Н. Патент на изобретение № 2734289 «Способ позиционирования источника звукового сигнала звукометрическим комплексом». Дата регистрации в Госреестре изобретений РФ 14 октября 2020 г.

6. Бендерский Г.П., Лаврентьев Е.А. и др. Патент на изобретение № 2506605 «Дальномерный способ и устройство определения координат источника радиоизлучения». Дата регистрации в Госреестре изобретений РФ 10 февраля 2014 г.

7. Бендерский, Г.П. Научно-методический комплекс планирования и проведения испытаний радиолокационных систем: модели, методы, алгоритмы. Монография / Г.П. Бендерский, А.Н. Ки-

валов, Е.А. Лаврентьев. – М. : ПАО «НПО «Алмаз», 2022. – 336 с.

8. Фокин, Г.А. Оценка точности позиционирования источника радиоизлучения разностно-дальномерным и угломерным методами. Часть 3. 3D-моделирование / Г.А. Фокин, В.О. Лазарев // Труды учебных заведений связи. – 2020. – Т. 6. – № 2. – С. 87–102.

9. Баженов, А.В. Радионавигационные системы. Учебное пособие / А.В. Баженов. – Ставрополь : СВВАИУ(ВИ), 2007. – 202 с.

References

1. Korn, G. Spravochnik po matematike dlya nauchnykh rabotnikov / G. Korn, T. Korn. – M. : Izdatel'stvo «Nauka», 1970.

2. Safronov, M.A. Osnovnyye napravleniya razvitiya zvukovoy razvedki v interesakh obespecheniya boyevykh deystviy raketnykh voysk i artillerii / M.A. Safronov, V.V. Shul'ga, V.V. Kamyshev // Voyennaya mysl'. – 2020. – № 11. – S. 59–65.

3. Ul'yanov G.N., Nasibullin I.YU. Sposob opredeleniya koordinat strelyayushchikh artilleriyskikh sistem i razryvov snaryadov zvukometricheskim kompleksom. Patent № 2676830 zaregistrirovan v Gosreyestre izobreteniy RF 11.01.2019 goda.

4. Metodika koordinatno-vremennogo obespecheniya navigatsii vozdushnykh nositeley sredstv artilleriyskoy razvedki // Trudy XXIII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Aktual'nyye problemy zashchity i bezopasnosti. – M. : FGBU «RARAN», 2020.

5. Ul'yanov, G.N. Patent na izobreteniye № 2734289 «Sposob pozitsionirovaniya istochnika zvukovogo signala zvukometricheskim kompleksom». Data registratsii v Gosreyestre izobreteniy RF 14 oktyabrya 2020 g.

6. Benderskiy G.P., Lavrent'yev Ye.A. i dr. Patent na izobreteniye № 2506605 «Dal'nomernyy sposob i ustroystvo opredeleniya koordinat istochnika radioizlucheniya». Data registratsii v Gosreyestre izobreteniy RF 10 fevralya 2014 g.

7. Benderskiy, G.P. Nauchno-metodicheskiy kompleks planirovaniya i provedeniya ispytaniy radiolokatsionnykh sistem: modeli, metody, algoritmy. Monografiya / G.P. Benderskiy, A.N. Kivalov, Ye.A. Lavrent'yev. – M. : PAO «NPO «Almaz», 2022. – 336 s.

8. Fokin, G.A. Otsenka tochnosti pozitsionirovaniya istochnika radioizlucheniya raznostno-dal'nomernym i uglomernym metodami. Chast' 3. 3D-modelirovaniye / G.A. Fokin, V.O. Lazarev // Trudy uchebnykh zavedeniy svyazi. – 2020. – T. 6. – № 2. – S. 87–102.

9. Bazhenov, A.V. Radionavigatsionnyye sistemy. Uchebnoye posobiye / A.V. Bazhenov. – Stavropol' : SVVAIU(VI), 2007. – 202 c.

© Г.П. Бендерский, Е.А. Лаврентьев, Г.Н. Ульянов, А.Н. Кивалов, 2023

УДК 539.375

YU.I. KAZARINOV
Branch of Tyumen Industrial University, Nizhnevartovsk

A NUMERICAL METHOD FOR DETERMINING STRESSES IN A PLATE WEAKENED BY HOLES

Keywords: algebraic equations; hole; numerical method; plate; singular solution; stress state; superposition.

Abstract. The aim of the research was to develop a numerical method for determining stresses in a plate weakened by holes. The research approach is based on the development of the superposition method for singular solutions. The study objective is to solve a practical problem of determining the stress concentration coefficients in a plate with two holes of the same diameter. The study uses the numerical method of elasticity theory in the form of a superposition of four special solutions. Then the contour integrals are replaced by their approximate values, for example, according to the quadrature formula of Gauss. Equating to zero the expression in variations of unknown constants (the principle of minimum potential strain energy) , we have obtained a system of linear algebraic equations 4MN of unknown distribution densities. After determining the constants using known formulas, the stress-strain state of the plate with holes can be calculated.

Introduction

A numerical method is proposed for determining stresses in a plate weakened by holes of various shapes. The approach used to solve the problem posed is close to the method of expansions in non-orthogonal functions [1] and is a development of the method of superposition of singular solutions [2].

Materials and methods

1. Method for determining the stress state in a plate with several holes.

Let a plate located in the (*x*, *y*) plane, weakened by several non-intersecting holes with contours *Si* and being in a generalized plane stress state, be subjected to uniaxial tension along the *Oy axis* (Fig. 1).

The displacement vector of plate points $\vec{U} = \vec{U}_0 + \vec{U}_D$, where $\vec{U}_0$ and $\vec{U}_D$ are the displacement vectors of the main and additional ones, caused by the presence of holes [1]:

$$\nabla^2 \vec{U} + \frac{1+\nu}{1-\nu} \nabla\nabla \cdot \vec{U} + \vec{K} = 0, \qquad (1)$$

as well as boundary conditions in stresses on the contours of holes:

$$\vec{n}_i \hat{\sigma}\left(\vec{U}\right) = 0 \text{ on } S_i \left(i = 1, ..., N\right), \qquad (2)$$

where ν is the Poisson's ratio; $\vec{n}_i$ is unit vectors of external normals to S_i, $\hat{\sigma}\left(\vec{U}\right)$ – stress tensor obtained from Hooke's law along the displacement vector $\vec{U}$; N is the number of holes.

Let us denote by (k = 1, 2, 3, 4) the vectors of displacement fields that are singular solutions of the equilibrium equation (1), generated by the action of mass forces of four types [1].

Let us briefly present solutions to a plane problem in the theory of elasticity for a plane under conditions of a plane generalized stress state. These solutions we need are solutions to the inhomogeneous equilibrium equation in displacements (1) for certain types of mass force vector $\vec{K}$. We will need the following four types of singular solutions [1].

1. Mass force is a concentrated force of intensity $-4\pi/(1 + \nu)$ applied at point (*a, c*), directed along the *axis* 0*x*:

$$\vec{K} = -\frac{4\pi}{1-\nu} \delta\left(\vec{R}\right)\vec{i}, \qquad (3)$$

where $\delta\left(\vec{R}\right)$ is the Dirac delta function; $\left(\vec{R}\right) = \vec{r} - \vec{\xi}$ is radius vector of the force application point.

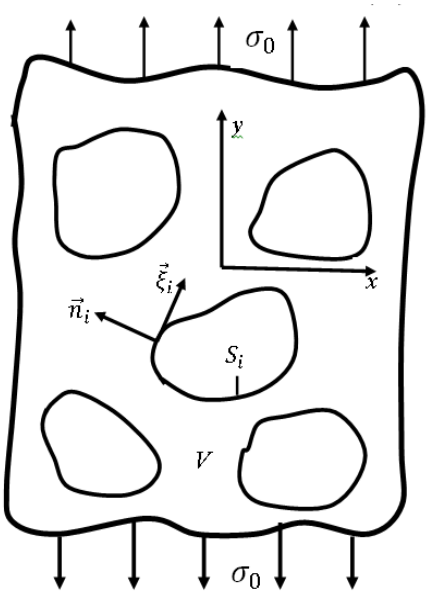


Fig. 1. Multi-hole plate

Components of the displacement vector $\vec{U}^{(1)} = \vec{U}^{(1)}(\vec{r},\vec{\xi}) = \vec{U}^{(1)}(x-a, y-c)$ and stress tensor $\vec{\sigma}^{(1)} = \vec{\sigma}^{(1)}(\vec{r},\vec{\xi}) = \vec{\sigma}^{(1)}(x-a, y-c)$ the perturbed field caused by the action of this force will have the form:

$$U_x = \frac{1-\nu}{E} f,\ f = \frac{3-\nu}{1-\nu}\ln R - \frac{(x-a)^2}{R^2},$$
$$U_y = \frac{1-\nu}{E} g,\ g = -\frac{(x-a)(y-c)}{R^2}; \quad (4)$$

$$\sigma_{xx} = A;\ A = (x-a)\left[\frac{1-\nu}{1+\nu}\cdot\frac{1}{R^2} + \frac{2(x-a)^2}{R^4}\right];$$
$$\sigma_{yy} = B;\ B = (x-a)\left[-\frac{1-\nu}{1+\nu}\cdot\frac{1}{R^2} + \frac{2(y-a)^2}{R^4}\right]; \quad (5)$$
$$\sigma_{xy} = C;\ C = (y-a)\left[-\frac{1-\nu}{1+\nu}\cdot\frac{1}{R^2} + \frac{2(x-a)^2}{R^4}\right],$$

where $R = \left|\vec{R}\right| = \sqrt{(x-a)^2 + (y-c)^2}$.

2. The mass force is a concentrated force of intensity $-4\pi/(1+\nu)$ applied at the point (a, c), directed along $0y$:

$$\vec{K} = -\frac{4\pi}{1-\nu}\delta(\vec{R})\vec{j}. \quad (6)$$

Then we have:

$$U_x = \frac{1+\nu}{E} g, U_y = \frac{1+\nu}{E} e,$$
$$e = \frac{3-\nu}{1-\nu}\ln R - \frac{(y-a)^2}{R^2}; \quad (7)$$

$$\sigma_{xx} = E;\ E = (y-a)\left[-\frac{1-\nu}{1+\nu}\cdot\frac{1}{R^2} + \frac{2(x-a)^2}{R^4}\right];$$
$$\sigma_{yy} = F;\ F = (y-a)\left[\frac{1-\nu}{1+\nu}\cdot\frac{1}{R^2} + \frac{2(y-a)^2}{R^4}\right]; \quad (8)$$
$$\sigma_{xy} = G;\ G = (x-a)\left[\frac{1-\nu}{1+\nu}\cdot\frac{1}{R^2} + \frac{2(y-a)^2}{R^4}\right].$$

3. The mass force is the center of dilatation applied at point (a, c), intensity $-2\pi/(1-\nu)$:

$$\vec{K} = -\frac{2\pi}{1-\nu}\nabla\delta(\vec{R}). \quad (9)$$

This body force (and its corresponding solution) can be obtained as the sum of two double forces without moments, applied at the same point (a, c), and directed along the x and y *axes*.

The corresponding displacements and stresses have the form:

$$U_x = \frac{1+\nu}{E} d,\ d = \frac{(x-a)}{R^2}, \quad (10)$$

$$U_y = \frac{1+\nu}{E} p,\ p = \frac{(y-c)}{R^2}; \tag{10}$$

$$\sigma_{xx} = -\sigma_{yy} = I;\ I = \frac{(y-c)^2 - (x-a)^2}{R^4}; \tag{11}$$
$$\sigma_{xy} = -P;\ P = \frac{2(x-a)(y-c)}{R^4}.$$

4. The mass force is the center of rotation at a point (*a, c*), with the axis perpendicular to the plane (*x, y*):

$$\vec{K} = \pi \cdot \nabla \times [\vec{k} \cdot \delta(\vec{R})], \tag{12}$$

where is the unit vector $\vec{k}$ of the z axis perpendicular to the plane (*x, y*). The triple of vectors $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ are rights. This mass force can be obtained as the sum of two mutually perpendicular double forces with moments directed along $\vec{k}$ and applied at the same point (*a, c*).

The corresponding displacements and stresses have the form:

$$U_x = \frac{1+\nu}{E} p,\ U_y = \frac{1+\nu}{E} d; \tag{13}$$

$$\sigma_{xx} = -\sigma_{yy} = P;\ \sigma_{xy} = I. \tag{14}$$

To solve the problem, we present the displacement vector $\vec{U}_D$ as a superposition of the above four singular solutions $\vec{U}^{(k)}(i = 1,\ldots,N)$, each of which lies completely inside the corresponding hole contour S_i:

$$\vec{U}_D = \sum_{i=1}^{N} \int_{S_i^*} \sum_{k=1}^{4} \Phi^k(a,c) \vec{U}(x-a, y-c) S_i^*. \tag{15}$$

The contour integrals in formula (15) with their approximate values using the *M*-point trapezoidal formula or the Gaussian quadrature formula. We have:

$$\vec{U}_D = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{M} \omega_j \sum_{k=1}^{4} \Phi_{ij}^{(k)} \vec{U}_{ij}^{(k)}(x,y), \tag{16}$$

where ω_j – weighting coefficients; $\Phi_{ij}^{(k)} = \Phi^{(k)}(a_{ij}, c_{ij})$ are values of the desired distribution densities at nodal points $(a_{ij}, c_{ij}) \in S_i^*; \vec{U}^{(k)}(x,y) = \vec{U}^{(k)}(x-a_{ij}, y-c_{ij})$.

Let us use the variational formula to find unknown values of $\Phi_{ij}^{(k)}$ according to the principle of minimum potential energy of deformation of the system Ω [1]:

$$\delta\Omega = \iint_V \left[\nabla\nabla^2 + \frac{1+\nu}{1-\nu} \nabla\nabla \cdot \vec{U} \right] \cdot \delta\vec{U} dV + \sum_{i=1}^{N} \int_{S_i} \vec{n}_i \cdot \partial(\vec{U}) \cdot \delta\vec{U} dS_i = 0. \tag{17}$$

Due to arbitrariness $\partial(\vec{U})$ in the region V occupied by the plate, the fulfillment of the stationary condition (δΩ = 0) requires all integral expressions to be equal to zero, which leads to a homogeneous ($\vec{K}$ = 0) equilibrium equation (1) and boundary conditions (2). Since in the expression for the displacement vector (16) the vectors $\Phi_{ij}^{(k)}$ satisfy the equilibrium equation (1), the system of linear algebraic equations for determining the values $\Phi_{ij}^{(k)}$ is obtained from expression (17):

$$\sum_{i=1}^{N} \int_{S_i} \vec{n}_i \partial(\vec{U} + \vec{U}_D) \cdot \delta\vec{U}_D dS_i. \tag{18}$$

Substituting here instead $\vec{U}_D$ its representation in the form (16) and equating the expression for variations of unknown constants to zero, we obtain a system of 4MN linear algebraic equations:

$$\sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{M} \omega_j \sum_{k=1}^{4} \Phi_{ij}^{(k)} \sum_{i=1}^{N} \int_{S_i} \vec{n}_i \cdot \partial(\vec{U}_{ij}^{(k)}) \cdot \delta\vec{U}_{\alpha\beta}^{(\gamma)} dS_i = \sum_{i=1}^{N} \int_{S_i} \vec{n}_i \cdot \partial(\vec{U}_{ij}^{(k)}) \cdot \delta\vec{U}_{\alpha\beta}^{(\gamma)} dS_i \tag{19}$$

for 4 MN unknowns $\Phi_{ij}^{(k)}$.

Conclusions

A numerical method has been developed for determining the stress state of plates with several holes. Using the presented technique, you can also determine the stress state in a plate with one hole. This approach is a development of the method of superposition of singular solutions. The proposed method makes it possible to determine the stress state of plates with holes of various shapes, with the exception of rectangular shapes.

Список литературы

1. Овсянников, А.С. Метод суперпозиций сингулярных решений в осесимметричных задачах теорий упругости : монография / А.С. Овсянников, В.А. Стариков ; Отв. ред. Ю.Н. Подильчук. – Киев : Наукова Думка, 1989. – 89 с.
2. Kazarinov, Yu.I. Factors Affecting the Operational Reliability of Main Pipelines during the Transportation of Gas and Oil / Yu.I. Kazarinov // Components of Scientific and Technological Progress. – 2021. – No. 12(66). – P. 6–9.

References

1. Ovsyannikov, A.S. Metod superpozitsiy singulyarnykh resheniy v osesimmetrichnykh zadachakh teoriy uprugosti : monografiya / A.S. Ovsyannikov, V.A. Starikov ; Otv. red. YU.N. Podil'chuk. – Kiyev : Naukova Dumka, 1989. – 89 s.

© Yu.I. Kazarinov, 2023

УДК 004.67 (82)

А.А. КОПНИН
ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург

СПОСОБЫ И МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ: ИНТЕГРАЦИЯ, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ДОПОЛНЕНИЕ МЕТОДОВ

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных; кластеризация; компьютерные технологии; машинное обучение; цифровые технологии; *data science; digital technologies; machine learning*.

Аннотация. В настоящем исследовании представлены способы и методы машинного обучения: интеграция, взаимодействие и дополнение методов представляют собой обзор разнообразных подходов к машинному обучению с акцентом на интеграции и взаимодействии между различными методами. В статье рассматриваются основные способы машинного обучения, такие как обучение с учителем, обучение без учителя и обучение с подкреплением, а также методы глубокого обучения. Исследование также затрагивает вопросы взаимодействия между различными методами машинного обучения, подчеркивая, как их комбинация может привести к синергетическим эффектам и более точным прогнозам.

Введение

В современном мире цифровой трансформации экономики, где компьютерные технологии используются для различных областей деятельности общества, важным является не только внедрение таковых технологий, но и их развитие. Так, можно выделить технологии машинного обучения, а именно возможность интеграции различных методов. Интеграция, взаимодействие и дополнение методов машинного обучения позволяют системам обучения становиться более мощными и эффективными. Интеграция методов машинного обучения позволяет объединять различные подходы для создания более комплексных моделей. Например, сочетание нейронных сетей с методами классического машинного обучения может улучшить способность модели обобщать информацию и делать точные прогнозы [1].

Важно понимать, что взаимодействие методов машинного обучения подразумевает взаимодополнение различных компонентов методов для получения более качественного и обоснованного результата, что может включать в себя обмен информацией между отличающимися моделями или даже использование разных методов на разных этапах обучения, тем самым повышая устойчивость и гибкость. Для получения качественного результата интеграции использования и дополнения методов лучше применять разные методы для решения различных аспектов задачи. Так, например, для улучшения получаемых результатов в ходе считывания информации технологиями компьютерного зрения можно комбинировать глубокое обучение для извлечения признаков и классические методы для более точной обработки полученных данных. Эффективное внедрение этих концепций требует глубокого понимания характеристик каждого метода машинного обучения и того, как они могут взаимодействовать.

Способы и методы: возможности интеграции и дополнения методов машинного обучения

Машинное обучение (*machine learning*, *ML*) – класс методов искусственного интеллекта, характерной чертой которых является не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения решений множества сходных задач [2]. Основной принцип машинного обучения состоит в применении алгоритмов, обеспечивающих способность технической системы делать выводы на основе данных без явного программирования предварительных правил.

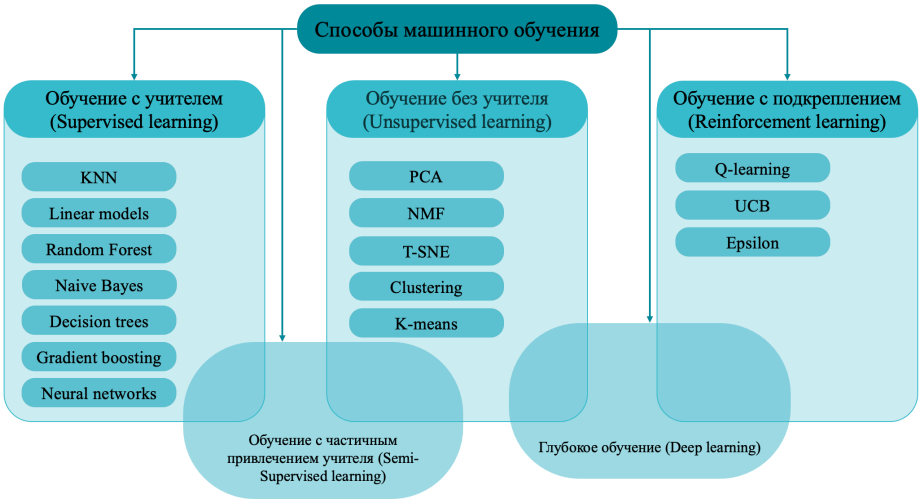


Рис. 1. Способы и примеры методов машинного обучения

Машинное обучение выделяется как область, активно направленная на разработку инновационных математических методов для анализа данных [3]. При рассмотрении машинного обучения можно выделить различные способы обучения, направленные на достижение схожего результата, но с разницей применения и использования функционала обработки данных и наличия описания входных переменных.

1. Обучение с учителем (*Supervised learning*).

При реализации способа метода машинного обучения с учителем модель обучается на основе предварительно размеченных данных, где для каждого входного образца предоставляется соответствующая метка или выходная переменная. Основная цель состоит в том, чтобы модель могла, изучая данные, прогнозировать новые, ранее не встреченные данные и точно предсказывать метки для них. Часто данные делаются на обучающую выборку, представляющую логику данных и тестовую выборку.

2. Обучение без учителя (*Unsupervised learning*).

Характеризуется тем, что модель обучается на неопределенных данных, то есть данных, где отсутствуют предварительно заданные метки или выходные переменные. Основная цель заключается в том, чтобы извлечь структуру или закономерности из данных без явного руководства. Обучение без учителя широко применяется в ситуациях, где цель состоит в выявлении структуры данных, поиске закономерностей или создании внутренних представлений данных без использования явных меток классов или выходных переменных.

3. Обучение с частичным привлечением учителя (*Semi-Supervised learning*).

В рамках реализации данного метода, который является гибридным, сочетаются элементы обучения с учителем и без учителя, где модель обучается на наборе данных, включающем частично определенные показатели. Обозначив часть данных, учитель дает понять, каким образом обрабатывать остальное. Важно использовать обучающий набор данных, где каждый пример имеет соответствующую логику или выходную переменную, где данные используются для непосредственного обучения модели, и часть обучающего набора, где отсутствует описание, то есть данные используются для расширения обучения модели и извлечения дополнительных закономерностей.

5. Обучение с подкреплением (*Reinforcement learning*).

Метод машинного обучения с подкреплением представляет собой процесс обучения, в котором агент взаимодействует с окружающей средой, принимая решения и получая обратную связь в виде награды или штрафа. Цель агента – научиться выбирать действия так, чтобы максимизировать накопленную награду в долгосрочной перспективе. Процесс обучения включает в себя определение стратегии, алгоритмов обновления оценок ценности состояний и действий, а также оптимизацию поведения агента в соот-

ветствии с заранее заданными целями.

6. Глубокое обучение (*Deep learning*).

В глубоком обучении реализуется частичное воссоздание принципов обучения человека, где нейронные сети применяются для пошагового уточнения характеристик набора данных. Метод, основанный на использовании многослойных архитектур нейронных сетей, постепенно эволюционирует в самостоятельный подход к обучению, при этом обучение может осуществляться как без учителя, так и с подкреплением. Термин «глубокое» относится к использованию многослойных архитектур нейронных сетей, которые состоят из множества скрытых слоев, позволяющих моделям изучать иерархии признаков и абстракции, сделав значительный вклад в современные технологии и исследования.

При структурировании информации и определении наиболее часто встречающихся методов реализации машинного обучения можно составить схему, представленную на рис. 1. Как можно заметить, в основе способов машинного обучения лежат обучение с учителем, без учителя и с подкреплением, а обучение с частичным правлением и глубокое обучение являются гибридными и могут включать в себя многие методы. Методы машинного обучения можно интегрировать различными способами, создавая комплексные системы. Например, можно объединять следующие методы:

– ансамблирование моделей, комбинирование нескольких моделей для улучшения общей производительности;

– трансферное обучение, перенос знаний, полученных при обучении на одной задаче для улучшения производительности на другой связанной задаче;

– интеграция методов обучения с учителем и без учителя для улучшения обобщения модели при ограниченной разметке;

– комбинирование методов обучения с подкреплением и обучения с учителем для создания моделей, способных принимать решения в динамических средах с использованием знаний из размеченных данных;

– обучение нескольких моделей одновременно, где информация, полученная одной моделью, может быть использована для улучшения обучения других моделей;

– использование байесовских методов для управления неопределенностью в глубоком обучении, что может повысить устойчивость и надежность модели.

Заключение

Методы машинного обучения, интернируясь и дополняя друг друга, позволяют получать более точные и качественные результаты. Комплексное использование методов позволяет автоматизировать многие аспекты обработки информации, включая классификацию, кластеризацию и выделение важных признаков, тем самым автоматизированные методы обеспечивают более эффективный анализ больших объемов данных, что, в свою очередь, улучшает процессы принятия решений. Машинное обучение позволяет строить модели для прогнозирования будущих событий, что полезно в планировании и стратегическом управлении. Обработка естественного языка в машинном обучении позволяет системам понимать и обрабатывать текстовую информацию, улучшая коммуникацию и анализ текстов, данные алгоритмы позволяют анализировать текстовые данные, включая отзывы клиентов, социальные медиа и новостные статьи.

Список литературы

1. Голубин, А.В. Методика использования Loginom для кластеризации данных / А.В. Голубин, А.А. Копнин // Цифровая трансформация общества и информационная безопасность: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 19 мая 2023 года / Отв. за выпуск А.Ю. Коковихин, отв. редактор М.А. Панов. – Екатеринбург : Уральский государственный экономический университет, 2023. – С. 62–66.

2. Назаров, Д.М. Цифровые технологии и интеллектуальные модели / Д.М. Назаров. – Казань : Общество с ограниченной ответственностью «Бук», 2022. – 192 с.

3. Orlova, E.V. Technique for Data Analysis and Modeling in Economics, Finance and Business Using Machine Learning Methods / E.V. Orlova // 4th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA), Lipetsk, 09–11 ноября 2022 года. Vol. 4th International Conference. – Lipetsk: Lipetsk State Technical University, 2022. –

P. 369–374.

4. Соколова, Е.В. Цифровые технологии в образовании: наукометрический анализ зарубежных и отечественных исследований / Е.В. Соколова, А.Я. Шатрова // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Педагогика. Психология. Философия. – 2023. – № 1(29). – С. 48–55.

5. Попов, Е.В. Развитие теории принципала – агента в контексте цифровой трансформации / Е.В. Попов, В.Л. Симонова, В.В. Черепанов // Управленец. – 2022. – Т. 13. – № 3. – С. 2–15.

6. Лебезова, Э.М. Модель цифрового участия граждан в смартсреде / Э.М. Лебезова, Л.А. Овчаренко // Journal of New Economy. – 2022. – Т. 23. – № 3. – С. 62–85.

7. Белоусова, В.И. Геймификация и автоматизированный контроль в обучении математике / В.И. Белоусова, К.С. Поторочина // Цифровые модели и решения. – 2022. – Т. 1. – № 3. – С. 5.

References

1. Golubin, A.V. Metodika ispol'zovaniya Loginom dlya klasterizatsii dannykh / A.V. Golubin, A.A. Kopnin // Tsifrovaya transformatsiya obshchestva i informatsionnaya bezopasnost': Materialy II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Yekaterinburg, 19 maya 2023 goda / Otv.za vypusk A.YU. Kokovikhin, otv. redaktor M.A. Panov. – Yekaterinburg : Ural'skiy gosudarstvennyy ekonomicheskiy universitet, 2023. – S. 62–66.

2. Nazarov, D.M. Tsifrovyye tekhnologii i intellektual'nyye modeli / D.M. Nazarov. – Kazan' : Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Buk», 2022. – 192 s.

4. Sokolova, Ye.V. Tsifrovyye tekhnologii v obrazovanii: naukometricheskiy analiz zarubezhnykh i otechestvennykh issledovaniy / Ye.V. Sokolova, A.YA. Shatrova // Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. Seriya: Pedagogika. Psikhologiya. Filosofiya. – 2023. – № 1(29). – S. 48–55.

5. Popov, Ye.V. Razvitiye teorii printsipala – agenta v kontekste tsifrovoy transformatsii / Ye.V. Popov, V.L. Simonova, V.V. Cherepanov // Upravlenets. – 2022. – T. 13. – № 3. – S. 2–15.

6. Lebezova, E.M. Model' tsifrovogo uchastiya grazhdan v smartsrede / E.M. Lebezova, L.A. Ovcharenko // Journal of New Economy. – 2022. – T. 23. – № 3. – S. 62–85.

7. Belousova, V.I. Geymifikatsiya i avtomatizirovannyy kontrol' v obuchenii matematike / V.I. Belousova, K.S. Potorochina // Tsifrovyye modeli i resheniya. – 2022. – T. 1. – № 3. – S. 5.

© А.А. Копнин, 2023

УДК 519.25: 004.94

Т.В. МАЛЫШЕВА, Т.В. ЛАПТЕВА, А.С. ТИТОВЦЕВ
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДОБЫЧИ НЕФТИ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ УРОВНЯ ПОЛЕЗНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО ГАЗА

Ключевые слова: дебит скважины; диаграмма рассеяния; добыча нефти; линейное программирование; моделирование; попутный нефтяной газ.

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы полезного использования попутного нефтяного газа в рамках правового регулирования сокращения эмиссии парниковых газов. Целью статьи является разработка подхода к моделированию оптимальных значений объема добычи нефти для поддержания высокого уровня использования попутного газа. В качестве основных математических инструментов исследования использован метод линейного программирования для нахождения целевых оптимальных значений, а также метод диаграмм рассеяния для выявления зависимостей между переменными. В статье обоснована отрицательная динамика изменения показателя полезного использования попутного нефтяного газа в 2017–2022 гг. Выявлена зависимость между объемом добычи нефти и уровнем использования попутного газа, выдвигающая гипотезу о возможном сдерживании интенсивности извлечения нефти для снижения объемов сжигания газа и сокращения воздействия на окружающую среду. Определены оптимальные значения дебита нефтяной скважины для поддержания высокого уровня полезного использования газа с учетом ограничений извлечения нефти методом искусственного воздействия на пласт.

Проблема полезного использования попутного нефтяного газа (**ПНГ**) является важной задачей российской нефтегазовой промышленности. Сжигание ПНГ как метод утилизации признано самым неэффективным способом утилизации природного ресурса и опасным для экологии. В 2009 г. Правительством РФ утверждено постановление о мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа [5]. Постановление устанавливает целевой показатель сжигания ПНГ на факелах в размере не более 5 % от объема добытого попутного газа. Однако на сегодняшний день общероссийский показатель полезного использования ПНГ все еще менее нормативного значения 95 %.

Данной тематике посвящено множество работ отечественных и зарубежных авторов. Учеными и практиками глубоко раскрыты вопросы совершенствования технологии переработки ПНГ, производства оборудования для газоперерабатывающих заводов, способов полезного использования переработанного газа и прочие технические и технологические аспекты [3; 4; 6; 7]. Однако возникшие сложности хранения и поиска каналов реализации нефти и газа в условиях геополитических ограничений требуют разработки новых решений по управлению объемами добычи нефти и газа. В этой связи целью статьи является разработка подхода к моделированию оптимальных значений объема добычи нефти для поддержания высокого уровня использования ПНГ. В качестве основных математических инструментов исследования использован метод линейного программирования для нахождения целевых оптимальных значений, а также метод диаграмм рассеяния для выявления зависимостей между переменными [1; 2].

Данные официальной статистики свидетельствуют об относительно стабильной положительной динамике уровня использования ПНГ в 2012–2016 гг., когда значение показателя увеличилось с 75 % до 87 %. В последую-

Таблица 1. Исходные данные для решения задачи линейного программирования (представлены выборочные периоды)

Наименование показателя	2012	2016	2018	2020	2021
Уровень использования попутного нефтяного газа, %	75,9	87,5	84,4	81,5	82,0
Средний дебит старой газовой скважины за отработанный скважино-месяц, тыс. м^3	6 578,0	6 114,0	6 270,8	5 317,1	5 828,9
Средний дебит новой газовой скважины за отработанный скважино-месяц, тыс. м^3	17 126,4	6 514,2	12 171,3	5 643,0	9 292,7
Число старых газовых скважин, дающих продукцию, единиц	8 084	8 509	8 756	8 690	8 927
Число новых газовых скважин, дающих продукцию, единиц	297	183	187	243	369
Добыча нефти из пластов, разрабатываемых с применением методов искусственного воздействия, тыс. тонн	429 087,1	462 740,7	412 574,3	379 715,2	386 716,2
Добыча методами закачки воды, тыс. тонн	368 367,4	390 874,9	327 269,1	303 242,6	316 808,5
Добыча новыми методами, тыс. тонн	60 719,7	71 865,8	85 305,3	76 472,6	69 907,7
в том числе:					
физико-химическими	57 697,3	67 656,6	78 736,8	64 304,2	61 051,4
термическими	3 022,4	4 209,3	6 568,4	12 168,4	8 856,4
Добыча газового конденсата из пластов с применением сайклинг-процесса, тыс. тонн	124,8	81,3	136,9	292,8	260,2

щие годы уровень переработки газа снизился до 80 % в 2019 г. и незначительно увеличился до 82 % по итогам 2021 г. Рост доли сжигаемого попутного газа обусловлен возросшим объемом добычи нефти, а также вводом в действие новых скважин. Официальное значение уровня использования ПНГ в 2022 г. ожидается еще на более низкой отметке ввиду сокращения экспорта газа, вынужденного заполнения подземных газохранилищ и сжигания излишнего газа на факелах. Кроме того, была восстановлена добыча нефти на месторождениях Красноярского края, соответственно, объемы добычи увеличились, а мощности по полезной утилизации ПНГ остались прежними.

Для решения задачи линейного программирования с целью нахождения оптимальных значений объема продукции, добываемой из скважины за единицу времени, исследована база данных российских производств по добыче нефти и природного газа за 2012–2021 гг. В частности, изучены параметры дебита старых и новых скважин, объем добычи нефти из пластов, разрабатываемых с применением методов искусственного воздействия (методы закачки воды, физико-химические методы, термические методы), а также объем добычи «белой нефти» с применением сайклинг-процесса.

Наряду с показателями мощности добывающего производства исследована себестоимость добычи нефти на основании затрат на извлечение нефти и газа, расходов на поддержание пластового давления и прочих данных [9]. Ключевые показатели для решения задачи линейного программирования по нахождению оптимальных значений дебита старых и новых скважин с учетом уровня полезного использования ПНГ представлены в табл. 1 по данным [8].

Для отображения зависимости между параметрами процесса добычи нефти и переработки ПНГ построены диаграммы рассеяния. На рис. 1 визуализируется описанная нами выше обратная зависимость между объемом добычи нефти и уровнем полезного использования попутного газа.

Соответственно, можно сделать предположение о том, что сдерживание интенсивности извлечения нефти позволит снизить объемы сжигания газа на факелах, сохранить на высоком уровне переработку ПНГ и минимизиро-

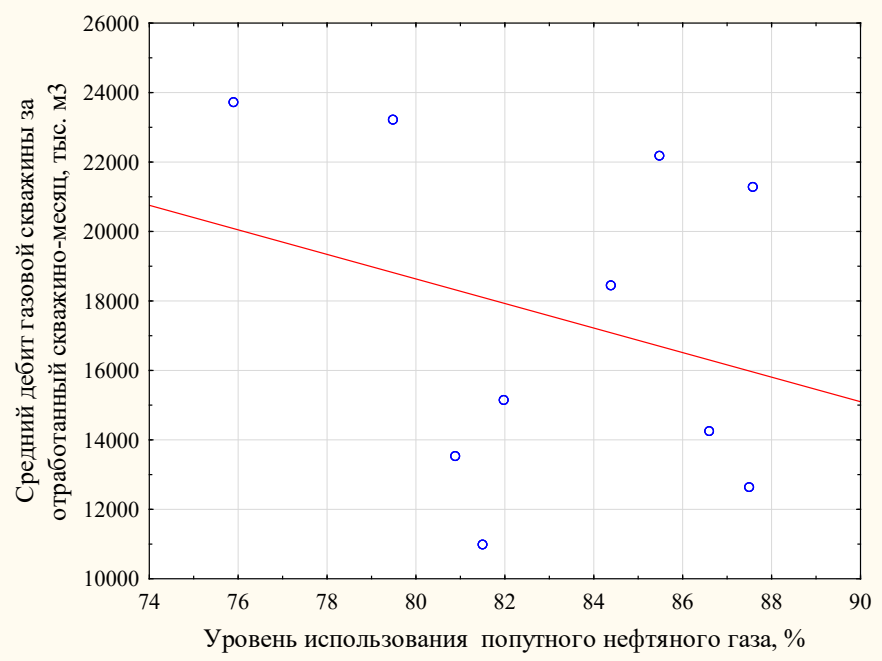


Рис. 1. Диаграмма рассеяния для параметров «Уровень использования попутного нефтяного газа» и «Средний дебит нефтяной скважины»

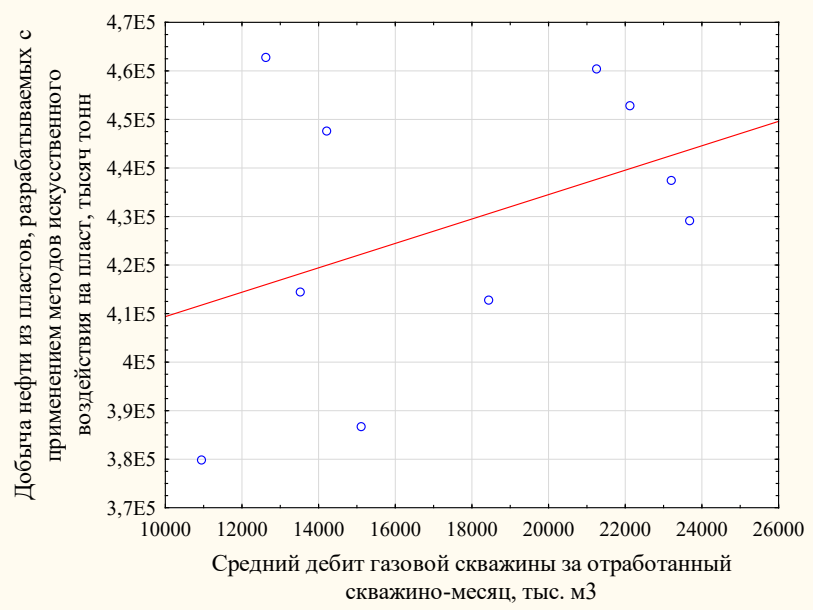


Рис. 2. Диаграмма рассеяния для параметров «Добыча нефти методами искусственного воздействия на пласт» и «Средний дебит нефтяной скважины»

вать негативное воздействие на окружающую среду.

На рис. 2 можно наблюдать прямую взаимосвязь между интенсивностью использования вторичных способов добычи нефти и средним дебитом газовой скважины. Это очевидная закономерная зависимость, подтверждающая эффективность методов искусственного воздействия на нефтяной пласт.

Целевая функция для задачи оптимизации

Таблица 2. Результаты решения задачи линейного программирования по нахождению оптимального расхода ресурсов

Наименование скважины	Средний дебит старой нефтяной скважины за отработанный скважино-месяц, млн м^3	
	Среднее фактическое значение	Оптимальное значение
Старая нефтяная скважина, дающая продукцию (X_1)	6,12	5,00
Новая нефтяная скважина, дающая продукцию (X_2)	11,40	7,00

построена по следующим параметрам:

– Y – уровень использования попутного нефтяного газа, %;

– X_1 – средний дебит старой нефтяной скважины за отработанный скважино-месяц, м^3;

– X_2 – средний дебит новой нефтяной скважины за отработанный скважино-месяц, м^3.

В общем виде целевая функция максимизации уровня полезного использования попутного нефтяного газа при оптимальных объемах извлечения нефти из скважин имеет вид:

$$Y = f\left(X_1, X_2\right) \to \max. \quad (1)$$

Построение целевой функции (модели) производилось путем регрессионного анализа данных. Целевая функция имеет вид:

$$Y = 66,48 + 0,0037 * X_1 - 0,00052 * X_2, Y \to \max. \quad (2)$$

В качестве ограничений линейной функции использованы прямые условия по величине X_1 и X_2, а также неравенства, выраженные через параметр объема извлечения нефти из пластов вторичным способом, основанным на искусственном поддержании пластового давления. Прямые условия ограничений по величине X_1 имеют диапазон 5,0–7,0 млн м^3, по величине X_2 – диапазон 5,0–20,0 млн м^3.

Искусственное воздействие на пласт необходимо для извлечения остаточных запасов нефти из истощенных залежей, т.е. для увеличения нефтеотдачи. Соответственно, чем интенсивнее используются вторичные методы добычи нефти, тем больше дебит скважин. Согласно статистическим данным объем добычи нефти из пластов, разрабатываемых с применением методов искусственного воздействия, в динамике варьируется в диапазоне 0,3–0,5 млрд тонн.

Модели интенсивности добычи нефти вторичным спросом построены путем регрессионного анализа, где зависимая переменная (I) – это объем добычи нефти из пластов, разрабатываемых с применением методов искусственного воздействия, независимые переменные – средний дебит старой и новой газовой скважины за отработанный скважино-месяц:

$$I = 13,41 + 4,806 * X_1, \quad I = 39,94 + 2,530 * X_2. \quad (3–4)$$

Система ограничений линейной функции будет иметь вид:

$$\begin{cases} 5,0 \le X_1 \le 7,0; \\ 5,0 \le X_2 \le 20,0; \\ 0,3 \le 13,41 + 4,806 * X_1 \le 0,5; \\ 0,3 \le 39,94 + 2,530 * X_2 \le 0,5. \end{cases} \quad (5)$$

Поиск решения линейной задачи произведен симплекс-методом, сущность которого заключается в убывании линейного функционала до ситуации, пока выполняются условия локальной оптимальности или ограничения линейной функции. В результате решения задачи найдено оптимальное значение среднего дебита старой нефтяной скважины за скважино-месяц – 5,0 млн м^3, среднего дебита новой нефтяной скважины за скважино-месяц – 7,0 млн м^3. При указанных значениях поддерживается наибольший уровень полезного использования попутного нефтяного газа. Для сравнения средние фактические значения и оптимальные значения представлены в табл. 2.

Таким образом, исследование параметров добычи нефти и попутного газа позволило получить следующие научно-практические результаты:

1) обоснована динамика изменения показателя полезного использования попутного нефтяного газа, показывающая отрицательную тенденцию в 2017–2022 гг., обусловленную восстановлением работоспособности отдельных нефтяных скважин и увеличением объемов добычи, снижением объемов экспорта газа, заполнением резервных газохранилищ, недостатком перерабатывающих мощностей и, соответственно, вынужденным сжиганием ПНГ на факелах;

2) выявлена обратная зависимость между объемом добычи нефти и уровнем полезного использования попутного газа, полагающая, что сдерживание интенсивности извлечения нефти позволит снизить объемы сжигания газа на факелах, сохранить на высоком уровне переработку ПНГ и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду;

3) путем решения задачи линейного программирования определены оптимальные значения дебита нефтяной скважины для поддержания высокого уровня полезного использования ПНГ, при этом учтены ограничения по объему извлечения нефти с использованием методов искусственного воздействия на пласт.

Список литературы

1. Абдрафикова, Ф.Ф. Математическое моделирование процесса добычи нефти / Ф.Ф. Абдрафикова, Е.А. Муравьева // Химия. Экология. Урбанистика. – 2021. – Т. 4. – С. 252–256.

2. Абдрафикова, Ф.Ф. Предсказание коэффициента продуктивности добывающей скважины / Ф.Ф. Абдрафикова, Е.А. Муравьева, М.И. Шарипов // Информационные технологии. Проблемы и решения. – 2021. – № 1(14). – С. 63–69.

3. Адаптивная методика прогноза добычи газа и газовых факторов в условиях недостаточности замеров / В.Н. Кожин, А.В. Базовкин, И.А. Середа, А.А. Амиров // Нефтепромысловое дело. – 2019. – № 3. – С. 45–51.

4. Корнеев, Д.С. Компьютерный анализ и прогнозирование процессов нефте- и газопереработки / Д.С. Корнеев, М.К. Котванова // Вестник Югорского государственного университета. – 2021. – № 3(62). – С. 76–81.

5. Постановление Правительства РФ от 8 января 2009 г. № 7 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках».

6. Фазуллин, Д.Р. Рациональное использование попутного нефтяного газа в России / Д.Р. Фазуллин, Ю.В. Ваньков // Colloquium-Journal. – 2019. – № 7-2(31). – С. 56–57.

7. Актуальные вопросы добычи и квалифицированного использования попутного нефтяного газа в России / И.В. Филимонова, И.В. Проворная, В.Ю. Немов, Д.Д. Дочкина // Бурение и нефть. – 2022. – № 1. – С. 26–33.

8. Технологическое развитие отраслей экономики. Официальный сайт Росстата [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://rosstat.gov.ru/folder/11189.

9. Investigation of energy consumption trends in petrochemical plants for the management of resource saving / A.I. Shinkevich, T.V. Malysheva, I.A. Zaraichenko [et al.] // E3S Web of Conferences : 2019 International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems, SES 2019, Kazan, 18–20 сентября 2019 года. Vol. 124. – Kazan : EDP Sciences, 2019. – P. 04005.

References

1. Abdrafikova, F.F. Matematicheskoye modelirovaniye protsessa dobychi nefti / F.F. Abdrafikova, Ye.A. Murav'yeva // Khimiya. Ekologiya. Urbanistika. – 2021. – T. 4. – S. 252–256.

2. Abdrafikova, F.F. Predskazaniye koeffitsiyenta produktivnosti dobyvayushchey skvazhiny / F.F. Abdrafikova, Ye.A. Murav'yeva, M.I. Sharipov // Informatsionnyye tekhnologii. Problemy i resheniya. – 2021. – № 1(14). – S. 63–69.

3. Adaptivnaya metodika prognoza dobychi gaza i gazovykh faktorov v usloviyakh nedostatochnosti zamerov / V.N. Kozhin, A.V. Bazovkin, I.A. Sereda, A.A. Amirov //

Neftepromyslovoye delo. – 2019. – № 3. – S. 45–51.

4. Korneyev, D.S. Komp'yuternyy analiz i prognozirovaniye protsessov nefte- i gazopererabotki / D.S. Korneyev, M.K. Kotvanova // Vestnik Yugorskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2021. – № 3(62). – S. 76–81.

5. Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 8 yanvarya 2009 g. № 7 «O merakh po stimulirovaniyu sokrashcheniya zagryazneniya atmosfernogo vozdukha produktami szhiganiya poputnogo neftyanogo gaza na fakel'nykh ustanovkakh».

6. Fazullin, D.R. Ratsional'noye ispol'zovaniye poputnogo neftyanogo gaza v Rossii / D.R. Fazullin, YU.V. Van'kov // Colloquium-Journal. – 2019. – № 7-2(31). – S. 56–57.

7. Aktual'nyye voprosy dobychi i kvalifitsirovannogo ispol'zovaniya poputnogo neftyanogo gaza v Rossii / I.V. Filimonova, I.V. Provornaya, V.YU. Nemov, D.D. Dochkina // Bureniye i neft'. – 2022. – № 1. – S. 26–33.

8. Tekhnologicheskoye razvitiye otrasley ekonomiki. Ofitsial'nyy sayt Rosstata [Electronic resource]. – Access mode : https://rosstat.gov.ru/folder/11189.

© Т.В. Малышева, Т.В. Лаптева, А.С. Титовцев, 2023

УДК 681.51

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ БУРОВОЙ УСТАНОВКИ

Ключевые слова: выпрямитель-инвертор; компьютерная модель; система управления; электропривод буровой установки.

Аннотация. В данной статье рассмотрены разработка математической и компьютерной модели системы управления регулируемым электроприводом буровой установки и проблемы существующих систем управления электроприводом буровых установок. Цель работы – повышение надежности и эффективности системы управления электроприводом буровой установки. Основные задачи: создание математической модели системы управления электроприводом буровой установки, анализ существующих систем управления электроприводом, создание компьютерной модели системы управления электроприводом. В экспериментальных исследованиях с целью улучшения качества автоматического управления электроприводом использовались математическая имитационная модель, построенная на основе исходных данных, полученных с выбранного объекта и реализованная в *Matlab Simulink*, а также преобразование Кларка, преобразование Парка и соответствующие им обратные преобразования. Результаты исследования направлены на улучшение качества автоматического управления электроприводом буровой установки. Полученная математическая модель позволяет более эффективно анализировать и оптимизировать работу системы управления, повышая ее надежность и эффективность в условиях эксплуатации буровых установок.

Буровые установки являются неотъемлемой частью современной промышленности, играя ключевую роль в добыче полезных ископаемых и строительстве подземных сооружений. Эффективность и точность этих установок напрямую зависят от систем управления электроприводом, которые определяют их производительность, безопасность и стойкость к нагрузкам.

На сегодняшний день сталкиваемся с вызовами, требующими более совершенных и интеллектуальных систем управления для буровых установок. Это включает в себя не только улучшение процессов управления, но и применение современных технологий для повышения эффективности и снижения воздействия на окружающую среду.

Для электроснабжения буровой установки используется централизованная сеть 6 кВ промышленной частоты 50 Гц, которая понижается через силовые трансформаторы 6/0,6 кВ до напряжения 600 В. Переменное напряжение сети 600 В частотой 50 Гц преобразуется в постоянное напряжение 600 В через мощные выпрямители. Для электроснабжения электрических приводов буровой установки (буровые насосы, лебедки, ротора) используются инверторы, которые преобразует постоянный ток в переменный нужной частоты, в зависимости от нагрузки и производственной необходимости.

Для управления электроприводом используются пропорционально-интегральные регуляторы.

Использование ПИ-регулятора (пропорционально-интегрального регулятора) для управления электроприводом буровой установки имеет свои преимущества, но также может столкнуться с некоторыми проблемами [1; 2].

Для создания математических моделей систем управления электроприводом широко используется программный инструмент

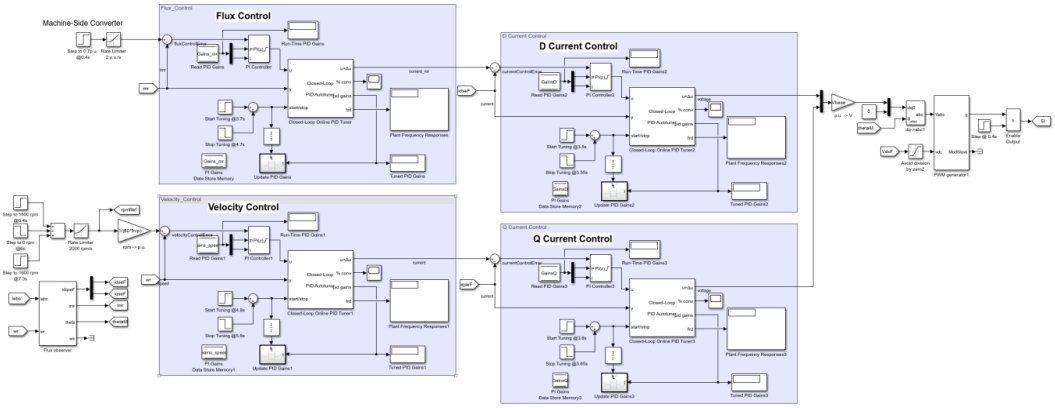


Рис. 1. Модель системы управления электроприводом

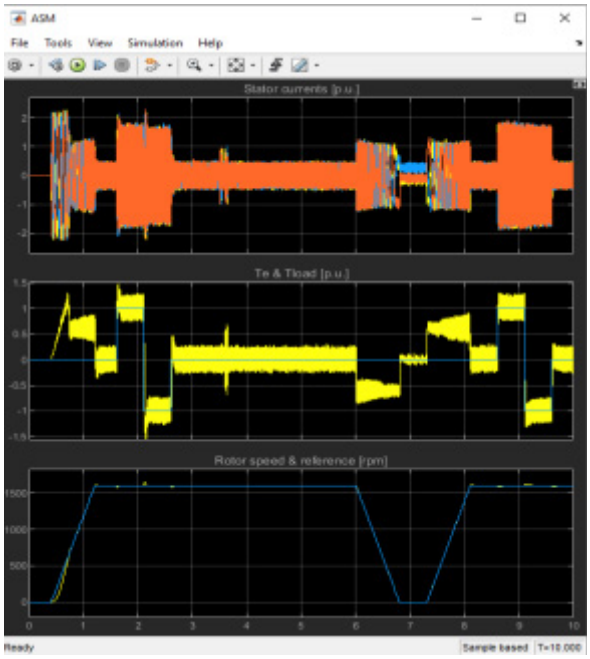


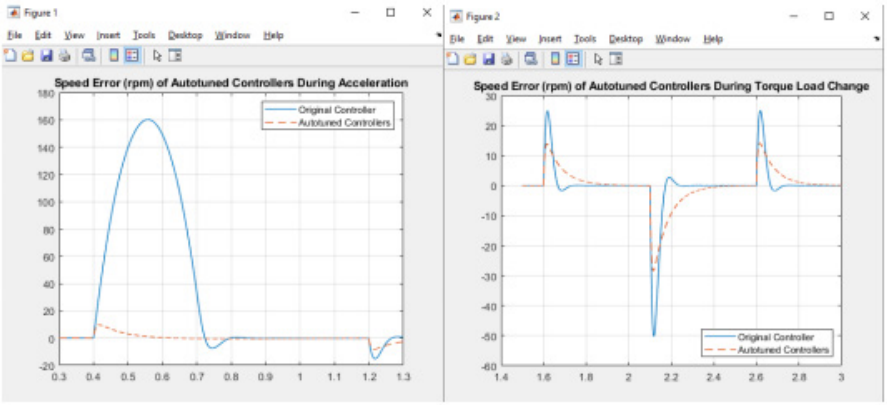
Рис. 2. Результаты моделирования

Matlab Simulink. Он обеспечивает возможность моделирования работы системы в различных условиях, включая полеориентированное управление и проведение анализа результатов работы [3].

Использование полеориентированного управления через преобразование Парка и Кларка может быть эффективным решением для управления электроприводом буровой установки.

На рис. 1 представлена модель системы управления электроприводом буровой установки.

Подсистема управления электроприводом содержит четыре ПИ-контроллера. ПИ-регулятор скорости во внешнем контуре регулирует скорость двигателя. ПИ-регулятор потока внешнего контура регулирует поток статора. Два ПИ-контроллера внутреннего контура управляют токами по осям *d* и *q* по отдельности. Команда от ПИ-регулятора скорости внешнего контура напрямую подается на ось *q* для управления крутящим моментом. Команда для оси *d* не равна нулю для *ASM* и является результатом работы ПИ-регулятора потока во внешнем контуре.



а б

Рис. 3. Погрешности частоты вращения (об/мин) при изменении крутящего момента нагрузки (б) и ускорении (а)

Между всеми ПИ-регуляторами и объектами управления вставили блок *Closed-Loop PID Autotuner* для автонастройки системы управления, которая основана на преобразовании Парка и Кларка.

На рис. 2 показана реакция тока и скорости во время настройки от 3,5 до 5,8 секунды. Изменения тока и скорости двигателя очень малы. Скорость двигателя достигает 1 600 об/мин до начала процесса автонастройки.

До и после процесса автонастройки применяются одни и те же задания скорости ротора и крутящие нагрузки. На рис. 3 построены графики ошибок скорости ротора относительно 1 600 об/мин до и после того, как контроллеры настроены с помощью блока *Closed-Loop PID Autotuner*. Кривые погрешности скорости выравниваются во времени для параллельного сравнения характеристик контроллера.

После настройки контроллеров скоростной отклик асинхронного двигателя имеет более быструю переходную реакцию и меньшую установившуюся ошибку во время ускорения и при изменении крутящего момента нагрузки.

Применение усовершенствованной системы управления электроприводом буровой установки существенно повышает уровень надежности и качества электрической энергии.

Список литературы

1. Гизатуллин, М.О. Применение системы усовершенствованного управления технологическим процессом для контроля нормального режима работы реактора в процессе полимеризации / М.О. Гизатуллин, Р.Г. Вильданов // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 2(140). – С. 19–22.

2. Иванов, А.С. Современные технологии управления электроприводом буровых установок / А.С. Иванов, В.П. Смирнов // Журнал Электротехнических Систем. – 2020. – № 15(3). – С. 45–62.

3. Саниев, Д.Ф. Совершенствование системы управления показателями качества нефти / Д.Ф. Саниев, Р.Г. Вильданов, Е.В. Сиротина, А.И. Кутлугильдина // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – № 4(94). – С. 88–90.

References

1. Gizatullin, M.O. Primeneniye sistemy usovershenstvovannogo upravleniya tekhnologicheskim protsessom dlya kontrolya normal'nogo rezhima raboty reaktora v protsesse polimerizatsii / M.O. Gizatullin, R.G. Vil'danov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 2(140). – S. 19–22.

2. Ivanov, A.S. Sovremennyye tekhnologii upravleniya elektroprivodom burovykh ustanovok / A.S. Ivanov, V.P. Smirnov // Zhurnal Elektrotekhnicheskikh Sistem. – 2020. – № 15(3). – S. 45–62.

3. Saniyev, D.F. Sovershenstvovaniye sistemy upravleniya pokazatelyami kachestva nefti / D.F. Saniyev, R.G. Vil'danov, Ye.V. Sirotina, A.I. Kutlugil'dina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2019. – № 4(94). – S. 88–90.

© М.В. Садовский, Р.Г. Вильданов, 2023

УДК 004.8

И.В. СЕНГ
Стартап «Vectorly», г. Москва

РОЛЬ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ СОЗДАНИИ МАРКЕТИНГОВОГО КОНТЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛЬШИХ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ОГРАНИЧЕНИЯ

Ключевые слова: автоматизация создания контента; большие лингвистические модели; генеративный ИИ; искусственный интеллект (**ИИ**); маркетинговые стратегии; *SEO*-оптимизация.

Аннотация. Цель данного исследования – оценить потенциал и определить ограничения использования генеративных ИИ в автоматизации создания маркетингового контента. В качестве гипотезы выдвигается предположение о способности больших лингвистических моделей эффективно генерировать оригинальный, уникальный и *SEO*-оптимизированный контент, при этом учитывая технические и этические ограничения. Методика исследования включает анализ текущих возможностей ИИ в контексте маркетинговых задач и оценку их эффективности. Новизна работы заключается в комплексном изучении влияния ИИ на процессы создания контента, выявление ключевых факторов, влияющих на его качество и эффективность. Выводы исследования подчеркивают важность учета ограничений ИИ, связанных с качеством, релевантностью и уникальностью контента. Рекомендации предлагаются маркетологам и разработчикам для оптимизации процесса создания контента с помощью ИИ, что способствует улучшению конкурентоспособности в сфере цифрового маркетинга и стратегий поисковой оптимизации.

С каждым годом маркетинговая индустрия все больше углубляется в цифровую среду, где конкуренция за внимание потребителя достигает пика за счет роста информационного шума. Это поднимает вопрос о необходимости создания высококачественного и релевантного контента в больших объемах, что традиционными методами становится все более затратно. В последнее время генеративные ИИ, в частности большие лингвистические модели, представляют собой решение, способное существенно оптимизировать этот процесс, однако оценка их эффективности и ограничений остается недостаточно изученной.

Генеративные ИИ и лингвистические модели (***LLM***) являются новейшим достижением в области машинного обучения и искусственного интеллекта, представляя собой сложные алгоритмы, способные генерировать тексты и выполнять команды на естественном языке. Эти модели иллюстрируют возможности современного ИИ в автоматизации и улучшении различных задач, связанных с обработкой естественного языка, и открывают новые горизонты для исследований и коммерческого использования.

Автоматизированное создание контента – это процесс, при котором компьютерные программы генерируют текстовый, аудио или видеоконтент без прямого человеческого вмешательства. Используя алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта, генеративные модели могут создавать уникальный контент, который соответствует определенным требованиям и критериям. Это может включать создание новостных статей, отзывов на продукты, рекламных текстов и даже литературных произведений. Автоматизированное создание контента с помощью ИИ и *LLM* предлагает значительные преимущества для контент-марке-

Таблица 1. Перечень преимуществ и недостатков использования генеративных ИИ в создании контента

Категория	Преимущества	Недостатки
Качество контента	Возможность генерации высококачественного и релевантного контента, адаптируемого под конкретные нужды	Проблемы с точностью и предвзятостью, зависимость от качества и объема обучающих данных
Скорость создания	Ускорение процесса создания контента, автоматизация рутинных задач	Потенциальное снижение уникальности и творческого качества при быстрой генерации
Уникальность	Способность создавать оригинальный и уникальный контент	Риск производства генеративного плагиата, проблемы с авторскими правами
SEO-оптимизация	Повышение *SEO*-эффективности благодаря оптимизированному и релевантному контенту	Возможное непреднамеренное «заспамливание» ключевыми словами, что негативно влияет на *SEO*
Этические соображения	Потенциал для создания более объективного и непредвзятого контента	Вопросы конфиденциальности, обработка личных данных, возможное создание дезинформации

тинга и поисковой оптимизации (*SEO*), включая сокращение времени и ресурсов, необходимых для создания контента, а также предоставление возможности масштабировать создание контента с высокой степенью персонализации и релевантности.

Контент играет ключевую роль в цифровом маркетинге и *SEO*, поскольку качественный контент привлекает внимание аудитории и улучшает видимость бренда в поисковых системах. В эру цифровых технологий важность качественного контента только возрастает, так как он способствует увеличению трафика, повышению узнаваемости бренда и стимулирует вовлеченность потребителей. Генеративные ИИ способствуют созданию *SEO*-оптимизированного контента, что может значительно улучшить позиционирование компаний в поисковой выдаче и повысить их конкурентоспособность.

Работа «Автоматизированная оценка персонализированного текстового генерирования с использованием больших лингвистических моделей» (*Automated Evaluation of Personalized Text Generation using Large Language Models*) [9] представляет метод *AuPEL*, который оценивает персонализацию, качество и релевантность текста, созданного ИИ, без необходимости человеческой оценки.

Исследование «Превращение больших лингвистических моделей в когнитивные модели» (*Turning large language models into cognitive models*) показывает, как ИИ и *LLM* могут быть использованы для адаптации контента к психологии потребителей [12]. Также исследование показывает, что большие языковые модели могут быть преобразованы в когнитивные модели путем их дообучения на данных из психологических экспериментов, улучшая их понимание того, как созданный текст будет воспринят со стороны потребителя. Эти модели демонстрируют точное представление человеческого поведения, превосходя традиционные когнитивные модели в двух областях принятия решений.

Выводы данных исследований подчеркивают, что применение ИИ и *LLM* может иметь значительные последствия для создания маркетингового контента.

1. Более точная персонализация: дообучение языковых моделей на психологических данных может привести к лучшему пониманию и предсказанию человеческого поведения, что улучшит персонализацию контента.

2. Улучшенное понимание потребителей: такие модели могут помочь в анализе и понимании сложных потребительских предпочтений и решений.

Однако существуют и ограничения.

1. Необходимость больших объемов данных для обучения и дообучения моделей, а также сложность в интерпретации их выводов.

2. Вопросы конфиденциальности и этики при обработке личных данных пользователей, а также потенциальное недоверие к автоматически сгенерированному контенту.

В исследовании «Как большие лингвистические модели трансформируют машинное перефразирование» (*How Large Language Models are Transforming Machine Paraphrase Generation*) исследуется роль *LLMs* в генерации реалистичных парафраз, что является важным для создания уникального *SEO*-контента, который трудно отличить от оригинального текста, и также рассматривается проблема обнаружения машинного плагиата [13].

Исследование подчеркивает важную роль больших языковых моделей (*LLMs*) в генерации реалистичных перефразирований текста, что имеет значительные последствия для создания уникального *SEO*-контента и обнаружения машинного плагиата.

1. *LLMs*, такие как *GPT*-3, могут эффективно генерировать перефразированный контент, который затруднителен для отличия от оригинального. Это делает их мощным инструментом для создания уникального *SEO*-контента, который может улучшить поисковую оптимизацию, сохраняя при этом оригинальность и качество текста.

2. С другой стороны, эффективность *LLMs* в создании перефразированных текстов создает проблемы в области академической честности и авторских прав. Эти модели могут быть использованы для создания машинно-перефразированного плагиата, что делает его обнаружение более сложным как для человека, так и для существующих программ обнаружения плагиата.

3. Это поднимает важные вопросы об этическом использовании *LLMs* в контексте создания контента. Необходимо найти баланс между использованием этих моделей для улучшения и инноваций в *SEO* и обеспечением соблюдения академических и авторских норм.

В ходе данного исследования были рассмотрены ключевые аспекты и влияние генеративного ИИ на процесс автоматизированного создания маркетингового контента. Основываясь на анализе существующих лингвистических моделей и их применении, можно утверждать, что генеративный ИИ оказывает значительное влияние на маркетинговую индустрию, предлагая новые возможности для повышения эффективности и целенаправленности контента.

Однако, несмотря на значительные преимущества, такие как сокращение времени и ресурсов на создание контента и улучшение его персонализации, стоит отметить и определенные ограничения. К ним относятся вопросы качества и уникальности контента, а также технические и этические аспекты, связанные с обработкой личных данных и авторскими правами.

В заключение данное исследование подтверждает, что генеративный ИИ играет ключевую роль в автоматизации и оптимизации маркетингового контента, однако необходимы дальнейшие исследования и разработки для преодоления существующих ограничений и полного раскрытия потенциала этих технологий. Это обеспечит более глубокое понимание и эффективное использование генеративного ИИ в маркетинговых стратегиях, что, в свою очередь, способствует развитию и прогрессу в этой области.

Список литературы

1. Чэн, Ж. Когда большие языковые модели встречают персонализацию: перспективы вызовов и возможностей / Ж. Чэн, Ж. Лю, Х. Хуанг [и др.], 2023.

2. Гросс, Р. Изучение обобщения больших языковых моделей с использованием функций влияния / Р. Гросс, Дж. Бэй, Ч. Анил [и др.], 2023.

3. Шарма, М. К пониманию сикуфантства в языковых моделях / М. Шарма, М. Тонг, Т. Корбак [и др.].

4. Навид, Х. Обширный обзор больших языковых моделей / Х. Навид, А.У. Кхан, Ш. Кью [и др.].

5. Басьяль, Л. Суммирование текста с использованием больших языковых моделей: сравнительное исследование моделей MPT-7b-instruct, falcon-7b-instruct и OpenAI ChatGPT / Л. Басьяль, М. Сангхви, 2023.

6. Аббури, Х. Простой, но эффективный ансамбльный подход к обнаружению текста, сгенерированного искусственным интеллектом / Х. Аббури, К. Рой, М. Сьюсерман [и др.], 2023.

7. Туврон, Х. LLaMA: Открытые и эффективные фундаментальные языковые модели / Х. Туврон, Т. Лавриль, Г. Изакар [и др.], 2023.
8. Ванг, Я. Автоматизированная оценка персонализированной генерации текста с использованием больших языковых моделей / Я. Ванг, Ж. Цзян, М. Чжанг [и др.], 2023.
9. Шефер, М. Эмпирическая оценка использования больших языковых моделей для автоматизированной генерации модульных тестов / М. Шефер, С. Нади, А. Эгбали, Ф. Тип, 2023.
10. Бегуш, Г. Большие лингвистические модели: анализ теоретических лингвистических способностей LLM / Г. Бегуш, М. Дамбковски, Р. Родс, 2023.
11. Бинц, М. Превращение больших языковых моделей в когнитивные модели / М. Бинц, Э. Шульц, 2023.
12. Вале, Я.Ф. Как большие языковые модели преобразуют машинное плагиатство в виде машинных перефразировок / Я.Ф. Вале, Т. Руас, Ф. Кирштейн, Б. Гипп, 2022.
13. Ма, К. Генерация концептуального дизайна с использованием больших языковых моделей / К. Ма, Д. Гранди, К. Маккомб, К. Гучер-Ламберт, 2023.
14. Зиемс, Н. Большие языковые модели являются встроенными авторегрессивными поисковыми машинами / Н. Зиемс, З. Чжан, М. Цзян, 2023.
15. Мандал, Ш. Большие языковые модели для автоматического синтеза программных спецификаций / Ш. Мандал, А. Четан, В. Джанфаза, С.М.Ф. Махмуд, Т.А. Андерсон [и др.], 2023.
16. Гозало-Брицуэла, Р. Сводка приложений генеративного искусственного интеллекта / Р. Гозало-Брицуэла, Э. Гарридо-Мерчан, 2023.
17. Антони, В.Н. Совместное создание визуальных историй с генеративным искусственным интеллектом / В.Н. Антони, Ч.-М. Хуанг, 2023.

References

1. Chen, ZH. Kogda bol'shiye yazykovyye modeli vstrechayut personalizatsiyu: perspektivy vyzovov i vozmozhnostey / ZH. Chen, ZH. Lyu, X. Khuang [i dr.], 2023.
2. Gross, R. Izucheniye obobshcheniya bol'shikh yazykovykh modeley s ispol'zovaniyem funktsiy vliyaniya / R. Gross, Dzh. Bey, CH. Anil [i dr.], 2023.
3. Sharma, M. K ponimaniyu sikufantstva v yazykovykh modelyakh / M. Sharma, M. Tong, T. Korbak [i dr.].
4. Navid, KH. Obshirnyy obzor bol'shikh yazykovykh modeley / KH. Navid, A.U. Kkhan, SH. K'yu
[i dr.].
5. Bas'yal', L. Summirovaniye teksta s ispol'zovaniyem bol'shikh yazykovykh modeley: sravnitel'noye issledovaniye modeley MPT-7b-instruct, falcon-7b-instruct i OpenAI ChatGPT / L. Bas'yal', M. Sangkhvi, 2023.
6. Abburi, KH. Prostoy, no effektivnyy ansambl'nyy podkhod k obnaruzheniyu teksta, sgenerirovannogo iskusstvennym intellektom / KH. Abburi, K. Roy, M. S'yuserman [i dr.], 2023.
7. Tuvron, KH. LLaMA: Otkrytyye i effektivnyye fundamental'nyye yazykovyye modeli / KH. Tuvron, T. Lavril', G. Izakar [i dr.], 2023.
8. Vang, YA. Avtomatizirovannaya otsenka personalizirovannoy generatsii teksta s ispol'zovaniyem bol'shikh yazykovykh modeley / YA. Vang, ZH. TSzyan, M. Chzhang [i dr.], 2023.
9. Shefer, M. Empiricheskaya otsenka ispol'zovaniya bol'shikh yazykovykh modeley dlya avtomatizirovannoy generatsii modul'nykh testov / M. Shefer, S. Nadi, A. Egbali, F. Tip, 2023.
10. Begush, G. Bol'shiye lingvisticheskiye modeli: analiz teoreticheskikh lingvisticheskikh sposobnostey LLM / G. Begush, M. Dambkovski, R. Rods, 2023.
11. Bints, M. Prevrashcheniye bol'shikh yazykovykh modeley v kognitivnyye modeli / M. Bints, E. Shul'ts, 2023.
12. Vale, YA.F. Kak bol'shiye yazykovyye modeli preobrazuyut mashinnoye plagiatstvo v vide mashinnykh perefrazirovok / YA.F. Vale, T. Ruas, F. Kirshteyn, B. Gipp, 2022.
13. Ma, K. Generatsiya kontseptual'nogo dizayna s ispol'zovaniyem bol'shikh yazykovykh modeley /

K. Ma, D. Grandi, K. Makkomb, K. Gucher-Lambert, 2023.

14. Ziyems, N. Bol'shiye yazykovyye modeli yavlyayutsya vstroyennymi avtoregressivnymi poiskovymi mashinami / N. Ziyems, Z. Chzhan, M. TSzyan, 2023.

15. Mandal, SH. Bol'shiye yazykovyye modeli dlya avtomaticheskogo sinteza programmnykh spetsifikatsiy / SH. Mandal, A. Chetan, V. Dzhanfaza, S.M.F. Makhmud, T.A. Anderson [i dr.], 2023.

16. Gozalo-Britsuela, R. Svodka prilozheniy generativnogo iskusstvennogo intellekta / R. Gozalo-Britsuela, E. Garrido-Merchan, 2023.

17. Antoni, V.N. Sovmestnoye sozdaniye vizual'nykh istoriy s generativnym iskusstvennym intellektom / V.N. Antoni, CH.-M. Khuang, 2023.

© И.В. Сенг, 2023

УДК 519.876.5

М.И. СИЗЯКОВ, М.А. ЩЕРБАКОВА
ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»;
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРЕВА НЕФТИ

Ключевые слова: математическое моделирование; оптимизация энергетических ресурсов; процесс нагрева нефти; распределенные параметры; тепломассоперенос.

Аннотация. Данная работа посвящена математическому моделированию процесса нагрева нефти, что является ключевым аспектом в повышении эффективности и безопасности эксплуатации нефтяных резервуаров и нефтеперерабатывающих установок. Основная цель – анализ математических моделей, которые могут предсказывать температурные изменения в нефти при нагреве, обеспечивая оптимальное управление энергетическими ресурсами и минимизацию риска чрезмерного нагрева или неоднородности температур. Методология работы базируется на принципах тепломассопереноса и включает в себя как традиционные подходы, такие как метод конечных разностей, так и новые, например, методы структурного моделирования. В ходе работы был проведен анализ существующих математических моделей, применяемых для описания процесса нагрева нефти, и было выявлено, что ключевое значение имеет точное понимание тепло- и массообменных процессов в нефтяных резервуарах. Совокупность математических моделей, представленных в рассмотренных исследованиях, позволяет сформировать комплексный подход к описанию процесса нагрева нефти, учитывающий как физические аспекты теплообмена, так и операционные риски. Объединение различных подходов и их дальнейшее развитие могут привести к созданию оптимизированных и безопасных методик нагрева нефти, что будет способствовать повышению эффективности и экономической выгоды процессов в нефтяной промышленности.

В современном мире нефть выступает не просто как энергетический ресурс, но и как критически важный элемент в функционировании мировой экономики. Одним из ключевых этапов ее использования является процесс нагрева, который позволяет подготовить нефтепродукты к транспортировке, переработке и хранению. Точность и эффективность нагрева нефти напрямую влияют на экономическую эффективность и безопасность всей нефтяной промышленности [1]. Несмотря на то, что тема нагрева нефти исследуется уже десятилетиями, разработка и применение математических моделей остаются актуальными в свете постоянно ужесточающихся требований к точности процессов и обеспечению экологической безопасности [2].

Цель данного исследования заключается в разработке и верификации математической модели, способной с высокой степенью точности описывать процесс нагрева нефти.

Задачами исследования являются: формализация основных физических процессов нагрева, определение ключевых параметров и начальных условий, разработка численного алгоритма для решения поставленной задачи и анализ полученных результатов в контексте реальных условий эксплуатации нефтяных резервуаров.

Математическое моделирование в данной области – не просто теоретический инструмент, но и практическое решение для предсказания поведения нефтепродуктов при нагреве, что, в свою очередь, способствует повышению эффективности процессов и сокращению потерь [3]. Практическая значимость математического моделирования подчеркивается необходимостью оптимизации тепло- и массообменных процессов, что напрямую сказывается на снижении экономических расходов и уменьшении негативного воздействия на окружающую среду [4].

Существующие математические модели представляют собой важные инструменты для изучения и оптимизации процессов нагрева.

Однако, несмотря на значительные успехи в этой области, остаются вопросы, требующие углубленного анализа и разработки более точных и универсальных моделей, учитывающих распределенные параметры и нелинейность процессов [5]. Кроме того, существенным аспектом являются адаптация моделей к реальным условиям эксплуатации и возможность предсказания пожарных рисков, что является значимым вопросом для обеспечения безопасности [6].

В последние десятилетия усилия ученых и инженеров были направлены на разработку и усовершенствование моделей и методик для анализа и управления процессами тепло- и массообмена в нефтяных резервуарах. Значительный вклад в разработку математических моделей, описывающих эти процессы, внесли такие исследователи, как Е.В. Кузнецов, который предложил комплексный подход к моделированию динамики тепло- и массопереноса в нефтяных резервуарах [1]. Эти модели позволяют более точно прогнозировать изменения состояний нефтепродуктов и оценивать возможные потери.

Существенное внимание в литературе уделено и проблеме минимизации потерь бензинов от испарения, что представляет значительную экономическую и экологическую проблему. А.В. Кулагин и А.А. Коршак разработали методики, способствующие сокращению таких потерь, особенно актуальных для горизонтальных подземных резервуаров автозаправочных станций [2; 3]. Их работа подчеркивает значимость точных расчетов и применения научно обоснованных методов для оптимизации эксплуатации нефтяных хранилищ.

Э.Я. Рапопорт, в свою очередь, сфокусировался на структурном моделировании объектов и систем управления с распределенными параметрами, предоставив фундамент для улучшения управления процессами в таких сложных системах, как нефтяные резервуары [4]. Эти модели являются ключевыми для создания эффективных систем управления и мониторинга, предотвращения аварийных ситуаций и минимизации рисков.

Д.О. Сазонов расширил область применения математического моделирования, в частности, к объектам технологического нагрева нефтепродуктов с распределенными параметрами, что позволяет существенно повысить эффективность процессов обогрева и снизить энергетические издержки [5].

Наконец, работа С.А. Шевцова и соавторов посвящена методикам определения расчетных величин пожарного риска для наземных резервуаров с нефтепродуктами. В их исследованиях представлены новаторские подходы к оценке пожарной безопасности, что имеет критическое значение для проектирования и эксплуатации нефтебаз [6].

Математические модели, используемые для описания процессов нагрева нефти в резервуарах, представляют собой комплексный инструментарий, позволяющий анализировать и прогнозировать тепло- и массообменные процессы с высокой степенью достоверности. В качестве фундаментального подхода Е.В. Кузнецов предложил модель, включающую дифференциальные уравнения в частных производных, которые описывают тепловые потоки в условиях нестационарного режима работы нефтяных резервуаров [1]. Данная модель учитывает особенности конвективного и радиационного обмена, а также специфику фазовых переходов, происходящих при различных температурах.

Д.О. Сазонов расширил этот подход, введя в рассмотрение параметры, характеризующие неоднородность температурного поля по высоте резервуара и учитывающие тепловые потери через стенки и дно емкости [5]. В его модели особое внимание уделяется детальному описанию граничных условий, что позволяет более точно моделировать реальные условия эксплуатации.

Также стоит отметить работы Э.Я. Рапопорта, в которых развивается концепция структурного моделирования объектов с распределенными параметрами. Автор акцентирует внимание на важности учета структурной сложности реальных систем управления технологическими процессами нагрева, включая взаимодействие между различными физическими процессами внутри резервуара [4].

Эти исследования лежат в основе современных методик расчета, которые позволяют оптимизировать процессы нагрева нефтепродуктов, сокращая тем самым энергетические затраты и уменьшая негативное воздействие на окружающую среду. Применение математических моделей в этой области не только способствует повышению эффективности процессов, но и значительно увеличивает безопасность эксплуатации нефтяных резервуаров, что подтверждается исследованиями С.А. Шевцова

и соавторов [6].

В процессе анализа существующих математических моделей, применяемых для описания процесса нагрева нефти, было выявлено, что ключевое значение имеет точное понимание тепло- и массообменных процессов в нефтяных резервуарах. Исследование Е.В. Кузнецова предоставляет ценную методику расчета данных процессов, основанную на дифференциальных уравнениях теплопроводности и конвекции, что позволяет учитывать изменения температур в разных точках резервуара [1]. Аналогичные методологические подходы, описанные Д.О. Сазоновым, позволяют моделировать нагрев нефтепродуктов с учетом распределенных параметров, таких как температура и плотность продукта, что важно для оптимизации процесса нагрева и предотвращения перегрева [5].

А.В. Кулагин в своих работах сосредоточил внимание на методиках прогнозирования и сокращения потерь бензинов от испарения, что также необходимо учитывать при разработке моделей нагрева, поскольку испарение влияет на тепловые характеристики процесса [2; 3]. Работа Э.Я. Рапопорта посвящена структурному моделированию систем с распределенными параметрами, что дает фундамент для создания более сложных и точных моделей, включающих различные виды нестационарных и нелинейных процессов [4].

С учетом потенциальных рисков, связанных с пожарной безопасностью, значимым является исследование С.А. Шевцова и соавторов, которое предлагает методику определения расчетных величин пожарного риска, что может быть интегрировано в общую систему управления процессом нагрева для повышения его безопасности [6].

Таким образом, совокупность математических моделей, представленных в рассмотренных исследованиях, позволяет сформировать комплексный подход к описанию процесса нагрева нефти, учитывающий как физические аспекты теплообмена, так и операционные риски. Объединение данных подходов и их дальнейшее развитие могут привести к созданию оптимизированных и безопасных методик нагрева нефти, что будет способствовать повышению эффективности и экономической выгоды процессов в нефтяной промышленности.

Список литературы

1. Кузнецов Е.В. Математическая модель и методика расчета тепло и массообменных процессов в нефтяных резервуарах // ГИАБ. 2010. № 12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskaya-model-i-metodika-rascheta-teplo-i-massoobmennyh-protsessov-v-neftyanyh-rezervuarah.

2. Кулагин, А.В. Прогнозирование и сокращение потерь бензинов от испарения из горизонтальных подземных резервуаров АЗС : специальность 25.00.19 «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / А.В. Кулагин. – Уфа, 2003. – 183 с.

3. Кулагин, А.В. Разработка методик расчета и сокращения потерь бензина из резервуаров автозаправочных станций / А.В. Кулагин, А.А. Коршак // Проблемы нефтегазовой отрасли: Материалы научно-методической конференции. – Уфа : Изд-во УГНТУ, 2000. – С. 196.

4. Рапопорт, Э.Я. Структурное моделирование объектов и систем управления с распределенными параметрами : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Упр. и информатика в техн. системах» / Э.Я. Рапопорт. – М. : Издательство «Высшая Школа», 2003. – 302 с.

5. Сазонов, Д.О. Математическое моделирование объекта технологического нагрева нефтепродуктов с распределенными параметрами / Д.О. Сазонов // Перспективы развития информационных технологий. – 2012. – № 8. – С. 108–111.

6. Шевцов, С.А. К методике определения расчетных величин пожарного риска наземных резервуаров с нефтепродуктами / С.А. Шевцов, Д.В. Каргашилов, И.А. Быков // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2017. – № 1(22). – С. 42–48.

References

1. Kuznetsov Ye.V. Matematicheskaya model' i metodika rascheta teplo i massoobmennykh

protsessov v neftyanykh rezervuarakh // GIAB. 2010. № 12. [Electronic resource]. – Access mode : https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskaya-model-i-metodika-rascheta-teplo-i-massoobmennyh-protsessov-v-neftyanyh-rezervuarah.

2. Kulagin, A.V. Prognozirovaniye i sokrashcheniye poter' benzinov ot ispareniya iz gorizontal'nykh podzemnykh rezervuarov AZS : spetsial'nost' 25.00.19 «Stroitel'stvo i ekspluatatsiya neftegazoprovodov, baz i khranilishch» : dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / A.V. Kulagin. – Ufa, 2003. – 183 s.

3. Kulagin, A.V. Razrabotka metodik rascheta i sokrashcheniya poter' benzina iz rezervuarov avtozapravochnykh stantsiy / A.V. Kulagin, A.A. Korshak // Problemy neftegazovoy otrasli: Materialy nauchno-metodicheskoy konferentsii. – Ufa : Izd-vo UGNTU, 2000. – S. 196.

4. Rapoport, E.YA. Strukturnoye modelirovaniye ob"yektov i sistem upravleniya s raspredelennymi parametrami : Ucheb. posobiye dlya studentov vuzov, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti «Upr. i informatika v tekhn. sistemakh» / E.YA. Rapoport. – M. : Izdatel'stvo «Vysshaya Shkola», 2003. – 302 s.

5. Sazonov, D.O. Matematicheskoye modelirovaniye ob"yekta tekhnologicheskogo nagreva nefteproduktov s raspredelennymi parametrami / D.O. Sazonov // Perspektivy razvitiya informatsionnykh tekhnologiy. – 2012. – № 8. – S. 108–111.

6. Shevtsov, S.A. K metodike opredeleniya raschetnykh velichin pozharnogo riska nazemnykh rezervuarov s nefteproduktami / S.A. Shevtsov, D.V. Kargashilov, I.A. Bykov // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MCHS Rossii. – 2017. – № 1(22). – S. 42–48.

© М.И. Сизяков, М.А. Щербакова, 2023

УДК 338.27

Б.А. ШВАЙКО, А.А. КУЗНЕЦОВ, Н.О. РОМАНОВ
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва

ОБЗОР МЕТОДОВ НОРМАЛИЗАЦИИ КРИТЕРИЕВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Ключевые слова: агрегационные методы нормализации; критерии устойчивого развития; методы стандартизации.

Аннотация. Устойчивое развитие должно удовлетворять основные потребности всех людей, предоставляя равные возможности для достижения лучшей жизни. Основные принципы устойчивого развития включают долгосрочное развитие, учет ограничений природных ресурсов и базовых потребностей людей. Цель статьи – обзор различных методов нормализации критериев устойчивого развития, включая методы ранжирования и стандартизации. Эти методы направлены на упорядочивание и стандартизацию критериев для облегчения сравнения и анализа данных в сфере устойчивого развития, где необходимо учитывать экономические, социальные и экологические аспекты. Задача исследования – выявить наиболее подходящий метод стандартизации показателей устойчивого развития. Гипотеза исследования: все критерии показателей устойчивого развития можно привести к единому виду для упрощения работы с данными показателями. Методы исследования: системный подход, обобщение, сравнительный анализ. Достигнутые результаты: проанализированы основные существующие методы нормализации данных, определены наиболее подходящие в рамках дальнейшего исследования.

Устойчивое развитие является ключевой концепцией в современном обществе, стремящемся создать равновесие между удовлетворением текущих потребностей и сохранением ресурсов для будущих поколений [1]. Критерии устойчивого развития ООН представляют собой набор ключевых параметров, которые используются для оценки и мониторинга прогресса стран в направлении устойчивого развития. Эти критерии были представлены в рамках «Повестки дня 21 века» (*Agenda* 21) [2], принятой в Рио-де-Жанейро в 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию (*UNCED*). Этот подход включает в себя тройное взаимодействие между экономическими, экологическими и социальными аспектами.

Под устойчивым развитием понимается тот вид развития, который удовлетворяет текущие потребности, не представляя угрозу способности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [3]. Данная концепция включает в себя два важных понятия: понятие потребностей, включая приоритетные потребности беднейших слоев населения, и понятие ограничений, обусловленных технологическими и организационными аспектами общества, которые ограничивают способность окружающей среды удовлетворять текущие и будущие потребности человечества.

Основная цель устойчивого развития экономики заключается в удовлетворении человеческих потребностей и стремлений. В соответствии с директивой по глобальной отчетности концепция устойчивого развития опирается на пять основных принципов [4].

Первый принцип подчеркивает способность человечества придавать устойчивый и долгосрочный характер развитию, удовлетворяя текущие потребности, не забывая о потребностях будущих поколений. Второй принцип отмечает относительность ограничений в области использования природных ресурсов, связанных с уровнем технологии и организацией общества, а также со способностью биосферы справляться с последствиями человеческой деятельности. Третий принцип подчеркивает необходимость удовлетворения базовых потребностей всех людей и предоставления равных возможностей для реализации надежд на лучшую жизнь. Отсутствие этого условия делает устойчивое и долгосрочное развитие невозможным. Четвертый принцип призывает к

согласованию образа жизни тех, кто обладает значительными ресурсами, с экологическими возможностями планеты, включая потребление энергии. Пятый принцип подчеркивает необходимость согласования размеров и темпов роста населения с изменяющимся производственным потенциалом глобальной экосистемы Земли.

Особое внимание уделяется динамичному характеру устойчивого развития, представляющему собой процесс изменений, в котором адаптируются масштабы ресурсоиспользования, направление капиталовложений, ориентация технологического развития и институциональные изменения, чтобы соответствовать текущим и будущим потребностям [5].

Однако, чтобы измерить уровень устойчивого развития, необходимо определить и нормализовать различные критерии, отражающие эти аспекты. В рамках внедрения Концепции предусмотрено проведение ежегодного мониторинга развития различных макроэкономических секторов.

В данной статье рассматриваются разные методы нормализации критериев устойчивого развития.

1. Агрегационные методы нормализации в контексте критериев устойчивого развития представляют собой подход, направленный на объединение различных критериев в единый общий показатель, который отражает уровень устойчивости. Эти методы помогают сравнить различные аспекты устойчивого развития, учитывая их взаимосвязь и важность для общей картины. Среди основных инструментов, представляющих агрегационные методы нормализации данных, можно выделить следующие.

1.1. Взвешенная сумма. Это один из наиболее распространенных инструментов. Каждый критерий умножается на весовой коэффициент, отражающий его относительную важность, затем полученные произведения суммируются, образуя единый показатель. К примеру, если экономическая устойчивость считается более важной, чем экологическая, то экономические критерии могут быть взвешены большими весами.

1.2. Методы аддитивных и мультипликативных индексов. Аддитивные индексы предполагают, что влияние каждого критерия накапливается, а мультипликативные индексы учитывают взаимодействие между критериями. К примеру, аддитивный индекс может быть представлен как сумма значений критериев, в то время как мультипликативный индекс включает в себя произведение значений критериев.

1.3. Методы линейного программирования характеризуются использованием математического программирования для определения оптимального баланса между критериями. Данный метод позволяет найти такие значения критериев, которые максимизируют либо минимизируют целевую функцию (в данном случае уровень устойчивого развития).

2. Методы ранжирования являются важной частью агрегационных подходов к нормализации критериев устойчивого развития. Эти методы направлены на упорядочивание различных критериев по степени их важности или влияния на общий уровень устойчивого развития. Среди основных методов ранжирования можно выделить следующие.

2.1. Методы абсолютных рангов. Данный метод предполагает, что каждый критерий получает свой собственный ранг, независимо от других. Критерии затем упорядочиваются по их абсолютным рангам. Например, если у нас есть три критерия *A*, *B* и *C*, и критерий *A* имеет самый высокий абсолютный ранг, то он будет первым в ранжировании.

2.2. Методы относительных рангов. Эти методы учитывают относительные различия между критериями, присваивая им ранги относительно друг друга. Например, если критерий *A* занимает первое место относительно критерия *B* и второе место относительно критерия *C*, то его средний относительный ранг будет 1 + 2/2 = 1,5.

2.3. Методы парных сравнений. Этот метод предполагает, что эксперты сравнивают пары критериев и определяют, какой из них более важен. На основе этих сравнений строится матрица предпочтений.

3. Методы стандартизации в контексте критериев устойчивого развития направлены на приведение различных критериев и показателей к общему стандартному формату, что облегчает сравнение и анализ данных. Эти методы помогают создать общую шкалу измерений, что особенно важно в сфере устойчивого развития, где необходимо учитывать экономические, социальные и экологические аспекты. Ключевыми можно считать следующие.

3.1. *Z*-преобразование. Этот метод приводит значения критериев к стандартной шкале, где среднее значение равно 0, а стандартное отклонение – 1. Формула *Z*-преобразования сле-

дующая:

$$Z = \frac{(X - \text{среднее значение})}{\text{стандартное отклонение}}.$$

Значения *Z*-преобразования могут быть использованы для сравнения, так как они выражают отклонение каждого значения от среднего в стандартных единицах.

3.2. Мин-Макс стандартизация. Этот метод приводит значения критериев к заданному диапазону, обычно от 0 до 1:

$$Y = \frac{(X - \text{минимум})}{\text{максимум} - \text{минимум}}.$$

Преимущество этого метода состоит в том, что он сохраняет относительные различия между значениями.

3.3. Преобразование в единицы или десятичные доли. Критерии приводятся к виду, где значения выражаются в виде процентов (0–100 %) или десятичных долей (0–1). Это облегчает сопоставление значений на различных шкалах.

Стандартизация позволяет унифицировать измерения, сделав их сравнимыми между собой. В контексте устойчивого развития это особенно важно, поскольку позволяет оценивать и сравнивать влияние экономических, социальных и экологических параметров на уровень устойчивости.

Особое место в нормализации данных занимает метод *Sigmoid*. Данный метод используется для приведения данных к интервалу от 0 до 1 с помощью функции сигмоиды. Этот метод подходит для данных, которые имеют нелинейную зависимость и являются несимметричными. Данный метод может быть особенно полезен при анализе данных, связанных с экологическими и социальными системами, так как они часто имеют нелинейные и сложные зависимости между переменными [6].

Нормализация данных – это важный этап в анализе данных, который позволяет привести их к общему масштабу и сравнивать между собой. Однако разные методы нормализации могут давать разные результаты в зависимости от типа данных и их распределения. Поэтому, чтобы получить более точные и надежные результаты, необходимо пробовать различные методы нормализации и выбирать тот, который лучше всего подходит для данного типа данных и целей исследования. Выбор подходящего метода зависит от целей и особенностей конкретного исследования. Важно постоянно улучшать и развивать эти методы, чтобы они лучше соответствовали сложившимся вызовам и требованиям устойчивого развития в будущем.

Список литературы

1. Швайко, Б.А. Внедрение системы менеджмента качества на машиностроительном предприятии в условиях цифровой трансформации / Б.А. Швайко, Ю.Г. Герцик // Устойчивое развитие и новая индустриализация: наука, экономика, образование : Материалы конференции, Москва, 17 декабря 2021 года. – Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2021. – С. 142–147.
2. Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development and Rio Declaration. N.Y., 1993.
3. THE CLUB OF ROME [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.clubofrome.org.
4. Stichting Global Reporting Initiative (GRI) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.globalreporting.org.
5. Кузнецов, А.А. Принципы устойчивого развития в природоохранных проектах нефтехимического комплекса / А.А. Кузнецов // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 7(145). – С. 77–79.
6. Левина, Е.И. Понятие «устойчивое развитие». Основные положения концепции / Е.И. Левина // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2009. – № 11(79). – С. 113–119.

References

1. Shvayko, B.A. Vnedreniye sistemy menedzhmenta kachestva na mashinostroitel'nom

predpriyatii v usloviyakh tsifrovoy transformatsii / B.A. Shvayko, YU.G. Gertsik // Ustoychivoye razvitiye i novaya industrializatsiya: nauka, ekonomika, obrazovaniye : Materialy konferentsii, Moskva, 17 dekabrya 2021 goda. – Moskva: Moskovskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet imeni N.E. Baumana (natsional'nyy issledovatel'skiy universitet), 2021. – S. 142–147.

2. Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development and Rio Declaration. N.Y., 1993.

3. THE CLUB OF ROME [Electronic resource]. – Access mode : www.clubofrome.org.

4. Stichting Global Reporting Initiative (GRI) [Electronic resource]. – Access mode : www.globalreporting.org.

5. Kuznetsov, A.A. Printsipy ustoychivogo razvitiya v prirodookhrannykh proyektakh neftekhimicheskogo kompleksa / A.A. Kuznetsov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 7(145). – S. 77–79.

6. Levina, Ye.I. Ponyatiye «ustoychivoye razvitiye». Osnovnyye polozheniya kontseptsii / Ye.I. Levina // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnyye nauki. – 2009. – № 11(79). – S. 113–119.

© Б.А. Швайко, А.А. Кузнецов, Н.О. Романов, 2023

УДК 004.912

С.Г. БЕДНЯК, Е.П. ПОНОМАРЕВА
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара

МЕТОДЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТА

Ключевые слова: алгоритмы удаления стоп-слов; лемматизация; маркировка части речи и распознавание именованных объектов; стемминг; токенизация; *NLP* системы.

Аннотация. Для подготовки неструктурированных текстовых данных к машинному обучению необходима их предварительная обработка, включающая некоторые уникальные шаги. В статье анализируются такие шаги предварительной обработки, как лемматизация, токенизация, стемминг, удаление стоп-слова, маркировки части речи и распознавание именованных объектов. Цель исследования состоит в рассмотрении методов предварительной обработки для интеллектуального анализа текста. Задачи исследования: рассмотреть этапы предварительной обработки текста, определить распознавание именованных объектов, изучить методы интеллектуального анализа текста. Гипотеза исследования заключается в том, что предварительная обработка данных определяет качество выполнения, от которого зависит возможность получения качественных результатов всего процесса анализа данных. Методы исследования: в статье использованы методы интеллектуального анализа данных и правдоподобного вывода, в частности ДСМ-метод автоматизированной поддержки научных исследований, а также методы компьютерной лингвистики, машинного обучения, информационного поиска, теории множеств, теории вероятностей и математической статистики, кластерного анализа, теории графов, теории алгоритмов. Результаты исследования заключаются в определении методов интеллектуального анализа текста, которые позволяют получить предварительные знания о различных методах предварительной обработки текста.

Интеллектуальный анализ текста (*Text mining*) представляет процесс поиска и/или извлечения полезной информации из текстовых данных.

На этапе предварительной обработки определяются фундаментальные единицы – те символы, слова и предложения, которые, будучи фундаментальными единицами, будут переданы на все последующие этапы обработки, такие как морфологические анализаторы и части – речевые тегеры с помощью таких приложений, как системы поиска информации и машинного перевода [1–8].

Процесс предварительной обработки текста включает в себя очистку, преобразование и обогащение необработанных текстовых данных для повышения точности и эффективности алгоритмов машинного обучения.

Текстовые данные часто содержат шум в виде нежелательных символов, специальных символов, *HTML*-тегов и противоречивых форматов. Предварительная обработка текстовых данных помогает удалить эти элементы шума, стандартизировать текстовый формат и извлечь значимые функции, которые можно использовать для построения моделей машинного обучения.

Предварительная обработка текста включает в себя несколько этапов, таких как написание строчных букв, токенизация, стемминг, удаление стоп-слов, лемматизация, проверка и исправление орфографии, маркировка частей речи, распознавание именованных объектов, векторизация и извлечение признаков.

Правильно обработанные текстовые данные могут привести к созданию более точных и эффективных моделей машинного обучения, особенно в таких задачах, как анализ настроений, классификация текста, обобщение текста и языковой перевод.

Ниже приведены общие этапы предварительной обработки текста.

1. Токенизация.

Процесс преобразования необработанного текста в последовательность токенов (слов, фраз, символов и т.д.) называется токенизацией.

Токенизация необходима при обработке текста, чтобы разбить большой текст на более мелкие части, называемые токенами, которые можно легче анализировать. Токенизация важна, поскольку большинство алгоритмов *NLP* требуют, чтобы входные данные были в форме токенов, а не полного блока текста.

Например, рассмотрим предложение: «Быстрая рыжая лиса перепрыгнула ленивую собаку». Токенизация этого предложения разбила бы его на отдельные лексемы, такие как «быстрый», «рыжая», «лиса», «прыгнул», «пере», «ленивый» и «собака». После токенизации текста с этими токенами можно выполнять различные задачи *NLP*, такие как маркировка частей речи, распознавание именованных объектов, анализ настроений и т.д.

Помимо того, что токенизация является необходимым шагом для большинства алгоритмов *NLP*, она также может повысить точность анализа за счет уменьшения двусмысленности в тексте. Например, рассмотрим слово «бег». В зависимости от контекста его можно интерпретировать как глагол или существительное. Разбивая текст на токены, алгоритм может легче определить предполагаемое значение каждого слова на основе окружающего контекста.

Пример кода *Python* для токенизации приведен ниже:

```
from nltk.tokenize import word_tokenize
text = "This is a sample text for tokenization."
tokens = word_tokenize(text)
print(tokens).
```

Выход:

```
['This', 'is', 'a', 'sample', 'text', 'for',
'tokenization', '.'].
```

2. Удаление стоп-слов.

Стоп-слова – это часто используемые слова в языке, такие как «и», «а» и т.д., которые не придают тексту особого смысла. Удаление этих слов помогает уменьшить шум в текстовых данных.

Удаление стоп-слов необходимо при предварительной обработке текста, поскольку стоп-слова – это слова, которые очень распространены в языке, но не несут какого-либо конкретного значения в контексте предложения. Эти слова занимают ценное место в памяти и могут замедлить анализ. Поэтому удаление их из текста может повысить эффективность и точность анализа.

Например, в предложении «Кот сидел на коврике» стоп-слово здесь «на». Удаление этого стоп-слова приведет к тому, что оставшиеся слова будут иметь большее значение для анализа: «кот», «сидел» и «коврик».

Пример кода *Python* для удаления стоп-слов приведен ниже:

```
from nltk.corpus import stopwords
stop_words = set(stopwords.words("english"))
tokens = [word for word in tokens if not word
in stop_words]
print(tokens).
```

Выход:

```
['This', 'sample', 'text', 'tokenization', '.'].
```

3. Стемминг.

Стемминг – это процесс приведения слова к его основе или корневой форме. Например, слова «прыжок», «прыжки» и «прыгнул» будут сокращены до «прыжок» с помощью алгоритма стеммирования. Основная цель стемминга – свести различные формы слова к общей базовой форме, что может помочь в таких задачах, как классификация текста, анализ настроений и поиск информации.

Стемминг важен при обработке текста, поскольку он помогает уменьшить количество уникальных слов в текстовом корпусе, что упрощает обработку и анализ данных. Приведя слова к их базовой форме, можно сгруппировать различные варианты одного и того же слова и рассматривать их как один термин. Это может повысить точность и эффективность многих задач обработки естественного языка.

Существует несколько популярных алгоритмов стемминга, используемых при обработке текста, в том числе алгоритм стемминга Портера и алгоритм стемминга *Snowball*. Эти алгоритмы работают, применяя набор правил для удаления аффиксов из слов и приведения их к базовой форме.

Пример кода Стемминга на *Python* приведен ниже:

```
from nltk.stem import PorterStemmer
stemmer = PorterStemmer()
stemmed_words = [stemmer.stem(word) for word in tokens]
print(stemmed_words).
```

Выход:

```
['thi', 'sampl', 'text', 'token', '.'].
```

4. Лемматизация.

Лемматизация – это процесс приведения слов к их базовой или словарной форме (известной как лемма), чтобы их можно было анализировать как один элемент, а не как несколько различных форм. Например, слово «беганье» можно привести к его базовой форме «бег» посредством лемматизации.

Лемматизация необходима при предварительной обработке текста, чтобы уменьшить вариации слов и сгруппировать похожие слова вместе, что может помочь в анализе и понимании текста. Приведя слова к их базовой форме, становится легче подсчитывать и анализировать появление слов, а также определять связи между словами в тексте. Это особенно полезно в задачах обработки естественного языка (*NLP*), таких как анализ настроений, тематическое моделирование и классификация текста.

Стемминг и лемматизация – это два распространенных метода, используемых при обработке естественного языка для сведения слов к их базовой или корневой форме. Основное различие между стеммингом и лемматизацией состоит в том, что стемминг – это грубый процесс удаления суффиксов из слов для получения их корневых форм, тогда как лемматизация – это более сложный процесс сопоставления слов с их базовыми формами с использованием словарного и морфологического анализа слов.

Стемминг основан на отсечении концов слов с использованием простых правил и эвристик, без учета контекста или значения слова. Например, слово «беганье» будет связано со словом «бег», слово «бегом» будет связано со словом «беганье» и так далее. Стемминг является более быстрым и менее ресурсоемким, чем лемматизация, но он может привести к неточностям из-за чрезмерного или недостаточного стемминга слов.

С другой стороны, лемматизация использует словарный запас и морфологический анализ слов для сопоставления слов с их базовыми формами или леммами. Этот процесс учитывает контекст и значение слова и может дать более точные результаты, чем стемминг. Например, слово «беганье» будет лемматизировано как «бег», а слово «бегать» также будет лемматизировано как «бежать». Однако лемматизация требует больше вычислительных затрат, чем стемминг, и больше ресурсов, таких как словарь или тезаурус.

Пример кода *Python* для лемматизации приведен ниже:

```
from nltk.stem import WordNetLemmatizer
lemmatizer = WordNetLemmatizer()
lemmatized_words = [lemmatizer lemmatize(word) for word in tokens]
print(lemmatized_words).
```

Выход:

```
['This', 'sample', 'text', 'tokenization', '.'].
```

5. Маркировка части речи.

Идентификация части речи представляет собой маркировку части речи каждого слова в предложении как существительного, глагола, прилагательного, наречия и т.д. Тег *POS* полезен в различных задачах обработки естественного языка, таких как анализ настроений, классификация текста, извлечение информации и машинный перевод.

Вот пример на английском языке того, как выполнить маркировку *POS* с помощью библиотеки *Natural Language Toolkit* (*nltk*) в *Python*:

```
import nltk

# Sample sentence
sentence = "The quick brown fox jumps over the lazy dog"

# Tokenize the sentence into words
words = nltk.word_tokenize(sentence)

# Perform POS tagging
pos_tags = nltk.pos_tag(words)

# Print the POS tags
print(pos_tags).
```

Выход:

```
[('The', 'DT'), ('quick', 'JJ'), ('brown', 'NN'),
```

('fox', 'NN'), ('jumps', 'VBZ'), ('over', 'IN'), ('the', 'DT'), ('lazy', 'JJ'), ('dog', 'NN')].

В выходных данных каждое слово в предложении помечается соответствующей меткой части речи. Например, «*The*» помечается как определитель (*DT*), «*quick*» помечается как прилагательное (*JJ*), «рыжая» и «лиса» помечаются как существительные (*NN*), «прыжки» помечены как глагол в настоящем времени третьего лица единственного числа (*VBZ*), слово «*over*» помечается как предлог (*IN*) и так далее.

6. Распознавание именованных объектов.

Распознавание именованных объектов (*Named Entity Recognition, NER*) – это метод обработки естественного языка, который используется для идентификации и извлечения именованных объектов из заданного текста. Именованные объекты могут быть чем угодно: человеком, организацией, местоположением, продуктом и т.д.

Такой шаг в предварительной обработке текста, как *NER,* обеспечивает извлечение из текста информации, важной для таких задач, как анализ настроений, классификация текста, поиск информации и т.д.

Вот пример кода *Python* для выполнения *NER* с использованием библиотеки *spaCy*:

```
import spacy

# Load the English language model
nlp = spacy.load("en_core_web_sm")

# Sample text for NER
text = "Apple is looking at buying U.K. startup for $1 billion"

# Process the text with the language model
doc = nlp(text)

# Extract named entities from the text
for ent in doc.ents:
    print(ent.text, ent.label_).
```

В этом коде после загрузки *spacy.load*() определяется образец текста, для которого хотим выполнить *NER*. Обрабатываем текст с использованием загруженной языковой модели и получаем объект *Doc*. Наконец, просматривается свойство *ents* объекта *Doc*, чтобы извлечь именованные объекты и их метки.

Выход приведенного выше кода будет:

```
Apple ORG
U.K. GPE
$1 billion MONEY.
```

Из этого выхода следует, что именованные объекты в образце текста были правильно идентифицированы и им присвоены метки. «*Apple*» идентифицируется как организация (*ORG*), «*U.K.*» идентифицируется как геополитическая единица (*GPE*), а «$1 *billion*» идентифицируется как денежная стоимость (*MONEY*).

Таким образом, интеллектуальный анализ текста – это процесс поиска или извлечения полезной информации из текстовых данных. Он использует различные методы предварительной обработки, такие как удаление стоп-слов и стемминг. В этой статье представлена обобщенная информация об основных методах предварительной обработки текста, то есть об алгоритмах удаления стоп-слов, стемминга, токенизации, лемматизации, маркировки части речи и распознавании именованных объектов. Предполагается, что статья поможет исследователям интеллектуального анализа текста получить предварительные знания о различных методах предварительной обработки текста.

Список литературы

1. Пикалев, Я.С. Обзор архитектур систем интеллектуальной обработки естественно-языковых текстов / Я.С. Пикалев // Проблемы искусственного интеллекта. – 2020. – № 4(19). – С. 45–68.

2. Прикладной анализ текстовой информации на Python / И.Т. Аешин, В.А. Федоров, А.А. Городов, Н.А. Абдулаев // Решетневские чтения : Материалы XXV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева. В 2-х частях, Красноярск, 10–12 ноября 2021 года / Под общей редакцией Ю.Ю. Логинова. Том Часть 2. – Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2021. – С. 19–20.

3. Основы Natural Language Processing для текста. – Блог компании Voximplant Python [Элек-

тронный ресурс]. – Режим доступа : https://habr.com/ru/companies/Voximplant/articles/446738.

4. S. Saravia. Fundamentals of NLP – Chapter 1 – Tokenization, Lemmatization, Stemming, and Sentence Segmentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://dair.ai/notebooks/nlp/2020/03/19/nlp_basics_tokenization_segmentation.html.

5. Hadi, R.M. An Effective Preprocessing Step Algorithm in Text Mining Application / R.M. Hadi, S.H. Hashem, A.T. Maolood // Engineering & Technology Journal. – 2017. – Vol. 35. – Part B. – No. 2. – P. 126–131.

6. J. Jablonski.Natural Language Processing With Python's NLTK Package [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://realpython.com/nltk-nlp-python.

7. S. Kannan. Preprocessing Techniques for Text Mining. – Conference : RTRICS, October 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.researchgate.net/publication/273127322.

8. Vijayarani, S. Preprocessing Techniques for Text Mining – An Overview / S. Vijayarani, J. Ilamathi // Dr. S. Vijayarani et al, International Journal of Computer Science & Communication Networks. – 2015. – Vol. 5(1). – P. 7–16.

References

1. Pikalev, YA.S. Obzor arkhitektur sistem intellektual'noy obrabotki yestestvenno-yazykovykh tekstov / YA.S. Pikalev // Problemy iskusstvennogo intellekta. – 2020. – № 4(19). – S. 45–68.

2. Prikladnoy analiz tekstovoy informatsii na Python / I.T. Ayeshin, V.A. Fedorov, A.A. Gorodov, N.A. Abdulayev // Reshetnevskiye chteniya : Materialy XXV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati general'nogo konstruktora raketno-kosmicheskikh sistem akademika M.F. Reshetneva. V 2-kh chastyakh, Krasnoyarsk, 10–12 noyabrya 2021 goda / Pod obshchey redaktsiyey YU.YU. Loginova. Tom Chast' 2. – Krasnoyarsk : Sibirskiy gosudarstvennyy universitet nauki i tekhnologiy imeni akademika M.F. Reshetneva, 2021. – S. 19–20.

3. Osnovy Natural Language Processing dlya teksta. – Blog kompanii Voximplant Python [Electronic resource]. – Access mode : https://habr.com/ru/companies/Voximplant/articles/446738.

4. S. Saravia. Fundamentals of NLP – Chapter 1 – Tokenization, Lemmatization, Stemming, and Sentence Segmentation [Electronic resource]. – Access mode : https://dair.ai/notebooks/nlp/2020/03/19/nlp_basics_tokenization_segmentation.html.

6. J. Jablonski.Natural Language Processing With Python's NLTK Package [Electronic resource]. – Access mode : https://realpython.com/nltk-nlp-python.

7. S. Kannan. Preprocessing Techniques for Text Mining. – Conference : RTRICS, October 2014 [Electronic resource]. – Access mode : https://www.researchgate.net/publication/273127322.

© С.Г. Бедняк, Е.П. Пономарева, 2023

УДК 37

А.А. БУЛЬБАЧЕВА, Р.В. АСТАПОВ
ФГКОУ ВО «Академия управления МВД России», г. Москва;
ФГКОУ ВО «Белгородский юридический институт МВД Российской Федерации имени И.Д. Путилина», г. Белгород

ПРИМЕНЕНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПОИСКЕ ЗАПРЕЩЕННОГО КОНТЕНТА В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Ключевые слова: автоматизированная система; адаптация; запрещенный контент; интернет; мониторинговая система; обнаружение; обработка запросов; технико-криминалистическое средство; фиксация.

Аннотация. Цель данной работы заключается в проведении анализа применения технологий искусственного интеллекта для обнаружения фиксации и обработки запросов. Основными задачами статьи являются изучение характеристик и функциональных возможностей системы искусственного интеллекта автоматического поиска запрещенного контента в информационной сети интернет, анализ применения методов интеллектуального анализа данных в рамках данной системы и оценка ее эффективности. Полученные результаты подвергнуты количественному и качественному анализу и изложены в данной статье. В качестве теоретико-методологической основы статьи послужили универсальные научные принципы диалектической методологии познания. Были сделаны следующие выводы: программа искусственного интеллекта автоматического поиска запрещенного контента в информационной сети интернет является полезным инструментом для борьбы с запрещенным контентом, однако она не может полностью заменить человеческий фактор и требует постоянного обновления и развития для улучшения своих возможностей.

Принципы работы искусственного интеллекта автоматического поиска запрещенного контента в информационной сети интернет направлены на обеспечение эффективности и точности обнаружения фиксации и обработки запросов пользователей. Они основаны на использовании современных методов и технологий интеллектуального анализа данных.

Во II квартале 2023 г. на основании решений уполномоченных органов были удалены или заблокированы посты по категориям: азартные игры, фейки о ходе специальной военной операции (**СВО**), пронаркотический контент, нелегальная продажа лекарств, вовлечение несовершеннолетних в совершение противоправных действий, детская порнография, суицидальный контент, нелегальная продажа алкоголя [1].

Задача обнаружения фиксации и обработки запросов является важной и актуальной проблемой в области информационных технологий. Для решения данной задачи широко применяются различные методы и технологии, одной из которых является информационная система выявления признаков нарушений законодательства Российской Федерации в изображениях и видеоматериалах с использованием технологий искусственного интеллекта автоматического поиска запрещенного контента в информационной сети интернет.

Система искусственного интеллекта автоматического поиска запрещенного контента в информационной сети интернет («ИС ОКУЛУС») представляет собой комплексное решение, предназначенное для мониторинга и анализа информационной безопасности организации. Программа предназначена для автоматизированного выявления признаков нарушений законодательства Российской Федерации в изображениях и видеоматериалах, размещенных в сети «Интернет» [1].

Система имеет широкий спектр функцио-

нальных возможностей, позволяющих осуществлять мониторинг пользовательских запросов в режиме реального времени, а также проводить их анализ и обработку. Одной из особенностей системы является использование методов интеллектуального анализа данных, таких как машинное обучение и анализ текста, для повышения точности обнаружения и обработки запросов. Принципы работы «ИС ОКУЛУС» основаны на использовании современных методов интеллектуального анализа данных для обнаружения, фиксации и обработки запросов пользователей. Взаимодействие системы с пользователем происходит на основе анализа его поведения и действий, а также контекста выполнения запросов. Основными принципами работы «ИС ОКУЛУС» являются.

1. Сбор данных: система активно собирает и анализирует информацию о действиях пользователей, таких как посещение веб-страниц, ввод запросов, просмотр контента и другие взаимодействия с интерфейсом системы.

2. Обнаружение фиксации запросов: система анализирует последовательность действий пользователей и определяет моменты, когда он заинтересован в определенном контенте или продукте и фиксирует запрос. Это может быть основано на различных факторах, таких как время нахождения на странице, клики, прокрутка и другие действия пользователя.

3. Обработка запросов: после фиксации запроса система проводит его дальнейший анализ и обработку. На данном этапе могут использоваться машинное обучение, анализ текста, анализ контента и другие методы интеллектуального анализа данных. Целью обработки является определение смысла и цели запроса, а также предоставление соответствующей реакции или результата пользователю.

4. Реагирование и адаптация: система способна адаптироваться к поведению пользователя и изменениям его запросов. Например, система может предлагать релевантный контент и рекомендации на основе предыдущих действий пользователя и его предпочтений. Также система может изменять свое поведение и алгоритмы в зависимости от обратной связи и оценок пользователей.

5. Мониторинг и анализ результатов: система осуществляет постоянный мониторинг и анализ результатов своей работы. Это позволяет оценивать эффективность системы, выявлять проблемные моменты и вносить улучшения. Также система может быть настроена на автоматическую оптимизацию своих алгоритмов и параметров для достижения лучших результатов.

Для обработки информации в искусственном интеллекте автоматического поиска запрещенного контента в информационной сети интернет применяется не менее чем 48 серверов, оснащенных современными графическими ускорителями высокой производительности. Система способна выявлять запрещенные материалы на нескольких кадрах видеофрагментов, в сложных рукописных текстах и рисованном контенте [2].

Основные характеристики данной системы включают:

– мониторинг и анализ активности пользователей, включая контроль доступа к информационным ресурсам и приложениям;

– обнаружение и реагирование на кибератаки и другие угрозы информационной безопасности;

– анализ сетевого трафика для обнаружения потенциально вредоносных действий или угроз;

– машинное обучение и алгоритмы искусственного интеллекта для определения паттернов в активности пользователей и обнаружения аномального поведения;

– точность системы искусственного интеллекта автоматического поиска запрещенного контента в информационной сети интернет зависит от качества и актуальности используемых алгоритмов и баз данных, а также от настроек и конфигурации системы, высокая точность достигается при правильной настройке и постоянном обновлении системы.

В итоге программа искусственного интеллекта автоматического поиска запрещенного контента в информационной сети интернет является полезным инструментом для борьбы с запрещенным контентом, однако она не может полностью заменить человеческий фактор и требует постоянного обновления и развития для улучшения своих возможностей.

Список литературы

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023616710 Рос-

сийская Федерация. Информационная система выявления признаков нарушений законодательства Российской Федерации в изображениях и видеоматериалах с использованием технологий искусственного интеллекта (ИС ОКУЛУС) : № 2023612339 : заявл. 09.02.2023 : опубл. 30.03.2023 ; заявитель Российская Федерация, от имени которой выступает Федеральное государственное унитарное предприятие «Главный радиочастотный центр».

2. Ковальчук, В.Р. Мониторинговая система «Окулус» как технико-криминалистическое средство обнаружения, фиксации и обработки запрещенной информации в сети интернет / В.Р. Ковальчук // Бизнес и общество. – 2023. – № 2(38).

3. Козлов, И.А. Современные вызовы использования технологий, основанных на искусственном интеллекте в банковской сфере / И.А. Козлов // Глобальный научный потенциал. – 2023. – № 4(145). – С. 309–311.

References

1. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2023616710 Rossiyskaya Federatsiya. Informatsionnaya sistema vyyavleniya priznakov narusheniy zakonodatel'stva Rossiyskoy Federatsii v izobrazheniyakh i videomaterialakh s ispol'zovaniyem tekhnologiy iskusstvennogo intellekta (IS OKULUS) : № 2023612339 : zayavl. 09.02.2023 : opubl. 30.03.2023 ; zayavitel' Rossiyskaya Federatsiya, ot imeni kotoroy vystupayet Federal'noye gosudarstvennoye unitarnoye predpriyatiye «Glavnyy radiochastotnyy tsentr».

2. Koval'chuk, V.R. Monitoringovaya sistema «Okulus» kak tekhniko-kriminalisticheskoye sredstvo obnaruzheniya, fiksatsii i obrabotki zapreshchonnoy informatsii v seti internet / V.R. Koval'chuk // Biznes i obshchestvo. – 2023. – № 2(38).

3. Kozlov, I.A. Sovremennyye vyzovy ispol'zovaniya tekhnologiy, osnovannykh na iskusstvennom intellekte v bankovskoy sfere / I.A. Kozlov // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2023. – № 4(145). – S. 309–311.

© А.А. Бульбачева, Р.В. Астапов, 2023

УДК 004.932.72

А.Н. ПОЛИКАНИН, С.Н. НОВИКОВ
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»;
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Новосибирск

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КАНАЛА УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ

Ключевые слова: дальность обнаружения; оптический тепловизионный канал утечки информации; распознавание и идентификация; тепловизионная разведка; тепловые информационные объекты.

Аннотация. Целью исследования является анализ возможности возникновения оптического тепловизионного канала утечки информации при вводе данных с клавиатур и сенсорных экранов. Задачи: обзор существующих исследований, а также методик, позволяющих рассчитать предельные параметры канала через определение дальности обнаружения, распознавания и идентификации указанных тепловых информационных объектов. Гипотеза исследования: предлагается создание объединенной методики расчета и математической модели на ее основе, позволяющей учесть все параметры объекта, среды и тепловизора.

Введение

Оптический канал утечки информации не ограничен визуальным диапазоном спектра. В тепловом диапазоне, охватывающем длины волн от 2 до 15 мкм, возможно наблюдение и разведка тепловых объектов, несущих разнообразную конфиденциальную информацию.

Характер информации может иметь различную степень опасности. В частности, это могут быть тепловые отпечатки пальцев рук на клавиатуре различных устройств ввода информации, в том числе клавиатур банкоматов, терминалов систем контроля и управления доступом, тепловые следы ввода информации на поверхности сенсорных экранов.

В этой связи очень важен оперативный и точный расчет возможных удаленностей обнаружения, распознавания и идентификации тепловых следов и других тепловых информационных объектов с целью определения границ безопасной зоны работы с тепловой информацией.

Обзор исследований возможности возникновения канала утечки информации

Исследования возможности использования тепловых отпечатков в качестве объектов информационных атак проводились главным образом за рубежом. Впервые метод перехвата графических и числовых паролей через некоторое время после их ввода с использованием оптических средств разведки был описан учеными Пенсильванского университета в 2010 г. [11]. Впоследствии подобные исследования проводились нечасто и к текущему году известно лишь о нескольких из них. В частности, исследователи из университета Глазго под руководством доктора Мохамеда Хамиса (*Dr. Mohamed Khamis*) разработали систему определения паролей при вводе с клавиатуры с использованием анализа тепловых отпечатков, учитывая степень их интенсивности, которая зависит от времени ввода. Результаты опубликованы в 2020 и 2022 гг. [8; 12]. Проведя серию экспериментов с 1 500 изображениями с тепловыми отпечатками пальцев на клавиатуре (термограмм), исследователи показали, что можно успешно перехватывать пароли, состоящие из 6, 8, 12 и 16 символов со средней точностью

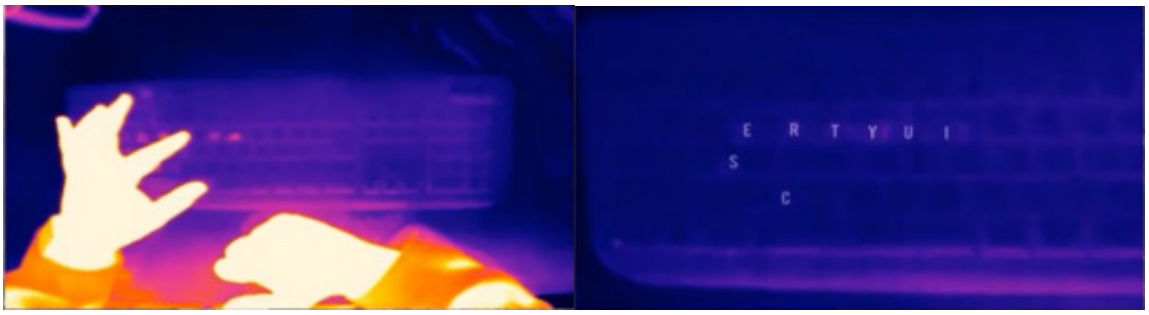


Рис. 1. Ввод пароля с клавиатуры и порядок определения нажатий клавиш

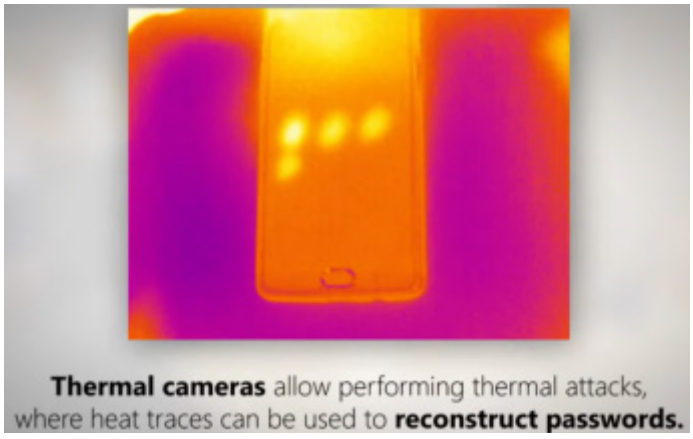


Рис. 2. Ввод пароля на сенсорном экране мобильного устройства

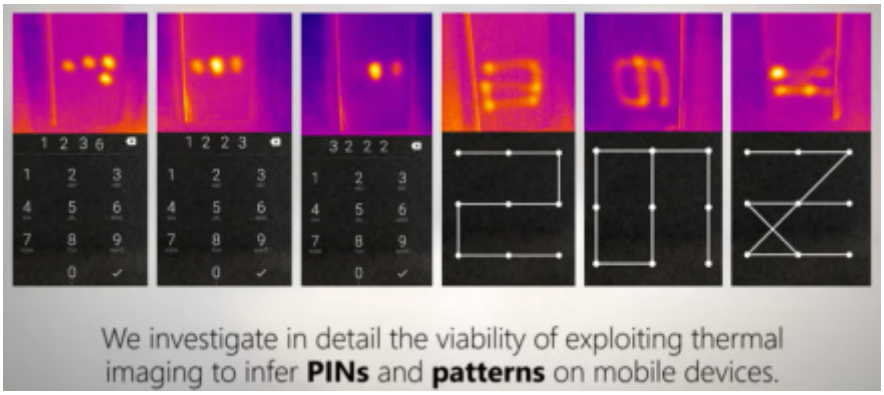


Рис. 3. Варианты перехвата цифровых и графических паролей в зависимости от времени ввода отдельных элементов пароля

92 %, 80 %, 71 % и 55 % соответственно. Перехват пароля возможен в течение как минимум 30 секунд после их ввода. В ходе исследований была определена возможность вскрытия 86 % паролей по их методике, в том случае если тепловизионное изображение было сделано в течение 20 секунд, и 76 % – если в течение 30 секунд, снижаясь до 62 % после 60 секунд ввода (рис. 1).

Также исследование показало, что материал клавиатуры оказывает влияние на статистику перехвата при использовании различных пластиков (акрилонитрил-бутадиен-стирол или поли-бутилен-терефталат). При использова-

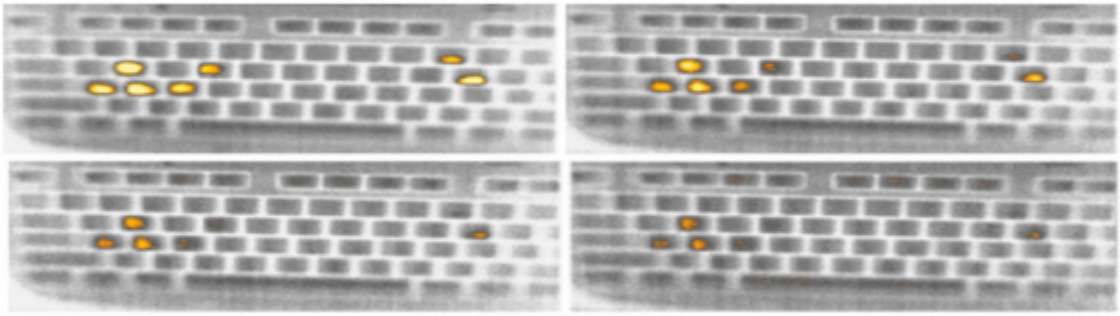


Рис. 4. Тепловые отпечатки ввода пароля по прошествии 0, 15, 30 и 45 секунд: соответственно, левое верхнее, правое верхнее, левое нижнее и правое нижнее изображения

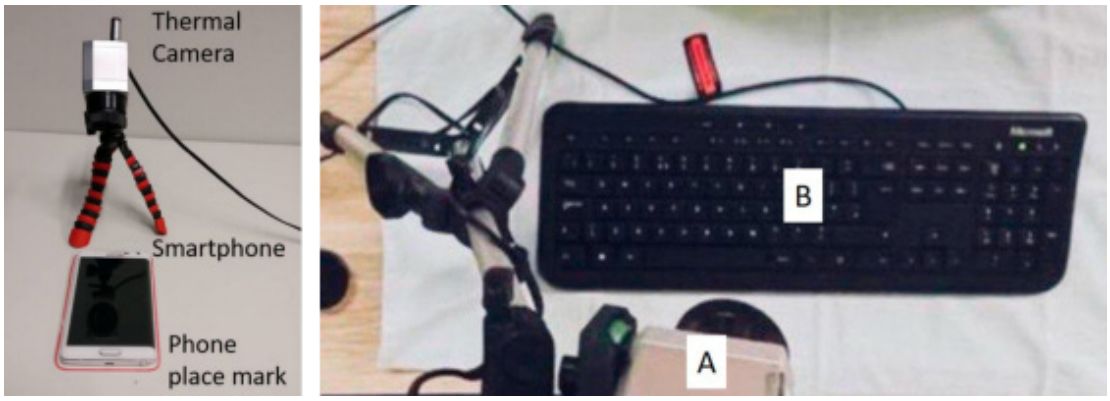


Рис. 5. Схема проведения экспериментов группы Мохамеда Хамиса

нии металлической клавиатуры устройств ввода банкоматов и терминалов контроля доступа эта разница должна проявляться сильнее.

Теми же исследователями проведены опыты по определению характера ввода графического или числового пароля сенсорного экрана мобильных устройств посредством тепловизионной разведки. Результаты исследований представлены на рис. 2 и 3.

На рисунках отчетливо видно, как порядок ввода цифр числового пароля может быть определен по интенсивности теплового отпечатка. То же самое можно воспроизвести и для порядка ввода графического пароля.

Для эксперимента использовалась инфракрасная камера *Optris PI* 450 с разрешением 764×480, 80 Гц и пороговой разностью температур 0,004 *K*, температурный диапазон съемок от –20 °C до 100 °C.

Исследователи представили наглядную видеодемонстрацию возможности тепловой съемки перехвата ввода информации с клавиатуры и сенсорного экрана мобильного устройства [13].

Другая группа исследователей из Калифорнийского университета под руководством доктора Джене Цудик (*Gene Tsudik*) серией экспериментов на разных моделях клавиатур смогли полностью определить набор нажатых клавиш через несколько десятков секунд после ввода (рис. 4) [16].

Дальнейшая фиксация введенного пароля происходит на основе алгоритма машинного обучения.

Анализ исследований

Вышеприведенные исследования не предполагают расчетов возможной удаленности средств тепловизионной разведки и применения воздушных платформ, существенно расширяющих возможности перехвата подобной информации [10].

Первое упомянутое исследование ученых Пенсильвании проводилось на расстояниях

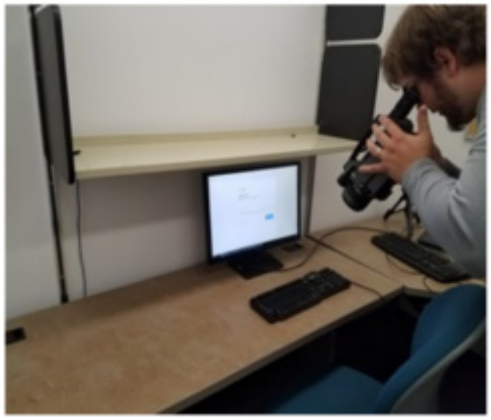


Рис. 6. Иллюстрация проведения экспериментов Джене Цудик

Таблица 1. Значения критерия Джонсона (*N*) при наблюдении человека

Решаемая задача при наблюдении человека на основе критерия Джонса	N
Обнаружение	1–2
Распознавание	4–6
Идентификация	8–2

установки тепловой камеры до 1 метра от объекта. Коллектив из университета Глазго проводил исследования с тепловизионной камерой, установленной непосредственно вблизи устройств ввода на расстоянии до объекта от 60 до 120 см при разных углах съемки, по известной схеме проведения подобных экспериментов [9]. Схема эксперимента изображена на рис. 5.

Также и третий коллектив из Калифорнийского университета проводил съемки как визуальной, так и тепловой камерой на расстоянии до 1 метра (рис. 6).

Таким образом, известные работы по анализу возможностей возникновения оптического тепловизионного канала утечки информации не предполагают вариантов использования удаленного теплового наблюдения в целях перехвата конфиденциальной информации.

В то же время современные возможности разведки с использованием мини-БПЛА однозначно говорят о том, что проведение исследований в данном направлении чрезвычайно актуально [4]. Необходимы данные и методики расчета не только самой возможности перехвата тепловой информации, но и методики точного и быстрого определения дальностей распознавания тепловых информационных объектов.

Обзор существующих методик расчета дальности обнаружения, распознавания и идентификации тепловых информационных объектов

Необходимо учитывать специфику терминологии «обнаружение, распознавание и идентификация» для тепловизионных приборов наблюдения. Понятие обнаружения означает возникновение сигнала и детекцию его на уровне, превышающем пороговую разность температур тепловизора. Распознавание – это определение категории и примерного размера объекта (человек, следы деятельности, техногенный объект, природное явление). Идентификация – это окончательное определение класса и типа объекта (тепловой отпечаток пальца, светодиод, нагретый участок поверхности).

Почти все методики определения даль-

Рис. 7. Критерий Джонса при обнаружении человека

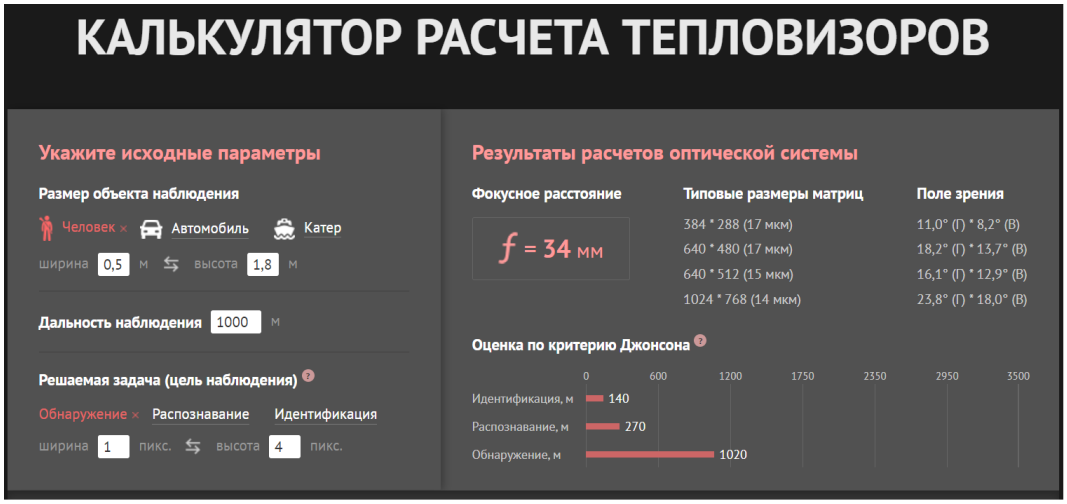


Рис. 8. Расчет дальности обнаружения, распознавания и идентификации крупных объектов на основе критерия Джонсона

ности обнаружения, распознавания и идентификации тепловых объектов сводятся к простейшим вычислениям согласно критерию Джонсона.

Обычно результат решения той или иной задачи наблюдения представляют в виде зависимости вероятности их выполнения от пространственной частоты. При этом в качестве этой частоты берут число периодов N пространственной структуры (миры), приходящихся на критический размер объекта (критерий Джонсона). Анализ оценок интерпретации изображений и выбор критерия Джонсона для каждого класса (вида) объектов был подробно описан в США [11].

Применительно к типовым задачам наблюдения человека рекомендованы значения критерия Джонсона как количество точек изображения по наименьшему размеру пропорции объекта. Данные приведены в табл. 1 [7].

Графическое представление критерия Джонсона представлено на рис. 7.

Математическое соотношение, используемое в расчетах по методике критериев Джонсона, следующее:

$$v = N/(2h/l), \quad (1)$$

где v – пространственная частота; N – критерий Джонсона; h – критический размер объекта; l – расстояние между объектом и прибором.

Как пример практических расчетов дальности действия тепловизоров на основе критерия Джонсона можно привести методику, представленную компанией «Пергам» [2]. Расчет параметров дальности идентификации, распознавания и обнаружения предполагает ввод

размера объекта наблюдения, предполагаемой дальности и решаемой задачи. В итоге расчета автоматизированная программа, работающая на основе анализа критерия Джонсона, выдает рекомендации по выбору тепловизора с указанием фокусного расстояния объектива и разрешения матрицы (рис. 8).

Более сложная, но и более точная методика расчетов тепловых параметров, применяемая в инженерной практике расчета тепловизионных систем, основана на трудах М.М. Мирошникова [4] и Д. Ллойда [3], в которых обобщены теоретические основы и методы расчета функционального параметра тепловизионных систем, представляющего собой разность температур $\Delta T_{\text{пор}}$. Этот параметр называется еще пороговой температурной чувствительностью. Он функционально связан со всеми элементами тепловизора, такими как объектив, приемник излучения, свойства объекта наблюдения, атмосферы, электронных элементов и экрана.

Методика учитывает все возможные варианты состояния атмосферы, объекта и параметры тепловизора, включая не только оптические, но и электронные. Методика уже несколько десятков лет широко применяется для энергетического расчета и конструирования тепловизионных систем.

Анализ и предложения

Несмотря на простоту применения и расчета по критерию Джонсона, данная методика малоприменима для определения дальности распознавания и идентификации слабоконтрастных и очень небольших по размеру объектов, типа тепловых отпечатков на клавиатуре. Расчеты достаточно приблизительны и дают разброс значений в широких пределах, не показывая требуемой точности, необходимой для определения границ контролируемой зоны [14].

Методика Мирошникова-Ллойда достаточно точна, но привязана к практике инженерных энергетических расчетов тепловизионных систем и даже не предполагает самого понятия дальности обнаружения, распознавания и идентификации, особенно в применении к тепловым информационным объектам, описанным в первой части статьи.

В связи с этим предложена методика и математическая модель расчета дальности обнаружения, распознавания и идентификации тепловых информационных объектов на основе объединения приведенных методик, которая позволит более точно определять границы возникновения оптического тепловизионного канала утечки информации, а также границы возможной контролируемой зоны для обеспечения защиты от указанных средств несанкционированного доступа [5].

Предложенная математическая модель объединяет методики Мирошникова и Ллойда, учитывающие все значимые оптические и электронные параметры тепловизора, среды и объекта с расчетами на основе критерия Джонсона. Полученный результат позволяет вычислять дальности обнаружения, распознавания и идентификации слаботемпературных и низкоконтрастных тепловых информационных объектов, в том числе при работе с неоднородным фоном температур [15].

При этом благодаря использованию методики с критерием Джонсона и выходом на пространственную частоту объекта, а также при условии использования автоматизации алгоритма математической модели [6] появляется возможность быстрых расчетов для точного прогнозирования и оценки возникновения оптического тепловизионного канала утечки информации [1].

Выводы

1. Риск возникновения оптического тепловизионного канала утечки информации реален, а возможность его возникновения и степень опасности доказаны и показаны различными исследователями.
2. Вопрос определения граничных параметров (дальности) возникновения оптического тепловизионного канала утечки не решен полностью.
3. Использование лишь методики, основанной на критерии Джонсона, не дает требуемой точности и не учитывает специфику малых и малоконтрастных тепловых информационных объектов. Методика Мирошникова-Ллойда, имея весь необходимый инструментарий достижения максимальной точности расчетов и их применимости к малым, малоконтрастным и низкотемпературным объектам, не дает конечной формулы расчета дальности обнаружения, распознавания и идентификации.

Очевидно, что при объединении этих методик в единую систему расчета полученная математическая модель может предоставить не-

обходимый результат определения дальности и вычисления рисков и границ контролируемых зон и зон возникновения оптического тепловизионного канала утечки информации.

Список литературы

1. Грехов, А.С. Исследование средств противодействия оптическим каналам утечки информации с использованием беспилотных летательных аппаратов / А.С. Грехов, А.Н. Поликанин, Д.Н. Титов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2022. – Т. 6. – С. 39–46.

2. Калькулятор расчета выбора тепловизора. «Пергам-Инжиниринг», Москва [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.pergam.ru/calc-teplovizora.

3. Ллойд, Дж. Системы тепловидения. Пер. с англ. М.В. Васильченко. – М. : Мир, 1978. – 414 с.

4. Мирошников, М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов / М.М. Мирошников. – Л. : Машиностроение, 1983. – 696 с.

5. Новиков, С.Н. Методика расчета дальности действия тепловизора на основе объединенных параметров температурной чувствительности и разрешения / С.Н. Новиков, А.Н. Поликанин // Труды учебных заведений связи. – 2019. – Т. 5. – № 4. – С. 6–14.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021680539 Российская Федерация. Расчет дальности действия тепловизора : № 2021680223 : заявл. 13.12.2021 : опубл. 13.12.2021 / А.С. Грехов, А.Н. Поликанин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий».

7. Тарасов, В.В. Инфракрасные системы «смотрящего» типа / В.В. Тарасов, Ю.Г. Якушенков. – М. : Логос, 2004. – 443 с.

8. Christina Katsini, Yasmeen Abdrabou, George E. Raptis, Mohamed Khamis, and Florian Alt. 2020. The Role of Eye Gaze in Security and Privacy Applications: Survey and Future HCI Research Directions. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1–21.

9. Daniel Kurz. 2020. Method and device for detecting a touch between a first object and a second object. US Patent 10,877,605.

10. Ignatenko, N.V. Investigation of using quadcopter as a means of acoustic and optic surveillance / N.V. Ignatenko, A.N. Polikanin // Journal of Physics: Conference Series. – Tomsk, 2020. – P. 012020.

11. Maurer T. Driggers R.G., Vollmerhausen R. Fridman M. 2002 NVThermimproverment // SPIE Proc. – 2002. – V. 4719. – P. 39-45.

12. Norah Alotaibi et al, ThermoSecure: Investigating the effectiveness of AI-driven thermal attacks on commonly used computer keyboards, ACM Transactions on Privacy and Security (2022).

13. Norah Alotaibi, Md Shafiqul Islam, Karola Marky, and Mohamed Khamis. 2022. Advanced Techniques for Preventing Thermal Imaging Attacks. In 27th International Conference on Intelligent User Interfaces (Helsinki, Finland) (IUI '22 Companion). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 18–21.

14. Range of operation of thermal imaging systems. Part I. Calculation technique / V.M. Tymkul, L.V. Tymkul, Y.A. Fes'ko, A.N. Polikanin // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. – 2014. – Vol. 50. – No 4. – P. 402–406.

15. Range of operation of thermal imaging systems. Part II. Algorithm, initial data, and calculation results / V.M. Tymkul, L.V. Tymkul, E.V. Laptev [et al.] // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. – 2015. – Vol. 51. – No 2. – P. 144–148.

16. Tyler Kaczmarek, Ercan Ozturk, Pier Paolo Tricomi, Gene Tsudik. 2022. THERMAL (AND HYBRID THERMAL/AUDIO) SIDE-CHANNEL ATTACKS ON KEYBOARD INPUT.

References

1. Grekhov, A.S. Issledovaniye sredstv protivodeystviya opticheskim kanalam utechki informatsii s ispol'zovaniyem bespilotnykh letatel'nykh apparatov / A.S. Grekhov, A.N. Polikanin, D.N. Titov // Interekspo Geo-Sibir'. – 2022. – T. 6. – S. 39–46.

2. Kal'kulyator rascheta vybora teplovizora. «Pergam-Inzhiniring», Moskva [Electronic resource]. – Access mode : https://www.pergam.ru/calc-teplovizora.
3. Lloyd, Dzh. Sistemy teplovideniya. Per. s angl. M.V. Vasil'chenko. – M. : Mir, 1978. – 414 s.
4. Miroshnikov, M.M. Teoreticheskiye osnovy optiko-elektronnykh priborov / M.M. Miroshnikov. – L. : Mashinostroyeniye, 1983. – 696 s.
5. Novikov, S.N. Metodika rascheta dal'nosti deystviya teplovizora na osnove ob"yedinennykh parametrov temperaturnoy chuvstvitel'nosti i razresheniya / S.N. Novikov, A.N. Polikanin // Trudy uchebnykh zavedeniy svyazi. – 2019. – T. 5. – № 4. – S. 6–14.
6. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2021680539 Rossiyskaya Federatsiya. Raschet dal'nosti deystviya teplovizora : № 2021680223 : zayavl. 13.12.2021 : opubl. 13.12.2021 / A.S. Grekhov, A.N. Polikanin ; zayavitel' Federal'noye gosudarstvennoye byudzhetnoye obrazovatel'noye uchrezhdeniye vysshego obrazovaniya «Sibirskiy gosudarstvennyy universitet geosistem i tekhnologiy».
7. Tarasov, V.V. Infrakrasnyye sistemy «smotryashchego» tipa / V.V. Tarasov, YU.G. Yakushenkov. – M. : Logos, 2004. – 443 s.

© А.Н. Поликанин, С.Н. Новиков, 2023

УДК 004.62

А.М. РУСАКОВ, Д.М. КЛИНЕВСКАЯ, А.Р. САЛИМОВА
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ APACHE HADOOP ПРИ ОБРАБОТКЕ ВИДЕО

Ключевые слова: данные; инструмент; концепции; обработка данных; программирование; распределенное хранение; *Apache Hadoop; HDFS; MapReduce*.

Аннотация. Основной целью данной статьи являются изучение областей применения и анализ влияния интеграции фреймворка *Apache Hadoop* на обработку цифровых видеоданных. Задачи: изучение достоинств и недостатков фреймворка; анализ языков программирования, которые поддерживают *Apache Hadoop*; изучение перекодировки фрагментов видеопотока. При обработке видеоданных используются такие методы, как сжатие видеоданных (*MPEG-2, H.264*) и декодирование фрагментов видеопотока.

В результате были рассмотрены возможности применения *Apache Hadoop* в области обработки потокового видео, которые дали представление о его преимуществах и ограничениях. А также были показаны результаты оптимизации производительности анализа видеоданных при использовании фреймворка.

Таким образом, можно сделать выводы о том, что *Apache Hadoop* может успешно использоваться для обработки видеоданных, предоставляя высокую производительность и возможность распределенной обработки больших объемов информации.

Также использование *Hadoop MapReduce* позволяет эффективно обрабатывать видеофайлы, включая операции сжатия, кодирования и декодирования, и применение *Apache Hadoop* может привести к значительному увеличению скорости обработки видеоданных по сравнению со стандартными методами.

Камеры наблюдения, установленные на предприятиях и в общественных местах, ежедневно производят большое количество видеоданных. Обычно видеозаписи с камер наблюдения хранятся в виде сжатых видеофайлов в течение нескольких часов. Существует необходимость обработки этих видеоданных, чтобы обеспечить актуальную сводку событий, которые произошли в течение указанного периода времени [1; 2].

Сегодня даже организациям становится непросто эффективно управлять таким огромным объемом данных. Компании, обрабатывающие большой объем видеоданных, могут столкнуться со следующими проблемами: хранение, быстродействие и анализ, сетевые ограничения, качество данных.

Для решения всех вышеперечисленных проблем компании могут использовать распределенную систему обработки данных *Apache Hadoop*.

История *Hadoop*

Apache Hadoop появился в 2002 г., когда Дуг Каттинг и Майк Кафарелла работали над *Apache Nutch*. Они выяснили, что *Nutch* не способен обрабатывать большие объемы данных, поэтому начали поиск решения.

Они узнали об архитектуре файловой системы *Google* (***GFS***) и технологии *MapReduce*, которая обрабатывает большие наборы данных. Также они начали внедрять методы *GFS* и *MapReduce* в свой проект *Nutch* с открытым исходным кодом, но *Nutch* все еще не полностью отвечал их потребностям.

Когда Каттинг присоединился к *Yahoo* в 2006 г., он основал новый проект под названием *Hadoop*. Он отделил распределенные вычислительные части от *Apache Nutch* и работал с *Yahoo* над разработкой *Hadoop*, который будет способен обрабатывать тысячи узлов [2]. В 2007 г. *Yahoo* протестировала *Hadoop* на кла-

стере из 1 000 узлов и начала использовать его для внутренних целей. В начале 2008 г. *Hadoop* был выпущен как проект с открытым исходным кодом в *Apache Software Foundation*. Позже в том же году они успешно протестировали *Hadoop* на кластере из 4 000 узлов. В 2009 г. *Hadoop* стал способен обрабатывать миллиарды поисковых запросов и индексировать миллионы веб-страниц. В это время Каттинг присоединился к команде *Cloudera*, чтобы помочь распространить *Hadoop* в облачной индустрии. Наконец, в 2011 г. была выпущена версия 1.0 *Hadoop*. Последняя версия (3.3.1) вышла в 2021 г.

Apache Hadoop

Hadoop – это платформа с открытым исходным кодом, созданная *Apache*. Он предназначен для распределенного хранения и параллельной обработки больших наборов данных.

Это делается с помощью умной программной идеи под названием *MapReduce*, которая позволяет выполнять обработку на тысячах серверов одновременно. Таким образом, можно быстро решать проблемы, которые заняли дни или даже недели на одном компьютере. *Hadoop* работает с «кластером» из множества компьютеров или серверов, построенных на доступном по цене оборудовании.

Конечно, при работе на большом количестве компьютеров можно ожидать, что что-то пойдет не так. Преимущество фреймворка *Hadoop* в том, что сбои ожидаемы, а решение проблем – это встроенная функциональность [3].

Особенно выгодно использовать *Hadoop*, когда необходимо:

– повысить скорость обработки данных (это можно реализовать благодаря модели *MapReduce* и параллельным вычислениям);

– обеспечить устойчивость данных (этого можно достичь за счет хранения резервных копий на других узлах);

– работать с данными любых типов и видов, в том числе неструктурированными, например, видео.

Преимущества анализа видеоданных с использованием *Hadoop*:

– доступность – вы можете собрать систему из недорогих и легкодоступных деталей, а не из специализированного оборудования;

– гибкий подход, позволяющий адаптировать систему по мере изменения потребностей бизнеса;

– открытый исходный код.

Сообщество постоянно работает над улучшениями *Hadoop*.

Достоинства и недостатки *Apache Hadoop*

Как и любая технология, *Apache Hadoop* имеет свои плюсы и минусы. Чаще всего они зависят от области применения, поэтому рассмотрим общие достоинства и недостатки [4].

Достоинства *Apache Hadoop*.

1. *Hadoop Framework* позволяет пользователю быстро писать и тестировать распределенные системы. Он эффективен, автоматически распределяет данные и работает между машинами, то есть использует базовый параллелизм ядер центральными процессорами (**ЦП**).

2. *Hadoop Framework* не полагается на аппаратное обеспечение для контроля отказоустойчивости и высокой доступности (*FTHA*), поскольку сама библиотека *Hadoop* была разработана для обнаружения и обработки сбоев на уровне приложений.

3. Серверы могут быть добавлены или удалены из кластера динамически, и *Hadoop* продолжает работать без перерыва.

4. *Hadoop Framework* совместим со всеми платформами, поскольку основан на *Java*.

Недостатки *Apache Hadoop*:

– высокая стоимость поддержки и администрирования;

– в отличие от *SQL*, необходим штат квалифицированных *Java-developer*'ов;

– нестабильность;

– низкая скорость;

– *Hadoop* – это не *real-time* система.

Основные концепции

Экосистема *Hadoop* – это набор сервисов, которые мы можем использовать для работы с инициативами в области больших данных. Основные элементы экосистемы включают: *MapReduce* (используется для распределенных вычислений); распределенная файловая система *Hadoop* (*HDFS*); *YARN* (инструмент управления ресурсами кластера); *Hadoop Common* (предоставляет библиотеки *Java*, которые мы можем использовать во всех модулях *Hadoop*); *Hive* (система хранилища данных, которая ис-

пользуется для хранения и обработки больших объемов данных. Он построен поверх *HDFS* и предоставляет *SQL*-подобный интерфейс для запросов из баз данных [5; 6].

Экосистема *Hadoop* поддерживает множество языков программирования. Самые популярные из них: *Python*, *Java*, *JavaScript*, *SQL*, *Go*, *Scala*, *R*, *MatLab*, *Piglatin*, *SAS*.

Операционные системы (ОС) и языки программирования, поддерживающие *Apache Hadoop*

Hadoop работает как в *Unix*, так и в *Windows*. *Linux* является единственной поддерживаемой производственной платформой, но для запуска *Hadoop* для разработки можно использовать другие версии *Unix* (включая *Mac OS X*). *Windows* поддерживается только в качестве платформы разработки и дополнительно требует запуска *Cygwin*. Если у вас есть ОС, отличная от *Linux*, вы можете установить в нее программное обеспечение *Virtualbox* и установить *Linux* внутри *Virtualbox*. Экосистема *Hadoop* поддерживает множество языков программирования. Самые популярные из них: *Python*, *JavaScript*, *SQL*, *Go*, *Scala*, *R*, *MatLab*, *Piglatin*, *SAS*.

Пример обработки видео при помощи *Hadoop*

Одним из примеров использования *Hadoop* является использование в системах видеонаблюдения. Вместо того чтобы содержать дорогостоящие группы безопасности для мониторинга бесконечных часов отснятого материала, можно использовать систему обработки видео *Hadoop* для автоматического анализа видеоданных.

Платформа *Hadoop* хранит большие файлы в распределенной файловой системе в виде небольших фрагментов определенного размера (обычно 64 МБ) на кластере обычных компьютеров. Когда обрабатываемый входной файл представляет собой текстовый документ и разделен на блоки, процессы сопоставления могут обращаться к строкам в каждом разделе независимо. Однако когда входной файл является видеофайлом (потоком битов) и разбит на множество фрагментов, каждому процессу сопоставления необходимо соответствующим образом интерпретировать фрагмент битового потока, чтобы обеспечить доступ к отдельным декодированным видеокадрам для последующего анализа.

Перекодировка фрагментов видеопотока в последовательность изображений

Популярные форматы сжатия видео, такие как *MPEG*-2, *H*.264, имеют иерархическую структуру в потоке битов. Эта иерархическая структура позволяет декодировать произвольные входные фрагменты. Например, выбираем видео *MPEG*-2 в качестве примера входного видеоформата (который также является выбранным форматом для *DVD*, цифровой видеотрансляции, возможно, широко используемого формата записи видео с камер наблюдения).

Таким образом, задача декодирования каждого фрагмента разбивается на две задачи *MapReduce*.

1. *Video Sequence Header*. На данном этапе *MapReduce* ищет информацию об уровне видеопоследовательности, которая присутствует только в первом фрагменте большого видеофайла.

2. *Video Decoder*. Здесь *MapReduce* использует выходные данные предыдущего этапа в качестве входных данных для настройки объекта видеодекодера, чтобы декодировать каждый фрагмент, и записывает декодированные кадры в формате файла последовательностей в виде пар <ключ, значение>.

Структура битового потока *MPEG*-2

Поскольку поток битов *MPEG*-2 организован иерархически, он обеспечивает произвольный доступ к потоку битов. Весь поток имеет заголовок последовательности, содержащий информацию о высоте изображения, ширине и т.д., за которым следует информация, относящаяся к группе изображений (*Group of pictures – GOP*). Элемент битового потока *GOP* обычно соответствует 15 видеокадрам и повторяется столько раз, сколько необходимо для представления всех кадров в видеопоследовательности (рис. 1).

Эта повторяющаяся природа *GOP* позволяет начать декодирование с любой точки битового потока видео. Например, если большой

Рис. 1. Структура битового потока *MPEG*-2Розранд, интекти розрамет и ини, вдокуме никаций.

видеофайл разбит на множество блоков размером 64 МБ, границы блоков могут не совпадать с границами *GOP* в битовом потоке. Граница *GOP* играет ту же роль, что и символ новой строки для текстовых данных. Устройство чтения текстовых данных считывает данные за пределами блока размером 64 МБ, пока не увидит символ новой строки. Аналогично устройство чтения записей для чтения битового потока видео считывает данные за пределами границы блока, пока не увидит границу *GOP*.

Заключение

Apache Hadoop представляет собой мощный инструмент для обработки и анализа больших объемов данных, и его применение при обработке видео может быть особенно полезным. Его способность параллельной обработки данных на распределенном кластере позволяет эффективно работать с большими видеофайлами, разбивая их на более мелкие части и обрабатывая их одновременно на нескольких узлах кластера. Такой подход обеспечивает высокую производительность и ускоряет обработку видео.

Другой важной особенностью *Hadoop* является его способность масштабировать систему в соответствии с растущими потребностями обработки видео и обеспечивать эффективное использование ресурсов благодаря возможности добавления новых узлов кластера.

Apache Hadoop также предоставляет широкий спектр инструментов и библиотек, таких как *Apache Spark* и *Apache Hive*, которые облегчают обработку и анализ данных.

Однако при применении *Apache Hadoop* для обработки видео следует учитывать некоторые факторы, такие как необходимость эффективного хранения и передачи больших объемов видеоданных, а также обработка видеопотоков в реальном времени. Решение этих задач требует грамотного проектирования системы и интеграции соответствующих инструментов.

Список литературы

1. Мишенин, А.Н. Обработка больших данных. Введение в экосистему Hadoop. Учебно-методическое пособие / А.Н. Мишенин, И.С. Блеканов, А.Б. Стученков. – СПб., 2022. – 51с.
2. Том Уайт. Hadoop: The definitive guide. – 4 издание.
3. Созыкин, А.В. Параллельная обработка изображений с использованием mapreduce и Hadoop / А.В. Созыкин, Д.А. Усталов, М.А. Черноскутов // Научный сервис в сети Интернет: многообразие суперкомпьютерных миров : Труды Международной суперкомпьютерной конференции, Новороссийск, 22–27 сентября 2014 года / Российская академия наук Суперкомпьютерный консорциум университетов России. – Новороссийск: Издательство Московского государственного университета, 2014. – С. 221–228.
4. Семенов, А. How to analyze video data using Hadoop.
5. Pethuru Raj. Apache Hadoop // ScienceDirect – 2018.
6. Brian Summa, Huy T. Vo, Valerio Pascucci, Claudio Silva. Massive Image Editing on the cloud. – 2018.

References

1. Mishenin, A.N. Obrabotka bol'shikh dannykh. Vvedeniye v ekosistemu Hadoop. Uchebno-

metodicheskoye posobiye / A.N. Mishenin, I.S. Blekanov, A.B. Stuchenkov. – SPb., 2022. – 51s.

2. Tom Uayt. Hadoop: The definitive guide. – 4 izdaniye.

3. Sozykin, A.V. Parallel'naya obrabotka izobrazheniy s ispol'zovaniyem mapreduce i Hadoop / A.V. Sozykin, D.A. Ustalov, M.A. Chernoskutov // Nauchnyy servis v seti Internet: mnogoobraziye superkomp'yuternykh mirov : Trudy Mezhdunarodnoy superkomp'yuternoy konferentsii, Novorossiysk, 22–27 sentyabrya 2014 goda / Rossiyskaya akademiya nauk Superkomp'yuternyy konsortsium universitetov Rossii. – Novorossiysk: Izdatel'stvo Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta, 2014. – S. 221–228.

4. Semenov, A. How to analyze video data using Hadoop.

© А.М. Русаков, Д.М. Клиневская, А.Р. Салимова, 2023

УДК 623-9:007.51

В.В. ВАРЛАШИН, А.И. ПРЯДКО, И.С. БАРЫНКИН
ФГАОУ «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики», г. Санкт-Петербург

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ И МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ

Ключевые слова: критерий; оценка; промышленный экзоскелет; средство индивидуальной защиты; тяжелый инструмент.

Аннотация. В статье анализируются и систематизируются существующие подходы, методы и способы измерения и оценки качественных показателей эффективности применения промышленных экзоскелетов. Целью работы является формирование подхода к тестированию промышленного экзоскелета для работы с тяжелым инструментом. Задачами работы являются аналитический обзор научно-технической литературы, систематизация полученной информации в области подходов, методов и способов измерения и оценки качественных показателей экзоскелетов и выделение подходов, наиболее подходящих для достижения цели. Методом исследования является анализ существующей научно-технической литературы. Представлен перечень объективных и субъективных показателей, используемых для оценки экзоскелетов, а также их классификация. Выполнен обзор методов тестирования экзоскелетов. Выполнен анализ подходов к обобщению показателей для получения совокупной оценки эффективности экзоскелета. В результате выполнения работы получены критерии, применимые для оценки промышленного экзоскелетного комплекса, предназначенного для повышения функциональных возможностей оператора при работе с тяжелым инструментом.

Введение

Развитие области промышленных экзоскелетов тесно связано с необходимостью как оценки качественных показателей эффективности их применения, так и разработкой регламентов их применения. На сегодняшний день Системой стандартов безопасности труда Российской Федерации на основании проектов [1; 2] определен ГОСТ [3] средств индивидуальной защиты (**СИЗ**) опорно-двигательного аппарата (**ОДА**), устанавливающий классификацию, основные термины и определения в области СИЗ ОДА, относящихся к группе средств защиты «от тяжести физического труда» – промышленных экзоскелетов. ГОСТ вводит термины и определения, относящиеся к промышленным экзоскелетам, а также их классификацию по следующим признакам:

– по защищаемой анатомической области тела человека;

– типу физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат, от влияния которой осуществляется защита;

– способу использования внешнего источника энергии.

Представленная в ГОСТ [3] информация не позволяет судить о регламенте применения промышленных экзоскелетов как СИЗ ОДА, а нормативная база, регламентирующая медико-биологические подходы к оценке подобных средств защиты, отсутствует. Известны работы [4; 5], посвященные современным методам оценки безопасности и физиологической эффективности применения промышленных экзоскелетов, в которых исследованиям подвергались состояния кардиореспираторной системы (**КРС**) и ОДА человека, в частности, применялись методы биомеханического анализа движений, эргоспирометрии (**ЭСМ**), электромиографии (**ЭМГ**), миотонометрии (**МТМ**), стабилометрии, динамометрии, функциональных проб, психофизиологического тестирования и анкетирования, что говорит о достаточно развитом

Таблица 1. Рассмотренные работы и указанные в них атрибуты

Авторы	Ссылка	Год	Количество показателей	Атрибуты (показатели, характеристики)
Е.А. Антохин	[9]	2023	10	Автономность; защищенность; грузоподъемность; компенсация силового воздействия нагрузки; управляемость; транспортабельность; надежность; подвижность; эргономичность; стойкость к внешним воздействиям
В.А. Дмитриев, А.В. Федоров, Х.М. Аль Манджи Халиль	[18]	2019	6	Безопасность; автономность; комфорт; управляемость; надежность; общая оценка
В.А. Дмитриев, А.Е. Карлов	[11]	2019	6	
Н.Д. Сергеева, В.В. Галаганова	[15]	2023	15	Автономность; заметность; акустическое воздействие; время реакции системы управления; масса и габариты; эргономичность; бронезащищенность; пожаробезопасность; взрывозащищенность; возможность экстренного снятия с оператора; обеспечение выполнения ряда важнейших функций, таких как обеспечение подвижности в условиях деградации ресурсов оператора (критический уровень усталости, травма, ранение и т.п.); время, затрачиваемое оператором на приведение экзоскелета в состояние полной готовности; средняя потребляемая мощность
А.А. Верейкин	[19]	–	15	
А.В. Захаров, Е.А. Антохин, Л.Л. Воронин	[21]	2021	10	Защищенность; автономность; система питания; тип приводов; максимальная масса экзоскелета; массоэффективность; грузоподъемность; скорость передвижения; эргономика; коэффициент компенсации силового воздействия нагрузки
К.В. Новак, Ю.С. Винокурова	[24]	2016	13	Защищенность; автономность; система питания; тип приводов; максимальная масса экзоскелета; массоэффективность; компенсация усилия; грузоподъемность; интерфейс управления; скорость передвижения; эргономика; система доврачебной помощи; комплектность

аппарате проведения исследований.

Недостатком существующих исследований является отсутствие подхода к получению объективной совокупной оценки промышленного экзоскелета.

Целью данного исследования являются анализ и систематизация подходов, методов и способов измерения и оценки качественных показателей эффективности применения промышленных экзоскелетов. Задачами исследования являются:

– аналитический обзор научно-технической литературы в области экзоскелетов, посвященной описанию применяемых подходов, методов и способов измерения и оценки качественных показателей эффективности их применения;

– систематизация полученной информации;

– выделение подходов, методов и способов измерения и оценки качественных показателей эффективности, методов тестирования, применимых к промышленным экзоскелетам, в частности промышленного экзоскелетного комплекса, предназначенного для повышения функциональных возможностей оператора при работе с тяжелым инструментом.

Комплексная оценка экзоскелетов

Одним из важных аспектов оценки экзоскелетов является формирование комплексного показателя, позволяющего сравнивать различные образцы, обладающие определенным заявленным техническим уровнем. В работах отмечается необходимость разработки обобщенного системного показателя, использующего для описания как эксплуатационно-технические свойства, так и субъективные показатели, такие как комфортность ношения и эргономичность. В табл. 1 представлен перечень работ, в которых приводятся исследования комплексной оценки, а также атрибуты (показатели) оценки экзоскелетов.

В указанных работах показатели имеют:

– физические значения параметров (например, масса в кг);

– безразмерные величины, рассчитываемые как отношения (например, компенсация силового воздействия, представляющая собой отношение поднимаемого веса к весу, воспринимаемому оператором, или отношение числа выполняемых экзоскелетом требований атрибута к их полному количеству, например, стойкость к внешним воздействиям, включающая в себя диапазон температур, допустимую влажность и другие параметры);

– результат субъективной оценки атрибута (по предлагаемой шкале в определенном диапазоне значений – например, эргономичность).

Обзор работ показал, что среднее количество параметров, учитываемых при оценке экзоскелетов, находится между 10 и 11 параметрами.

В работах [9; 11; 17; 18; 21] особое внимание уделяется способу расчета комплексного показателя. Авторы используют формулы вида:

$$K = \sum_{i=1}^{M} a_i x_i,$$

где K – комплексный показатель; a_i – весовой коэффициент; x_i – значение определенного показателя.

Вне зависимости от того, как определены показатели (физические значения, безразмерные величины), коэффициенты a_i назначаются эмпирическим образом, путем привлечения экспертов в предметной области, а для повышения объективности результатов выполняется оценка согласованности мнений экспертов [9]. Весовые коэффициенты для определения степени важности отдельных свойств (в зависимости от назначения экзоскелета). Значения x_i, в случае размерных величин, могут рассчитываться как отношение к определенному требуемому значению характеристики или как отношение к наилучшему значению показателя из представленных при сравнении с другими образцами экзоскелетов.

Представленные в данном разделе атрибуты не учитывают физиологические методы тестирования экзоскелета, более детальный обзор методов представлен ниже.

Аналитический обзор физиологических методов тестирования экзоскелетов

Современные исследования направлены на изучение как физиологической активности в процессе применения экзоскелетов [3; 6; 7], так и психологических аспектов применения [8]. Авторы работы [6] делят подходы к тестированию на три групп: *in vitro*, *in vivo* и *in silico*, рассматривая эффективность применения и методы по отдельности, что не позволяет в полной мере оценить тот или иной образец промышленного экзоскелета. Вопросам анализа технических, функциональных и эксплуатационных характеристик экзоскелетов посвящено огромное количество работ российских [4; 5; 10; 12–14; 16; 20; 22; 23] и зарубежных [6–8; 25] исследователей.

Исследования *in vitro* являются наименее распространенными и подразумевают использование манекенов, при этом проект ГОСТ Р 1.16.320-1.087.20 предполагает применение для исследований испытательного манекена, представляющего собой массогабаритную модель человека со встроенными динамометрами.

Исследования *in silico* являются более распространенными и представляют собой компьютерные моделирования «биологических» экспериментов. Разрабатываемые авторами компьютерные модели предназначены для получения таких параметров, как мышечная активность, компрессия суставов и позвонков, развиваемые мускулами усилия и т.д.

Исследования *in vivo* являются наиболее распространенными. В общем случае авторы работы [7] делят исследования *in vivo* на следующие группы методов:

– связанные с производительностью труда;

– связанные с ответами/реакцией пользователей.

Методы оценки, связанные с производительностью труда, в свою очередь, делятся на исследования, проводимые в динамике (выполнение действий с объектами), в статике/квазистатике (с минимальными движениями оператора, например, выполнение операции сверления с помощью ручного инструмента), а также оценки в моменты времени, не связанные с выполнением действий с объектами (ходьба по опорной поверхности и лестницам, принятие позы стоя и сидя, наклоны).

Методы оценки, связанные с реакцией пользователей, в свою очередь, делятся на исследования психологических показателей (оценка удовлетворенности в использовании экзоскелета со стороны оператора), физиологических показателей (частота сердечных сокращений – ЧСС, артериальное давление, метаболическая стоимость, мышечная активность), нейрофизиологических показателей (активность мозга).

Выбор методов оценки экзоскелета

Результаты аналитического обзора показывают, что для оценки промышленного экзоскелетного комплекса, предназначенного для повышения функциональных возможностей оператора при работе с тяжелым инструментом, применимы следующие методы оценки экзоскелетов (не физиологические): автономность, грузоподъемность, компенсация силового воздействия нагрузки, управляемость, надежность, подвижность, эргономичность, безопасность, комфорт, масса и габариты, средняя потребляемая мощность, массоэффективность (всего 12 параметров из более чем 30 возможных). Остальные методы применимы в меньшей степени ввиду объективных причин: отсутствие необходимости ограниченного времени на приведение в рабочее состояние, нет необходимости в оказании доврачебной помощи (актуально для военных экзоскелетов) и т.д.

Из физиологических методов тестирования экзоскелетов перспективными являются методы *in vivo*, связанные с производительностью труда и выполняемые в статике/квазистатике, а также в моменты времени, не связанные с выполнением действий с объектами с одновременной фиксацией таких показателей, как состояние КРС (ЧСС, артериальное давление, ЭСМ) и ОДА (биомеханический анализ движений, ЭМГ, МТМ, стабилометрия, динамометрия) человека, а также субъективные ощущения и психофизиологическое состояние (электроэнцефалограмма).

Очевидно, что при назначении весовых коэффициентов a_i приоритет должен отдаваться показателям, полученным в результате физиологического тестирования промышленного экзоскелета, обеспечивая снижение нагрузки на оператора. Исследования существующих образцов промышленных экзоскелетов в работах коллектива авторов под руководством А.М. Герегея [4; 14; 22] отмечают, что указанные физиологические подходы показывают возможность обнаружения статистически значимых отклонений в показателях у добровольцев, работавших в экзоскелете и без него, позволяющих судить об эффективности применения экзоскелетов.

Разрабатываемый образец промышленного экзоскелетного комплекса

Проектируемый в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России промышленный экзоскелетный комплекс с активными приводами и пассивными элементами разгрузки для повышения функциональных возможностей оператора при работе с тяжелым инструментом состоит из следующих элементов:

– несущий бионический каркас композитных материалов;

– активные приводы в коленном и бедренном шарнирах в составе стопорных элементов, обеспечивающих фиксацию положения тела оператора в пространстве;

– активный спинной (позвоночный) модуль с упругими пассивными элементами, помогающий при подъеме тяжелых предметов;

– оснастка для работы с тяжелым инструментом «третья рука».

С учетом особенностей применения такого экзоскелета сформирован следующий перечень показателей, которые могут использоваться для его оценивания: грузоподъемность, компенсация силового воздействия нагрузки, безопасность, комфорт, масса и габариты, средняя потребляемая мощность, массоэффективность, ЧСС, артериальное давление, ЭСМ, субъективные ощущения, электроэнцефалограмма.

Указанные физиологические параметры

требуют разработки методик проведения испытаний экзоскелета совместно с оператором.

Заключение

Рассмотрены вопросы тестирования промышленных экзоскелетов. Определены подходы к комплексной оценке экзоскелетов, а также атрибуты (показатели, характеристики) экзоскелетов, физиологические методы тестирования и их показатели. Показано, что существует много параметров, по которым возможно оценивать экзоскелеты, но для оценки конкретных образцов подходит ограниченное количество. В частности, в работе определены показатели, которые могут использоваться для оценивания промышленного экзоскелетного комплекса с активными приводами и пассивными элементами разгрузки для повышения функциональных возможностей оператора при работе с тяжелым инструментом.

Результаты получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России 2023 года FNRG-2022-0020 1021101316102-1-2.2.2 №075-01595-23-04 «Промышленный экзоскелетный комплекс с активными приводами и пассивными элементами разгрузки для повышения функциональных возможностей оператора при работе с тяжелым инструментом».

Список литературы

1. Проект ГОСТ Р 1.16.320-1.086.20 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата. Экзоскелеты промышленные. Классификация. Термины и определения» от 15.01.2023.
2. Проект ГОСТ Р 1.16.320-1.087.20 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата. Экзоскелеты промышленные. Общие требования. Методы определения защиты» от 15.01.2023.
3. ГОСТ Р 12.4.306-2023 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата. Экзоскелеты промышленные. Классификация. Термины и определения» от 20.04.2023 // Росстандарт, 2023. – 8 с.
4. Герегей, А.М. Современные подходы к оценке безопасности и эффективности применения промышленных экзоскелетов / А.М. Герегей, Е.С. Шупорин, В.Х. Тах // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59. – № 9. – С. 599.
5. Герегей, А.М. Современные методы оценки безопасности и физиологической эффективности применения промышленных экзоскелетов / А.М. Герегей, Е.С. Шитова, И.С. Малахова // Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2-х томах, – Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2020. – С. 366–373.
6. Ralfs, L. Insights into evaluating and using industrial exoskeletons: Summary report, guideline, and lessons learned from the interdisciplinary project “Exo@ Work” / L. Ralfs [et al.] // International Journal of Industrial Ergonomics. – 2023. – Vol. 97. – P. 103494.
7. Li-Baboud, Y.S. Evaluation Methods and Measurement Challenges for Industrial Exoskeletons / Y.S. Li-Baboud // Sensors. – 2023. – Vol. 23. – No. 12. – P. 5604.
8. Zheng, L. Evaluation and test methods of industrial exoskeletons in vitro, in vivo, and in silico: A critical review / L. Zheng // Critical Reviews™ in Biomedical Engineering. – 2021. – Vol. 49. – No. 4.
9. Антохин, Е.А. Методика оценки образцов активных экзоскелетов специального назначения, предназначенных для включения в состав экипировки военнослужащих / Е.А. Антохин // Робототехника и техническая кибернетика. – СП, : ЦНИИ РТК. – 2023. – Т. 11. – № 1. – С. 12–19.
10. Герегей, А.М. Применение метода эргоспирометрии для физиологической оценки эффективности средств индивидуальной защиты / А.М. Герегей, Е.С. Шупорин, И.В. Фатеев // Медицина труда и промышленная экология. – 2020. – Т. 60. – №. 11. – С. 753–755.
11. Дмитриев, В.А. Расчет комплексного критерия качественных показателей промышленного экзоскелета / В.А. Дмитриев, А.Е. Карлов // Наука и образование: отечественный и зарубежный опыт : Сборник трудов Двадцать первой Международной научно-практической конференции, Бел-

город, 17 июня 2019 года. – Белгород : ООО ГиК, 2019. – С. 32–36.

12. Анализ эффективности применения экзоскелета в производственном процессе промышленного предприятия / А.В. Мальчиков, А.С. Яцун, А.Ю. Белов, А.В. Репкин // Юность и знания – гарантия успеха – 2019 : сборник научных трудов 6-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 18–19 сентября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. Том 3. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 234–237.

13. Шитова, Е.С. Возможность использования миотонометрии для оценки мышечного утомления работников физического труда / Е.С. Шитова, И.С. Малахова, В.И. Лемешко // Медицина труда и промышленная экология. – 2020. – Т. 60. – № 11. – С. 892–894.

14. Современные методы исследования безопасности и физиологической эффективности применения промышленных экзоскелетов / А.М. Герегей, Е.С. Шитова, И.С. Малахова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 3. – С. 148–159.

15. Сергеева, Н.Д. Совершенствование научно-методических подходов к обеспечению роста производительности труда на трудоемких ручных операциях в строительном производстве / Н.Д. Сергеева, В.В. Галаганова // Вестник магистратуры. – 2023. – № 1-2(136). – С. 55–60.

16. Дмитриев, В.А. Методы испытаний промышленного экзоскелета / В.А. Дмитриев, А.Е. Карлов, М.Х.Х.М. Аль // Молодежь и наука: шаг к успеху : сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых : в 5 т., Курск, 21–22 марта 2019 года. Том 5. – Курск : Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2019. – С. 33–37.

17. Дмитриев, В.А. Анализ качественных показателей промышленного экзоскелета на основе комплекса критериев / В.А. Дмитриев, А.В. Федоров, М.Х.Х.М. Аль // Вопросы методологии естествознания и технических наук: современный контекст: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Белгород, 29 марта 2019 года / Под общ. ред. Е.П. Ткачевой. – Белгород : Общество с ограниченной ответственностью «Агентство перспективных научных исследований», 2019. – С. 131–135.

18. Методический подход к сравнительной оценке активных экзоскелетных конструкций военного назначения / Е.А. Антохин, Л.Л. Воронин, О.П. Меньшиков, И.А. Кашин // Роботизация Вооруженных Сил Российской Федерации: Сборник статей V военно-научной конференции, Анапа, 29–30 июля 2020 года. Том 1. – Анапа: Федеральное государственное автономное учреждение «Военный инновационный технополис «ЭРА», 2020. – С. 138–146.

19. Верейкин, А.А. Практическое применение экзоскелетов в промышленности и строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.str-t.ru/reports/19.

20. Методический подход к проведению испытаний экзоскелетов специального и двойного назначения / Е.В. Письменная, К.М. Толстов, Е.А. Антохин, Л.Л. Воронин // Робототехника и техническая кибернетика. – 2022. – Т. 10. – № 2. – С. 93–103.

21. Захаров, А.В. Методический подход к оценке экзоскелетов военного назначения / А.В. Захаров, Е.А. Антохин, Л.Л. Воронин // Вооружение и экономика. – 2021. – № 4(58). – С. 111–120.

22. Особенности исследования эффективности использования промышленных экзоскелетов, предназначенных для поддержки верхних конечностей / Е.С. Шитова, А.М. Герегей, В.Г. Суворов, Е.С. Шупорин // Анализ риска здоровью – 2021. Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2021 : Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т., Пермь, 18–20 мая 2021 года. Том 2. – Пермь : Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2021. – С. 418–424.

23. Глебов, В.В. Анализ технических, функциональных и эксплуатационных характеристик существующих и разрабатываемых экзоскелетов / В.В. Глебов, М.А. Куманеев, Е.М. Кангин // Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса России: история, реальность, инновации : Межвузовский сборник статей по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции, Арзамас, 14–15 апреля 2020 года. – Арзамас : Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2020. – С. 13–17.

24. Новак, К.В. Метод исследования потенциальной эффективности применения экзоскелетов в боевой экипировке военнослужащих / К.В. Новак, Ю.С. Винокурова // Вопросы безопасности. –

2016. – № 5. – С. 1–10.

25. Baldassarre, A. et al. Industrial exoskeletons from bench to field: Human-machine interface and user experience in occupational settings and tasks // Frontiers in Public Health. – 2022. – Vol. 10. – P. 1039680.

References

1. Proyekt GOST R 1.16.320-1.086.20 «SSBT. Sredstva individual'noy zashchity oporno-dvigatel'nogo apparata. Ekzoskelety promyshlennyye. Klassifikatsiya. Terminy i opredeleniya» ot 15.01.2023.

2. Proyekt GOST R 1.16.320-1.087.20 «SSBT. Sredstva individual'noy zashchity oporno-dvigatel'nogo apparata. Ekzoskelety promyshlennyye. Obshchiye trebovaniya. Metody opredeleniya zashchity» ot 15.01.2023.

3. GOST R 12.4.306-2023 «Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Sredstva individual'noy zashchity oporno-dvigatel'nogo apparata. Ekzoskelety promyshlennyye. Klassifikatsiya. Terminy i opredeleniya» ot 20.04.2023 // Rosstandart, 2023. – 8 s.

4. Geregey, A.M. Sovremennyye podkhody k otsenke bezopasnosti i effektivnosti primeneniya promyshlennykh ekzoskeletov / A.M. Geregey, Ye.S. Shuporin, V.KH. Takh // Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya. – 2019. – T. 59. – № 9. – S. 599.

5. Geregey, A.M. Sovremennyye metody otsenki bezopasnosti i fiziologicheskoy effektivnosti primeneniya promyshlennykh ekzoskeletov / A.M. Geregey, Ye.S. Shitova, I.S. Malakhova // Analiz riska zdorov'yu – 2020 sovmestno s mezhdunarodnoy vstrechey po okruzhayushchey srede i zdorov'yu Rise-2020 i kruglym stolom po bezopasnosti pitaniya: Materialy X Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. V 2-kh tomakh, – Perm' : Permskiy natsional'nyy issledovatel'skiy politekhnicheskiy universitet, 2020. – S. 366–373.

9. Antokhin, Ye.A. Metodika otsenki obraztsov aktivnykh ekzoskeletov spetsial'nogo naznacheniya, prednaznachennykh dlya vklyucheniya v sostav ekipirovki voyennosluzhashchikh / Ye.A. Antokhin // Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika. – SP, : TSNII RTK. – 2023. – T. 11. – № 1. – S. 12–19.

10. Geregey, A.M. Primeneniye metoda ergospirometrii dlya fiziologicheskoy otsenki effektivnosti sredstv individual'noy zashchity / A.M. Geregey, Ye.S. Shuporin, I.V. Fateyev // Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya. – 2020. – T. 60. – №. 11. – S. 753–755.

11. Dmitriyev, V.A. Raschet kompleksnogo kriteriya kachestvennykh pokazateley promyshlennogo ekzoskeleta / V.A. Dmitriyev, A.Ye. Karlov // Nauka i obrazovaniye: otechestvennyy i zarubezhnyy opyt : Sbornik trudov Dvadtsat' pervoy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Belgorod, 17 iyunya 2019 goda. – Belgorod : OOO GiK, 2019. – S. 32–36.

12. Analiz effektivnosti primeneniya ekzoskeleta v proizvodstvennom protsesse promyshlennogo predpriyatiya / A.V. Mal'chikov, A.S. Yatsun, A.YU. Belov, A.V. Repkin // Yunost' i znaniya – garantiya uspekha – 2019 : sbornik nauchnykh trudov 6-y Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii, Kursk, 18–19 sentyabrya 2019 goda / Yugo-Zapadnyy gosudarstvennyy universitet. Tom 3. – Kursk : Yugo-Zapadnyy gosudarstvennyy universitet, 2019. – S. 234–237.

13. Shitova, Ye.S. Vozmozhnost' ispol'zovaniya miotonometrii dlya otsenki myshechnogo utomleniya rabotnikov fizicheskogo truda / Ye.S. Shitova, I.S. Malakhova, V.I. Lemeshko // Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya. – 2020. – T. 60. – № 11. – S. 892–894.

14. Sovremennyye metody issledovaniya bezopasnosti i fiziologicheskoy effektivnosti primeneniya promyshlennykh ekzoskeletov / A.M. Geregey, Ye.S. Shitova, I.S. Malakhova [i dr.] // Analiz riska zdorov'yu. – 2020. – № 3. – S. 148–159.

15. Sergeyeva, N.D. Sovershenstvovaniye nauchno-metodicheskikh podkhodov k obespecheniyu rosta proizvoditel'nosti truda na trudoyemkikh ruchnykh operatsiyakh v stroitel'nom proizvodstve / N.D. Sergeyeva, V.V. Galaganova // Vestnik magistratury. – 2023. – № 1-2(136). – S. 55–60.

16. Dmitriyev, V.A. Metody ispytaniy promyshlennogo ekzoskeleta / V.A. Dmitriyev, A.Ye. Karlov, M.KH.KH.M. Al' // Molodezh' i nauka: shag k uspekhu : sbornik naucnykh statey 3-y Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii perspektivnykh razrabotok molodykh uchenykh : v 5 t., Kursk, 21–22 marta 2019 goda. Tom 5. – Kursk : Zakrytoye aktsionernoye obshchestvo «Universitetskaya kniga», 2019. –

S. 33–37.

17. Dmitriyev, V.A. Analiz kachestvennykh pokazateley promyshlennogo ekzoskeleta na osnove kompleksa kriteriyev / V.A. Dmitriyev, A.V. Fedorov, M.KH.KH.M. Al' // Voprosy metodologii yestestvoznaniya i tekhnicheskikh nauk: sovremennyy kontekst: Cbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Belgorod, 29 marta 2019 goda / Pod obshch. red. Ye.P. Tkachevoy. – Belgorod : Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Agentstvo perspektivnykh nauchnykh issledovaniy», 2019. – S. 131–135.

18. Metodicheskiy podkhod k sravnitel'noy otsenke aktivnykh ekzoskeletnykh konstruktsiy voyennogo naznacheniya / Ye.A. Antokhin, L.L. Voronin, O.P. Men'shikov, I.A. Kashin // Robotizatsiya Vooruzhennykh Sil Rossiyskoy Federatsii: Sbornik statey V voyenno-nauchnoy konferentsii, Anapa, 29–30 iyulya 2020 goda. Tom 1. – Anapa: Federal'noye gosudarstvennoye avtonomnoye uchrezhdeniye «Voyennyy innovatsionnyy tekhnopolis «ERA», 2020. – S. 138–146.

19. Vereykin, A.A. Prakticheskoye primeneniye ekzoskeletov v promyshlennosti i stroitel'stve [Electronic resource]. – Access mode : http://www.str-t.ru/reports/19.

20. Metodicheskiy podkhod k provedeniyu ispytaniy ekzoskeletov spetsial'nogo i dvoynogo naznacheniya / Ye.V. Pis'mennaya, K.M. Tolstov, Ye.A. Antokhin, L.L. Voronin // Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika. – 2022. – T. 10. – № 2. – S. 93–103.

21. Zakharov, A.V. Metodicheskiy podkhod k otsenke ekzoskeletov voyennogo naznacheniya / A.V. Zakharov, Ye.A. Antokhin, L.L. Voronin // Vooruzheniye i ekonomika. – 2021. – № 4(58). – S. 111–120.

22. Osobennosti issledovaniya effektivnosti ispol'zovaniya promyshlennykh ekzoskeletov, prednaznachennykh dlya podderzhki verkhnikh konechnostey / Ye.S. Shitova, A.M. Geregey, V.G. Suvorov, Ye.S. Shuporin // Analiz riska zdorov'yu – 2021. Vneshnesredovyye, sotsial'nyye, meditsinskiye i povedencheskiye aspekty. Sovmestno s mezhdunarodnoy vstrechey po okruzhayushchey srede i zdorov'yu RISE-2021 : Materialy XI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem: v 2 t., Perm', 18–20 maya 2021 goda. Tom 2. – Perm' : Izdatel'stvo Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta, 2021. – S. 418–424.

23. Glebov, V.V. Analiz tekhnicheskikh, funktsional'nykh i ekspluatatsionnykh kharakteristik sushchestvuyushchikh i razrabatyvayemykh ekzoskeletov / V.V. Glebov, M.A. Kumaneyev, Ye.M. Kangin // Sotsial'no-ekonomicheskiye i tekhnicheskiye problemy oboronno-promyshlennogo kompleksa Rossii: istoriya, real'nost', innovatsii : Mezhvuzovskiy sbornik statey po materialam VI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Arzamas, 14–15 aprelya 2020 goda. – Arzamas : Nizhegorodskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet im. R.Ye. Alekseyeva, 2020. – S. 13–17.

24. Novak, K.V. Metod issledovaniya potentsial'noy effektivnosti primeneniya ekzoskeletov v boyevoy ekipirovke voyennosluzhashchikh / K.V. Novak, YU.S. Vinokurova // Voprosy bezopasnosti. – 2016. – № 5. – S. 1–10.

© В.В. Варлашин, А.И. Прядко, И.С. Барынкин, 2023

УДК 629.113

ВАССУФ ЯЗАН, А.В. ТАРАСЕНКО, Д.Ю. ОСИН
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»;
ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»;
ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Москва

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КРУИЗ-КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Ключевые слова: автомобильная мехатроника; круиз-контроль; системы помощи водителю.

Аннотация. Целью данной работы является изучение проектирования и разработки системы помощи водителю для управления скоростью на основе данных от радара и камеры, известной как круиз-контроль. Для достижения поставленной цели необходимо определить требования к системе. Поэтому она разделена на несколько подсистем для достижения конечной цели, которой является повышение безопасности на дорогах. В результате исследования были определены требования к системе круиз-контроля, проведен анализ датчиков, разработана структура системы, направленная на повышение безопасности на дорогах. Обеспечена эффективность и надежность системы через разделение на подсистемы и выбор оптимальных технологий.

Введение

Круиз-контроль, традиционно ассоциируемый с автомобилями, становится неотъемлемой частью современного общественного транспорта. Эта система позволяет автобусам и троллейбусам поддерживать постоянную скорость на дорогах, что приводит к повышению безопасности [1]. Много исследований интересует система круиз-контроля [2; 3], но мало из них описывают структуру, функциональность и подсистемы. Исходя из этого, новизной данной работы являются проектирование и разработка системы круиз-контроля с описанием ее задач, архитектуры и подсистем.

Архитектура системы

Система должна состоять из оборудования технического зрения (радар и камера) и блока управления системой. Блок управления должен состоять из двух модулей: вычислительного и логического. Вычислительный модуль осуществляет обработку данных с внешних устройств технического зрения, логический модуль осуществляет прием данных с шины *CAN*, диагностику, прием управляющих сигналов и отправку результатов работы системы. Результаты работы системы передаются на тормозную систему и системы визуального оповещения автобуса. Системы визуального оповещения могут быть объединены с виртуальной приборной панелью автобуса. Структура работы системы представлена на рис. 1.

Система круиз-контроля должна выполнять следующие функции.

1. Обнаружение стационарных и движущихся транспортных средств, находящихся перед оборудованным автобусом.
2. Поддержание заданной скорости транспортного средства в зависимости от других транспортных средств, находящихся на пути следования оборудованного транспортного средства (**ТС**).

Перечень подсистем, их назначение и основные характеристики

Система должна подразделяться на подсистемы.

1. Подсистема обработки данных с радаров.

Рис. 1. Архитектура системы

2. Подсистема определения объектов.
3. Подсистема обработки данных с камер.
4. Подсистема определения объектов на изображении.
5. Подсистема объединения данных.
6. Подсистема логики работы системы.

Функциональная схема системы представлена на рис. 2.

Подсистема обработки данных с радаров осуществляет прием данных с фронтального радара, установленного в передней части автобуса. Подсистема формирует массив с объектами и их характеристиками. В случае неисправности радара отправляет сообщение на блок логики с типом неисправности.

Подсистема определения объектов с радара формирует список объектов исходя из зоны интереса и класса объектов, скорость и класс и отправляет в подсистему объединения данных.

Подсистема обработки данных с камеры осуществляет декодировку входного потока данных с камеры и преобразование в вид изображения. Подсистема обработки данных с камеры осуществляет предобработку изображения: выбор зоны интереса, изменение цветопередачи, фильтрация.

Подсистема определения объектов на изображении осуществляет детектирование объектов: автомобилей, мотоциклистов на изображении.

Подсистема объединения данных производит объединение объектов с камеры и радара для улучшения точности распознавания. В результате система создает массив найденных объектов. Полученный массив передается на подсистему логики работы системы.

Подсистема логики работы системы должна выполняться на логическом модуле. Время запуска подсистемы не должно превышать десять секунд. Подсистема должна выполнять следующие функции:

– прием данных с информационной шины автобуса;
– смена режимов работы;
– передача сообщений о статусе системы;
– осуществление вычисления предупреждений;
– передача предупреждающих сообщений;
– передача сообщений на блок управления тормозной системой.

Логика работы системы осуществляет управление скоростью транспортного средства. Система должна включать возможность включения, отключения, установки желаемой скорости водителем.

Выводы

В данной статье разработана новая архитектура системы помощи водителю, включая круиз-контроль, основанный на данных от радара и камеры. Устойчивость системы во всех погодных условиях обеспечивается за счет высокой работоспособности радара и точности на различных скоростях. Интеграция данных от радара с изображениями от камеры дополняет систему, обеспечивая высокую точность распознавания и классификации объектов. Архитектура включает два рабочих модуля и несколько подсистем для взаимодействия с датчиками и принятия решений, обеспечивая надежность и

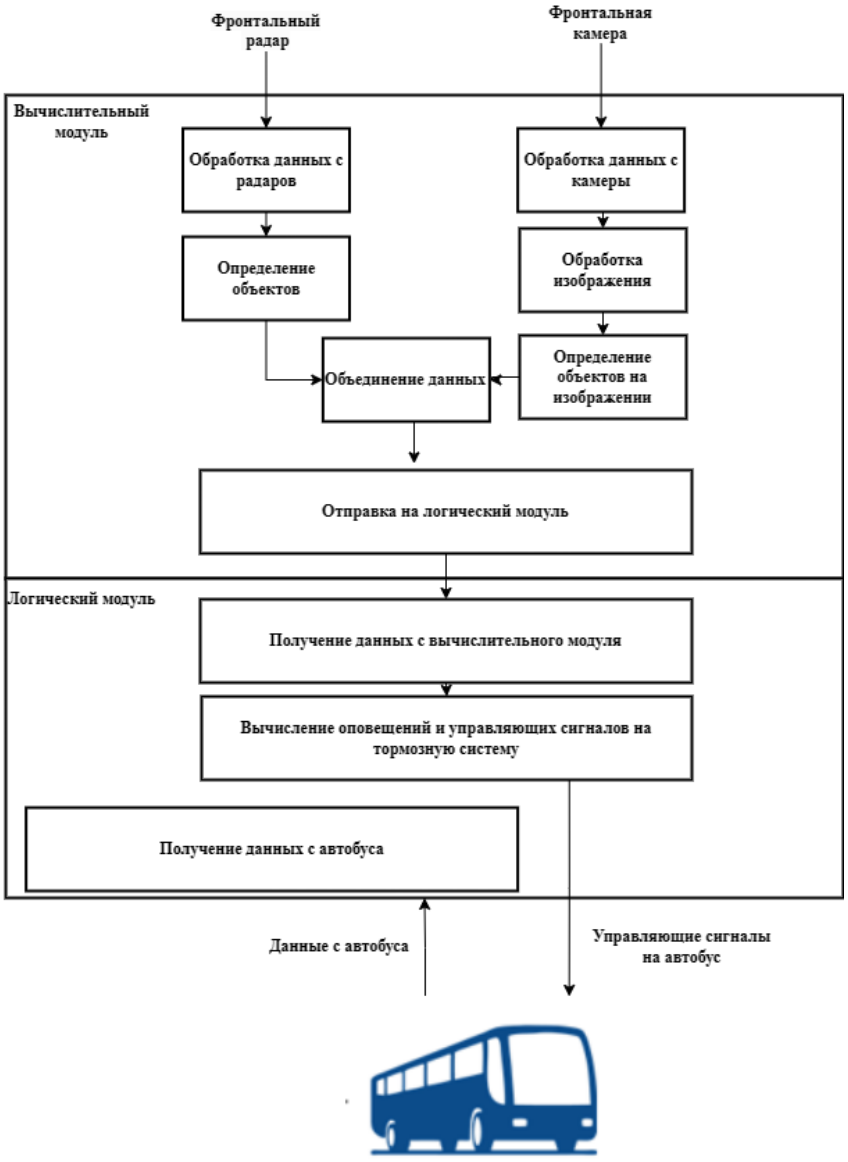


Рис. 2. Функциональная схема системы

точность в различных погодных условиях. Такой комплексный подход обеспечивает высокую эффективность и надежность системы помощи водителю.

Список литературы

1. Разработка системы помощи водителю при повороте для общественного транспорта / Я. Вассуф, В.В. Серебренный, А.В. Тарасенко, М.В. Коржуков // Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 1(64). – С. 67–79.

2. Система адаптивного круиз-контроля ACC / Д.А. Мальцев, Г.А. Киселев, Н.Р. Туягалиев [и др.] // Интернаука. – 2022. – № 23-3(246). – С. 37–39.

3. Йена, К.С. Динамическое моделирование и проектирование системы управления транспортным средством при его продольном движении / К.С. Йена, А.В. Джозеф // Индийский журнал

науки и техники. – 2016. – № 9(30). – С. 1–6.

References

1. Razrabotka sistemy pomoshchi voditelyu pri povorote dlya obshchestvennogo transporta / YA. Vassuf, V.V. Serebrennyy, A.V. Tarasenko, M.V. Korzhukov // Vestnik MGTU «Stankin». – 2023. – № 1(64). – S. 67–79.

2. Sistema adaptivnogo kruiz-kontrolya ACC / D.A. Mal'tsev, G.A. Kiselev, N.R. Tuyagaliyev [i dr.] // Internauka. – 2022. – № 23-3(246). – S. 37–39.

3. Yyena, K.S. Dinamicheskoye modelirovaniye i proyektirovaniye sistemy upravleniya transportnym sredstvom pri yego prodol'nom dvizhenii / K.S. Yyena, A.V. Dzhozef // Indiyskiy zhurnal nauki i tekhniki. – 2016. – № 9(30). – S. 1–6.

© Вассуф Язан, А.В. Тарасенко, Д.Ю. Осин, 2023

УДК 007.52:628.143

А.Е. ИЛЬЯСОВ, В.В. ВАРЛАШИН
ФГАОУ «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики», г. Санкт-Петербург

МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РТК ВНУТРИТРУБНОЙ ДИАГНОСТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИДУЦИАЛЬНЫХ МАРКЕРОВ

Ключевые слова: визуальная одометрия; внутритрубная диагностика; восстановление траектории; реперный маркер.

Аннотация. В работе описывается предложенный метод восстановления траектории магистрального трубопровода на дистанции до пяти километров средствами внутритрубного роботизированного диагностического комплекса. Цель работы заключается в исследовании характеристик предложенного метода восстановления движения *Real Time Kinematic* (**РТК**) внутритрубной диагностики с использованием фидуциальных маркеров. Основными задачами данной работы являются: обзор и анализ существующих методов восстановления траектории, построение компьютерной модели РТК, проведение компьютерного моделирования с целью выявления характеристик метода. Способ исследования – компьютерное моделирование с применением симулятора роботов. Результаты исследования позволяют оценить точность восстановления траектории движения РТК, полученная относительная погрешность метода составляет 0,66 % длины траектории.

Введение

В настоящее время для определения местоположения магистрального трубопровода (**МТ**) широко применяются неоптические методы восстановления МТ. Среди прочих наиболее популярны следующие методы: наземное геодезическое позиционирование трубопровода (**НГПТ**), применение инерциальных навигационных систем (**ИНС**).

Наземное геодезическое позиционирование трубопровода включает комплекс работ по определению местоположения трубопроводов, начиная с создания опорной геодезической сети и заканчивая созданием карт [1].

Широкое применение для задач навигации внутритрубных инспекционных приборов (**ВИП**) находят инерциальные навигационные системы ввиду их высокой автономности [2]. Главный недостаток метода заключается в аддитивной природе накопления ошибок измерений, поэтому данный метод часто совмещают с другими.

Идея совместного позиционирования предполагает наличие робототехнического комплекса, включающего два робота, где один робот используется в качестве движущегося ориентира, а другой – для его обнаружения.

Обзор существующих оптических методов восстановления траектории на основе идеи совместного позиционирования

Идея совместного позиционирования была исследована в работе *R. Kurazume* [3], где было показано резкое ускорение и повышение точности локализации каждого робота. Идея совместной визуальной одометрии на основе мобильных визуальных маркеров была опубликована *R. Acuna* [4], *M.Sc. Zaijuan Li* [5] и др.

В своей работе [4] *R. Acuna* и др. предлагают метод совместной визуальной одометрии в реальном времени на основе мобильных визуальных маркеров (англ. *Mobile Marker*, *MOMA*), имеющий высокую точность локализации роботов. Работа *R. Acuna* реализует случай, когда

ориентиры являются визуальными реперными маркерами, например, маркеры *ArUco*, которые можно обнаружить с помощью монокулярной камеры.

Существует некоторое отличие в терминологии между работами *R. Acuna* [4] и *M.Sc. Zaijuan Li* [5]. По *R. Acuna* и др. [4] *MOMA* – это маркер, который в любой момент времени имеет два возможных состояния: мобильное, если маркер перемещается, и статичное в противном случае. Наблюдатель определяется как объект, который выполняет обнаружение и оценку положения маркера, то есть это камера. *M.Sc. Zaijuan Li* [5] определяет *MOMA* как метод локализации робототехнического комплекса на основе движущегося маркера (англ. *MObile MArker based localization method*).

По *R. Acuna* [4] и *M.Sc. Zaijuan Li* [5] относительное положение объекта G в трехмерном пространстве в однородном представлении задается вектором перемещения $T \in \mathbb{R}^3$ и матрицей поворота $R \in \mathbb{R}^{3x3}$:

$$G = \begin{bmatrix} R & T \\ 0_{1x3} & 1 \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Трехмерные координаты маркера в однородном представлении задаются вектором X_M [4]:

$$X_M = [X_M, Y_M, Z_M, 1]. \quad (2)$$

Предполагается, что положение фиксированного маркера в мировых координатах G_M известно, а также структура маркера определена и легко обнаруживается. Как только маркер обнаружен, мы можем оценить относительное положение маркера относительно камеры G^t и получить абсолютное положение камеры $G^t{}_C$ [4]:

$$G_C^t = G^t G_M. \quad (3)$$

Ошибка глобального положения камеры $G^t{}_C$ в данном случае связана только с оценкой относительного положения маркера G^t, которая зависит от конфигурации камеры и параметров калибровки. В этом случае ошибка накапливаться не будет.

В случае использования только одного опорного маркера для охвата всей траектории маркер должен перемещаться. Это означает, что положение маркера может изменяться в заданные моменты времени $t = \tau$, тогда получим:

$$G_C^t = G^t G_M^{t=\tau}. \quad (4)$$

Преимуществом мобильного опорного маркера перед неподвижными маркерами является отсутствие загруженности сцены маркерами. До, во время и после движения комплекса сцена не претерпевает никаких изменений.

В своей работе [4] *R. Acuna* и др. предложили следующий алгоритм совместной одометрии. Для того чтобы получить положение маркера $G_M^{t=\tau}$ в определенные моменты времени, необходимо вычислить изменение положения маркера ${}^{\tau 2}G_M^{\tau 1}$ между двумя конкретными последовательными моментами времени $\tau_2 < \tau_1$. Как только это изменение станет известно, текущее положение может быть рекурсивно вычислено из последнего положения в момент времени τ_1:

$$G_M^{\tau 2} = {}^{\tau 2} G_M^{\tau 1} G_M^{\tau 1}. \quad (5)$$

Получим изменение положения маркера ${}^{\tau 2}G_M^{\tau 1}$ с помощью камеры. Мы начинаем с фиксации камеры в статичном состоянии в начальном положении:

$$G_C^{\tau 1} = G^{\tau 1} G_M^{\tau 1}. \quad (6)$$

В течение интервала времени $\tau_1 < t < \tau_2$ маркер находится в подвижном состоянии и перемещается в новое фиксированное положение в пределах поля зрения камеры. Поскольку камера статична, положение:

$$G_C^{\tau 2} = G^{\tau 2} G_M^{\tau 2} \quad (7)$$

эквивалентно положению $G_C^{\tau 1}$. Следовательно,

$${}^{\tau 2}G_M^{\tau 1} = \left[G^{\tau 2} \right]^{-1} G^{\tau 1}. \quad (8)$$

Стоит отметить, что в данном методе *MOMA* одометрии определение положения комплекса и накопления ошибок случается только в дискретные моменты времени $t = \tau_1$, которые происходят с довольно низкой частотой в определенных путевых точках. Однако этот метод обеспечивает локализацию камеры и маркера даже во время движения [4].

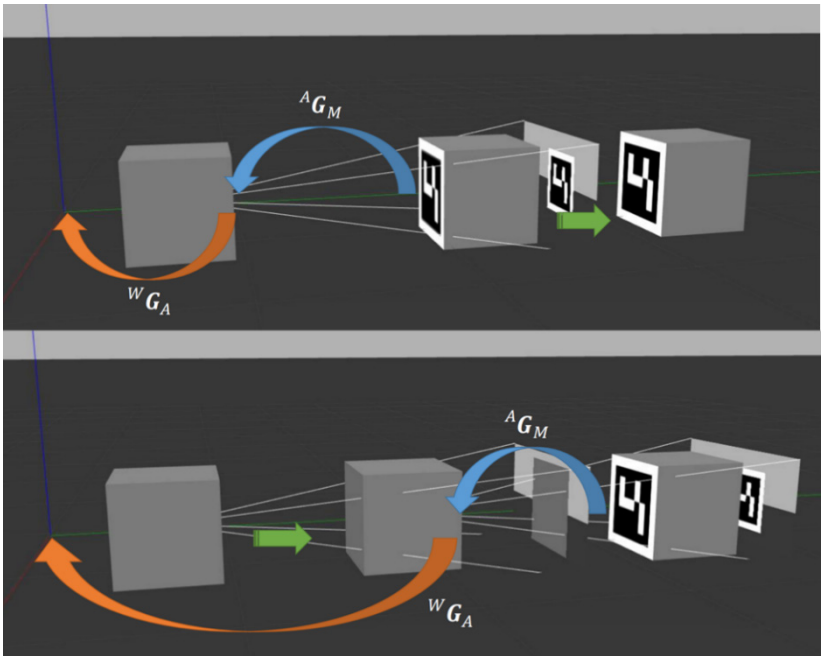


Рис. 1. Гусеничная схема MOMA одометрии [5]

Стоит напомнить, что оценка положения маркера и камеры в данном методе совершается в дискретные моменты времени $t = \tau_1$, в связи с чем происходит меньшее накопление ошибки локализации. При таком подходе не требуется наличие хорошо выделяемых признаков в среде, а требуется всего лишь наличие одной монокулярной камеры и одного маркера. Более того, требуется значительно меньше времени и памяти вычислительного устройства для обнаружения и локализации маркера, чем для выделения признаков на карте. Среди недостатков данного метода стоит отметить необходимость надежной связи между камерой и маркером, поскольку в противном случае повышается сложность управления и навигации. Кроме того, в данном методе должен быть период времени *dt*, в течение которого и маркер и камера остаются неподвижными [4].

В своей работе [5] *M.Sc. Zaijuan Li* приводит классификацию методов локализации на основе идеи совместного позиционирования в зависимости от использования измерений окружающей среды, а также приводит их реализацию.

M.Sc. Zaijuan Li выделяет два основных метода локализации: *MOMA* и *S-MOMA*, которые могут быть применены в различных ситуациях, в том числе и в задачах восстановления траектории МТ. Первый метод локализации уже был рассмотрен ранее и использует камеру и реперные маркеры вместо признаков окружающей среды. Второй метод разработан на основе *MOMA* одометрии, включает стереокамеру и является дополнением в задачах *VSLAM* для уменьшения накопления ошибок локализации.

Рекурсивный процесс *MOMA* одометрии маркера и камеры по работе [5] аналогичен рассмотренной выше *MOMA* одометрии по материалу [4] и представлен на рис. 1.

Следует отметить еще раз, что, как и в работе [4], определение положения комплекса и накопление ошибки происходят в дискретные моменты времени, когда и маркер, и камера неподвижны.

Разработка оптического метода восстановления траектории *C-MOMA* на основе идеи совместного позиционирования

Основной мотивацией данной работы является разработка собственного метода визуальной одометрии в режиме реального времени на основе идеи совместного позиционирования для задачи локализации воздушно-реактивного двигателя (**ВРДК**) и восстановления траектории

магистрального трубопровода в условиях слабоструктурированной среды. Метод предполагает использование двух роботов, движущихся друг за другом, и непрерывную оценку локализации ВРДК (англ. *Continious Mobile Marker based localization method*, *C-MOMA*). В данном случае необязательно иметь период времени *dt*, в течение которого и маркер, и камера остаются неподвижными.

Положение маркера G^t_M выражается через положение камеры G^t_C и относительное положение маркера G^t:

$$G^t_M = \left[G^t \right]^{-1} G^t_C. \quad (9)$$

Метод *C-MOMA* одометрии заключается в постоянном отслеживании положения маркера G^t_M и камеры G^t_C на протяжении всего пути, а не в отдельных точках и имеет реализацию, описанную в псевдокоде 1.

Псевдокод 1. Алгоритм *C-MOMA* одометрии.

1 Инициализация $G^{\tau 1}_C$
2 пока *i*: циклы локализации комплекса делать
3 если $t = \tau_1$, то
4 маркер и камера статичны: Обнаружение маркера, чтобы
5 определить G^{τ_i} и, используя (9), получение $G^{\tau_i}_M$
6 иначе если $\tau_1 < t < \tau_{i+1}$, то
7 маркер едет, камера статична: Непрерывное обнаружение
8 маркера, чтобы получить G^t и, используя (9), получение G^t_M
9 иначе если $t = \tau_{i+1}$, то
10 маркер и камера статичны: Обнаружение маркера, чтобы
11 определить $G^{\tau_{i+1}}$ и, используя (9), получение $G^{\tau_{i+1}}_M$
12 иначе если $t > \tau_{i+1}$, то
13 маркер статичен, камера едет: Обнаружение маркера,
14 чтобы определить G^t и, используя (4), получение G^t_C
15 конец если
16 конец пока

Основное отличие алгоритма *C-MOMA* одометрии от предложенного [4; 5] заключается в непрерывном вычислении положения камеры G^t_C и маркера G^t_M с частотой смены кадров камеры. Во-вторых, в начальный момент времени используется инициализация положения камеры G^0_C, а не маркера. В-третьих, расчет текущего положения подвижного маркера G^t_M выполняется через известное положение камеры G^t_C, а не через изменение положения маркера ${}^{\tau 2}G^{\tau 1}_M$. Наконец, в расчете результирующей траектории движения комплекса используется два набора данных: первый – при перемещении маркера, второй – при перемещении камеры.

Моделирование и оценка

В данном разделе исследуется метод восстановления траектории магистрального трубопровода средствами разрабатываемого ВРДК [6] с применением *C-MOMA* одометрии. Данный ВРДК состоит из двух роботов, движущихся гусеницеподобным образом в трубе по описанным правилам, и включает наличие в кормовой части переднего робота мишени с видеокамерой технического зрения и наличие на носу заднего робота мишени точек лазерных маркеров [6]. Передний робот непрерывно следит за движением заднего робота благодаря монокулярной камере. Вначале задний робот статичен, а передний робот движется по трубе. Дальше происходит переключение: теперь передний робот статичен, а задний робот движется по трубе. В данном виде движения ВРДК каждый робот ведет себя, как сегмент тела гусеницы.

Ошибка позиционирования ВРДК зависит от точности локализации маркера, но не зависит от проскальзывания колес комплекса и будет накапливаться в течение всего движения ВРДК.

Моделирование работы предложенного алгоритма с применением ВРДК в симуляторе роботов *Gazebo*

Свободно распространяющийся 3*D*-симулятор робототехники *Gazebo* построен на физическом движке *ODE* (англ. *Open Dynamics Engine*), наиболее популярном в задачах робототехники, и позволяет наиболее точно моделировать процессы исследуемого физического аналога.

А. Конфигурация оборудования.

Моделируемый ВРДК состоит из двух роботов. На кормовой части переднего робота установлен щит с реперным маркером, а на носовой части заднего робота установлена моно-

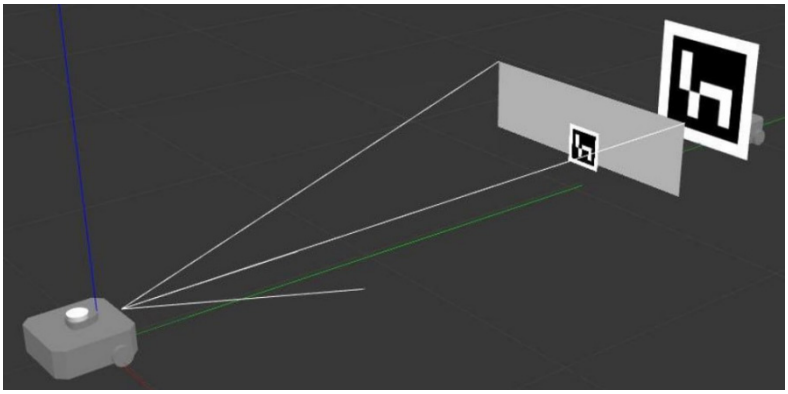


Рис. 2. Моделирование в среде *Gazebo*

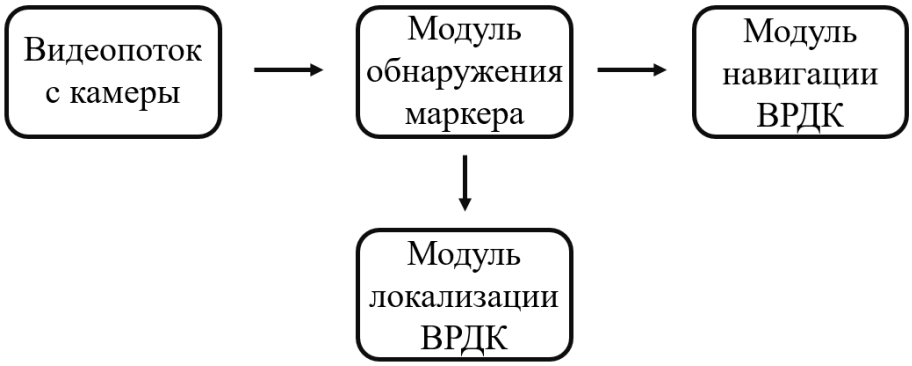


Рис. 3. Схема архитектуры программного обеспечения

кулярная камера (рис. 2). Видеосигнал с камеры заднего робота передается на вычислительное устройство для определения местоположения комплекса.

В качестве реперного маркера был выбран *ArUco*-маркер [7] из словаря *Original ArUco* 6x6 с номером 26 и размерами 500x500 мм.

Б. Архитектура программного обеспечения.

Программное обеспечение состоит из следующих основных модулей, представленных на рис. 3: видеопоток с камеры, модуль обнаружения маркера, модуль навигации ВРДК, модуль локализации ВРДК. Код был реализован в фреймворке *Robot Operating System* (*ROS*).

1. Модуль обнаружения маркеров.

Модуль обнаружения маркеров предназначен для распознавания маркера *ArUco*, установленного на хвосте переднего робота.

2. Модуль навигации ВРДК.

Модуль навигации задает траекторию движения ВРДК. В статье рассматриваются следующие траектории: движение по прямой линии, плоское движение по окружности.

3. Модуль локализации ВРДК.

Модуль локализации ВРДК вычисляет его глобальное положение, используя рассмотренный ранее алгоритм *C-MOMA* одометрии.

В. Эксперименты и обсуждение.

Основной целью экспериментов является определение характеристик C-*MOMA* одометрии путем сравнения ее результата с заданной траекторией перемещения ВРДК.

1. Движение по прямой линии.

В начальный момент времени маркер выставляется на дистанции 1 м напротив камеры. Далее камера и маркер перемещаются на 100 м вдоль прямой линии друг за другом гусеницеподобным образом. Проводится десять экспериментов с относительным перемещением двух роботов от 1 до 10 м. Минимальная дистанция между роботами составляет 1 м. Время задержки, когда оба робота остаются неподвижными,

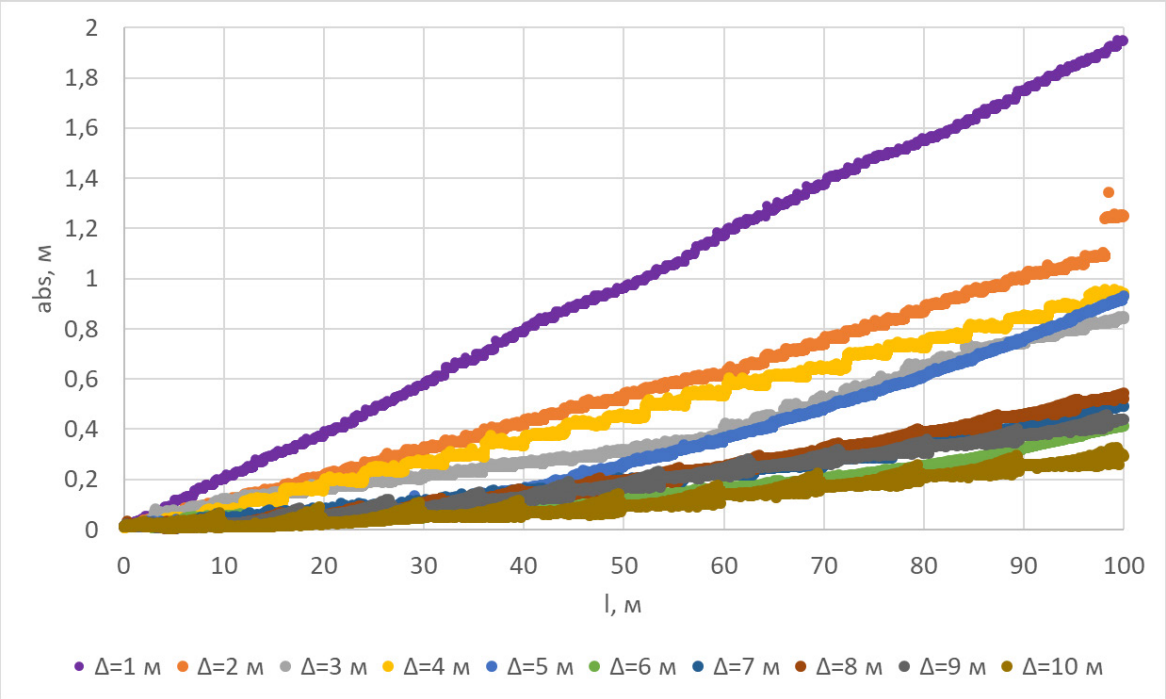


Рис. 4. Абсолютная ошибка локализации маркера $abs(G_M^t)$ на дистанции 100 м при разных значениях относительного перемещения двух роботов

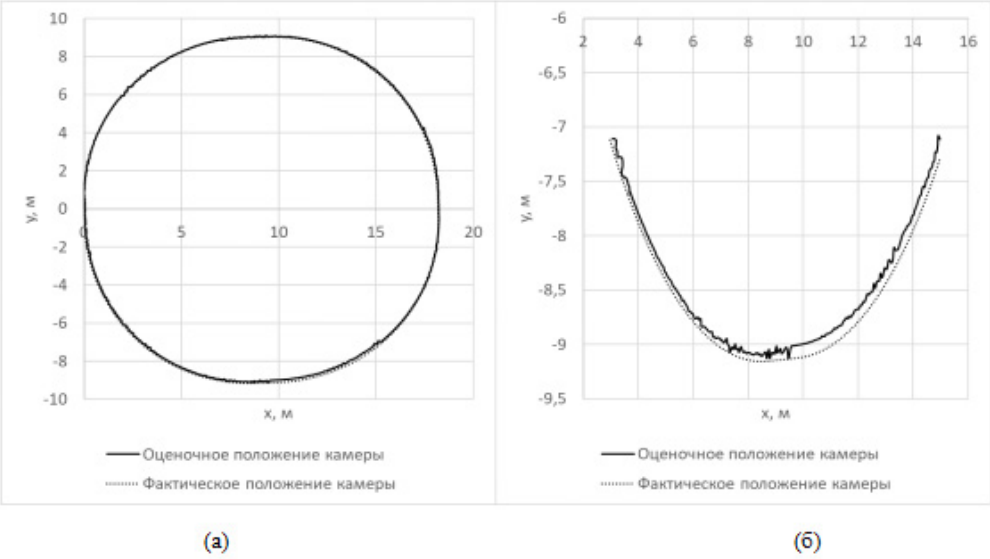


Рис. 5. Траектория перемещения камеры по окружности (а) и участок траектории перемещения камеры по окружности крупным планом (б)

– 10 мс. Скорость перемещения обоих роботов 600 м/ч. График поведения абсолютной ошибки локализации маркера для каждого относительного перемещения на дистанции 100 м представлен на рис. 4.

Наименьшее значение итоговой ошибки локализации маркера $abs(G_M^t)$ наблюдается при значении относительного перемещения Δ = 10 м. С другой стороны, относительное перемещение Δ = 6 м характеризуется более устойчи-

Рис. 6. Абсолютная ошибка локализации камеры при движении по окружности на плоскости

вой и в то же время невысокой ошибкой.

По техническому заданию предполагается инспектировать участок магистрального трубопровода кривизной радиуса 500 *DN*. Однако минимальное значение радиуса окружности, по которому может перемещаться ВРДК с учетом ограничений *C-MOMA* одометрии при относительном перемещении Δ = 6 м, составляет *r* = 10 м.

2. Плоское движение по окружности.

В данной задаче исследуется движение ВРДК по окружности с учетом ограничений маркерной одометрии C-*MOMA*. При этом маркер и камера движутся вдоль одной окружности друг за другом гусеницеподобным образом. Радиус окружности *r* = 10 м. Минимальная дистанция между роботами составляет 1 м, максимальная – 7 м (относительное перемещение Δ = 6 м). Время задержки, когда оба робота остаются неподвижными, составляет 10 мс. Скорость перемещения обоих роботов 600 м/ч. Полученная траектория перемещения камеры представлена на рис. 5.

Максимальная ошибка локализации камеры (евклидово расстояние) составила 0,25 м или 0,66 % от всей траектории. Поведение абсолютной ошибки локализации ВРДК в течение всей навигации показано на рис. 6.

Заключение

Предложенный метод одометрии *C-MOMA* обладает удовлетворительными характеристиками точности восстановления траектории МТ, которые существенно зависят от применяемого оборудования и вида движения. В ходе экспериментов замечено, что в текущей конфигурации оборудования максимальная точность *C-MOMA* одометрии достигается при относительном перемещении двух роботов Δ = 6 м. Кроме того, точность метода существенно зависит от скорости перемещения комплекса. Чем скорость ниже, тем точность выше. Как и многие другие методы одометрии, данный метод подвержен накоплению ошибки локализации. Поэтому для достижения хорошей локализации его следует комбинировать с другими методами локализации.

Работа выполнена в рамках НИОКТР, выполняемых ЦНИИ РТК при реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства «Разработка роботизированного диагностического комплекса для внутритрубного контроля трубопроводов» при финансовой под-

держке Министерством науки и высшего образования Российской Федерации; соглашение о предоставлении субсидии № 075-11-2022-035.

Список литературы

1. Антропова, Н.А. Геодезическое позиционирование магистральных нефтегазопроводов-основа создания современных геоинформационных систем / Н.А. Антропова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № 4(1). – С. 281–284.
2. Kumar, G.A. A LiDAR and IMU integrated indoor navigation system for UAVs and its application in real-time pipeline classification / G.A. Kumar // Sensors. – 2017. – Vol. 17. – No. 6. – P. 1268.
3. Kurazume, R. Cooperative positioning with multiple robots / R. Kurazume, S. Nagata, S. Hirose // Proceedings of the 1994 IEEE International Conference on Robotics and Automation. – IEEE, 1994. – P. 1250–1257.
4. Acuna, R. Moma: Visual mobile marker odometry / R. Acuna, Z. Li, V. Willert // 2018 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN). – IEEE, 2018. – P. 206–212.
5. Li Z. New methods of eye-to-eye calibration and its application to cooperative localization. – 2020.
6. Волков, В.А. Конструктивные особенности робототехнических комплексов внутритрубной диагностики / В.А. Волков, В.В. Варлашин // Робототехника и техническая кибернетика. – 2022. – Т. 10. – № 4. – С. 309–320.
7. Garrido-Jurado, S. Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion / S. Garrido-Jurado // Pattern Recognition. – 2014. – Vol. 47. – No. 6. – P. 2280–2292.

References

1. Antropova, N.A. Geodezicheskoye pozitsionirovaniye magistral'nykh neftegazoprovodov-osnova sozdaniya sovremennykh geoinformatsionnykh sistem / N.A. Antropova // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tekhnicheskiy zhurnal). – 2013. – № 4(1). – S. 281–284.
6. Volkov, V.A. Konstruktivnyye osobennosti robototekhnicheskikh kompleksov vnutritrubnoy diagnostiki / V.A. Volkov, V.V. Varlashin // Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika. – 2022. – T. 10. – № 4. – S. 309–320.

© А.Е. Ильясов, В.В. Варлашин, 2023

УДК 621.865.8

А.И. ПРЯДКО, И.С. БАРЫНКИН, В.В. ВАРЛАШИН
ФГАОУ «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики», г. Санкт-Петербург

ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ТАЗОБЕДРЕННОГО ШАРНИРА АКТИВНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЭКЗОСКЕЛЕТА

Ключевые слова: газовая пружина; защита опорно-двигательной системы; накопители упругой энергии; экзоскелет.

Аннотация. Цель – разработка тазобедренного шарнира промышленного экзоскелета.

Задачи: рассмотреть проблемы, возникающие при разработке активных промышленных экзоскелетов, которые представляют собой внешнюю механическую несущую конструкцию, прикрепляющуюся к телу человека при помощи манжет; рассмотреть вопросы разрешения технического противоречия, заключающегося в необходимости обеспечения накопления необходимого запаса упругой энергии для разгрузки вставания оператора из положения приседа с грузом при такой организации функционирования тазобедренного шарнира, которая обеспечивает удобство оператора в экзоскелете в режиме нестесненного шагания в вертикальном положении; обеспечение работы эффективного функционирования экзоскелета в широком диапазоне разрешенных санитарными нормами охраны труда рабочих температур от –40 °С до +55 °С.

Методы: анализ патентов существующих решений, информационный поиск тематических статей, конструкторская работа.

Результаты: предложен вариант реализации активного тазобедренного шарнира комбинированного действия, объединяющего в себе пассивные накопители упругой энергии – газовую пружину, винтовую пружину сжатия и активный привод дожатия винтовой пружины.

Введение

Современные тенденции повышения эффективности ручного труда на производстве при выполнении погрузочно-разгрузочных работ сопровождаются повышением физических нагрузок на опорно-двигательный аппарат. Действенным способом снижения тяжести данного вида ручного труда в последнее время является применение промышленных экзоскелетов.

Обзор тенденций и подходов к созданию активных промышленных экзоскелетов

Рассмотрены патенты на изобретения, относящиеся к средствам индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата [1].

Для облегчения выполнения указанного вида работ, при которых наиболее травмоопасные нагрузки действуют в поясничном отделе позвоночника, защищающегося путем снижения внешних силовых факторов, используются экзоскелеты, представляющие собой внешнюю механическую несущую конструкцию, которая прикрепляется к телу человека с помощью манжет. В общем случае принцип действия экзоскелета основан на передаче нагрузки с человека на механический силовой прибор. Конструктивно экзоскелеты устроены подобно скелету человека, при этом их звенья соединяются посредством шарниров, которые могут быть оснащены накопителями потенциальной энергии, создающими необходимые моменты в шарнирах, что помогает оператору выполнять заданные операции, снижая уровень нагрузки на мышцы. В случае же оснащения шарниров активными приводами можно достичь полной разгрузки человека.

Известен опубликованный в 2023 г. «Пассивный экзоскелет» ПМ 217935, представляющий собой корсет, соединяющий грудную и пояснично-крестцовую опоры, опоры для бе-

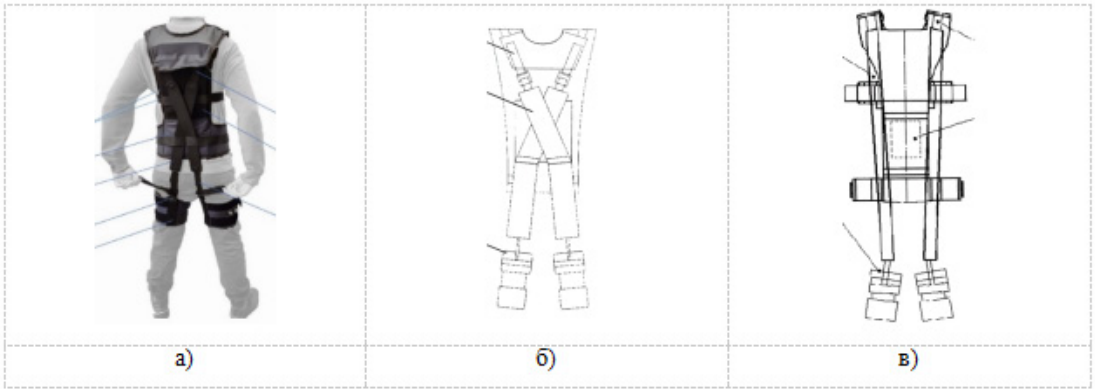


Рис. 1. а) «Пассивный экзоскелет» ПМ217935; б) «Пассивный экзоскелет» ПМ194544; в) «Пассивный экзоскелет» ПМ 211198

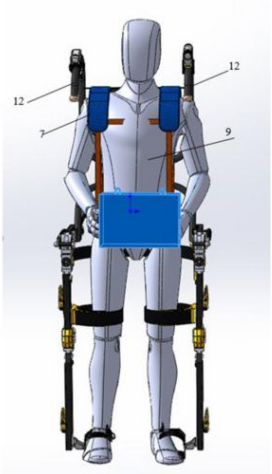


Рис. 2. «Экзоскелет» ПМ 198903 с активным модулем подъема груза

дер, опорную пластину спины, расположенную между грудной и пояснично-крестцовой опорами, регулировочные стропы, два эластомера, расположенные на опорной пластине спины и соединенные с задней частью опор для бедер (рис. 1а).

Оригинальным способом разгрузки опорно-двигательного аппарата является последний в списке «Пассивный грузовой экзоскелетон, коленный шарнир пассивного грузового экзоскелетона, компенсатор пассивного грузового экзоскелетона» ПМ 2362598 (2007 г.), который содержит каркас с элементами крепления к туловищу, две пары тазобедренных и голеностопных рычагов, соединенных между собой посредством коленных шарниров с элементами фиксации и шарнирно связанных свободными концами с каркасом и опорами стоп (рис. 1в). В свою очередь, каркас выполнен в виде двухчастного корсета с укрепленными на нем продольными направляющими, переходящими с передней на заднюю часть корсета. Соединение рычагов с каркасом осуществляется посредством компенсатора. Рычаги выполнены в виде пространственных оболочек. Элемент крепления к опорам стоп выполнен в виде шарнирного узла, фиксируемого на обуви с возможностью поворота стопы вокруг трех осей координат. Данный пассивный экзоскелет не увеличивает силу человека, ведь не имеет дополнительных источников энергии, и эффективен только при ходьбе. При спуске по наклонной поверхности нагрузка с мышц ног снимается с помощью тормозных узлов. При подъеме же по наклонной поверхности кости ног принимают на себя часть нагрузки, мышцы ног работают как

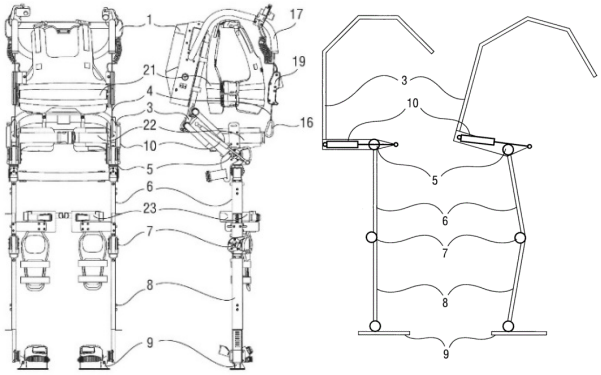


Рис. 3. «Силовой модуль экзоскелет» ПМ 217935 с активным модулем подъема груза и пассивным упругим элементом разгрузки тазобедренных шарниров, выполненным в виде двух газовых пружин

обычно, но позвоночник максимально разгружен, так же как при движении в экзоскелетоне по горизонтали.

К группе активных промышленных экзоскелетов можно отнести «Экзоскелет» по патенту ПМ 198903 (2020 г.), состоящий из соединенных между собой силового модуля, модуля крепления и активного модуля подъема груза (рис. 2).

Силовой модуль включает в себя спинной каркас, соединяемый с помощью шарнира с бедренным звеном, которое, в свою очередь, соединено шарнирно с голенным звеном, шарнирно соединенным со звеном стопы. Спинной каркас присоединяется с помощью грудных креплений и креплений поясничного отдела к корпусу оператора, а бедренное звено, голенное звено и звено стопы фиксируется на соответствующей части тела. Перемещение оператора происходит за счет мышечной энергии, а для подъема, опускания и удерживания груза используется модуль подъема груза. Для выполнения такелажных работ оператор должен сначала наклониться и/или присесть, чтобы с помощью крючков на тросах вручную закрепить груз. Затем оператор должен встать без груза при, например, одновременном сматывании тросов с вращающегося барабана на необходимую длину. И, наконец, при вращении барабана в обратную сторону тросы наматываются на барабан, груз поднимается на высоту, удобную для фиксации груза руками, после чего барабан останавливается. К недостаткам предложенного экзоскелета можно отнести то, что он не только не снижает, а увеличивает нагрузку на опорно-двигательный аппарат при выполнении вставания из положения «сидя» оператора в экзоскелете.

Следующим шагом является «Силовой модуль экзоскелета» по патенту ПМ 217935 (2022 г.) (рис. 3).

Силовой модуль экзоскелета включает в себя спинной каркас, бедренное звено, шарнирный узел, соединяющий спинной каркас и бедренное звено, голенное звено и звено стопы. В свою очередь, С-образный каркас с поясным ремнем для крепления его на операторе в области таза, два шарнирных узла и два бедренных звена с манжетами для фиксации их на бедрах оператора функционально объединены в тазобедренный шарнирный модуль, причем между спинным каркасом и шарнирными узлами установлен накопитель упругой энергии, один конец которого соединен со спинным каркасом, а другой с шарнирами шарнирных узлов, обеспечивающими вращение бедренных звеньев в сагиттальной плоскости. При этом накопитель упругой энергии представляет собой две газовых пружины, соответственно, у правого и левого тазобедренных шарниров. С целью выполнения операций по подъему груза на спинном каркасе устанавливается активный модуль подъема груза с тросовым подъемником.

Общий недостаток конструкции в том, что включенные в состав накопители энергии в процессе наклона и приседания оператора могут накопить энергию, равную части разности потенциальной энергии тела оператора и экзоскелета. Очевидно, что при вставании упругие элементы высвобождают только часть запасенной энергии, что обусловлено потерями в эла-

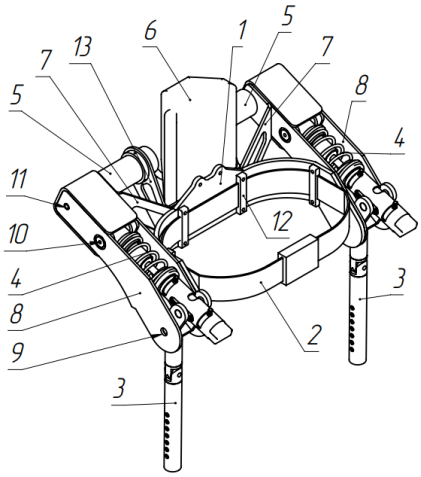


Рис. 4. Тазобедренный шарнирный модуль экзоскелета

стомере и трением. Таким образом, применение экзоскелетов позволяет снизить нагрузку на опорно-двигательный аппарат человека только на части скомпенсированного общего веса человека и экзоскелета.

Известно, что эффективность газовой пружины зависит от температуры эксплуатации и существенно снижается при работе при низких температурах.

В целом, рассмотренная конструктивная схема обладает большим потенциалом для создания активного промышленного экзоскелета с высокими показателями разгрузки при вставании и обеспечении удобства при ходьбе.

Разработки активного тазобедренного шарнира промышленного экзоскелета

Основными целями разработки являются, во-первых, максимальное снятие нагрузки с опорно-двигательного аппарата оператора в экзоскелете во время выполнения такелажных работ и, во-вторых, обеспечение удобства работы оператора в экзоскелете при ходьбе. Достижение первой цели принципиально обеспечивается за счет придания обоим накопителям энергии нового качества, а именно способности запасать упругую энергию, достаточную для того, чтобы при вставании оператора с грузом максимально компенсировать вес оператора с экзоскелетом и вес груза путем включения в состав каждого накопителя энергии дополнительно к газовой пружине винтовой пружины сжатия, которая будет подвергаться регулируемому по величине сжатию в положении сидя и тем самым накапливать дополнительную энергию с помощью введенных в состав шарнира своего электромеханического привода.

Достижение второй цели обеспечивается за счет совокупности ряда оригинальных конструктивных решений узла крепления поршня газовой пружины с бедренным звеном шарнира.

По результатам разработки была подготовлена и подана Заявка на изобретение № 2023122665 от 31.08.2023 «Тазобедренный шарнирный модуль экзоскелета», в которой также предложены варианты реализации новых базовых идей и подходов. Базовый вариант тазобедренного шарнирного модуля показан на рис. 4.

Тазобедренный шарнирный модуль экзоскелета включает в себя жесткий С-образный каркас (1) с поясным ремнем (2) для крепления его на операторе в области таза, два бедренных звена (3) с манжетами для фиксации их на бедрах оператора (на рисунке не показаны для простоты) с показанным условно без детализации шарнирным узлом (3–1), обеспечивающим отведение бедренного звена во фронтальной плоскости и вращение вокруг своей оси и с показанными условно в виде ряда установочных отверстий механизмами (3–2) регулировки длины бедренных звеньев, два – правый и левый – накопителя упругой энергии (4), два электромеханических вращательных привода (5) сжатия пружины накопителя энергии, а также блок аппаратуры системы управления

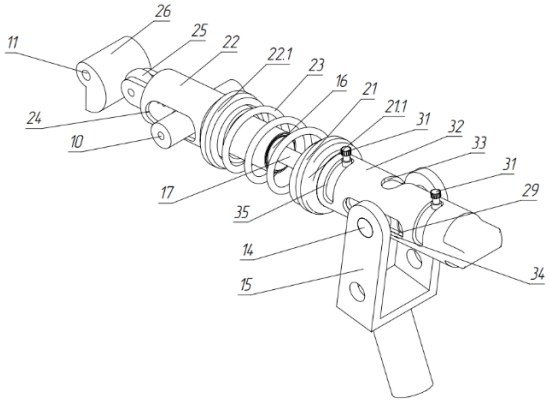


Рис. 5. Комбинированный накопитель упругой энергии

с аккумуляторной батареей (6). На каркасе (1) справа и слева с помощью двух кронштейнов (7) жестко закреплены два коробчатых корпуса (8), в которых установлены оси (9), (10) и (11), направленные перпендикулярно сагиттальной плоскости. Ремень (2) фиксируется на каркасе (1) с помощью скоб (12). Для комфортного ношения каркаса внутри него устанавливается мягкая упругая подкладка (на рисунке не показана).

На осях (9) сформированы шарниры поворота бедренных звеньев в сагиттальной плоскости, а оси (11) являются осями вращения электромеханических вращательных приводов (5), которые, в свою очередь, закреплены на коробчатых корпусах (8) и подкреплены в пространстве с помощью кронштейнов (13), установленных на каркасе (1). Коробчатые корпуса (8) вмещают накопители энергии (4) (рис. 5), которые одними концами шарнирно установлены на осях (10), а вторым концами шарнирно установлены на осях (14), закрепленных в выполненных в виде вилок наклонных стойках (15) бедренных звеньев (3).

Каждый накопитель упругой энергии (4) включает в себя типовую промышленную газовую пружину, состоящую из герметичного цилиндра (16), в котором перемещается шток (17), тонкий гибкий нагреватель (18) с электрорезистивным элементом и датчиком температуры, поверх которого установлен цилиндрический защитный кожух (19) с теплоизоляционным слоем (20) на внутренней поверхности кожуха, две концентрично установленные вокруг цилиндра и подвижные вдоль него трубчатые цилиндрические втулки (21), (22) с установленными на них винтовыми кольцевыми упорами (21.1) и (22.1), между которыми размещена пружина сжатия (23), причем первая втулка (21) закреплена на конце штока (17) газовой пружины, а вторая втулка (22) размещена со стороны шарнирной опоры цилиндра, ось которой (10) неподвижно закреплена в корпусе (8) на каркасе (1). На конце второй втулки (22) со стороны шарнирной опоры цилиндра выполнены два диаметральных направляющих паза (24), в которых размещена ось (10) шарнирной опоры цилиндра и на подшипнике установлен бочкообразный опорный ролик (25), ось вращения которого параллельна оси (10) шарнирной опоры цилиндра. Ролик (25) контактирует со спиралевидным нажимным кулачком (26), который жестко закреплен на оси (11) и поворачивается вращательным приводом (5). В свою очередь, в первой цилиндрической втулке (21) установлен подвижный поршень (27) с кольцевыми уплотнениями на концах. На торце втулки (21) установлена заглушка (28), а на боковой поверхности втулки выполнены два диаметрально расположенных паза (29), в которых размещены концы оси (14), установленной в поршне (27), которые, в свою очередь, шарнирно закреплены в соответствующих отверстиях вилки (15). На обоих концах внутреннего цилиндра втулки (21), вмещающего поршень (27), на дне установлены эластичные упорные элементы (30), а в районе дна обоих цилиндров в боковой поверхности первой втулки установлены два игольчатых клапана (31) с резьбовой регулировкой проходного сечения клапана, а на концах поршня в зоне клапана выполнены окружные фаски. При этом на боковой поверхности

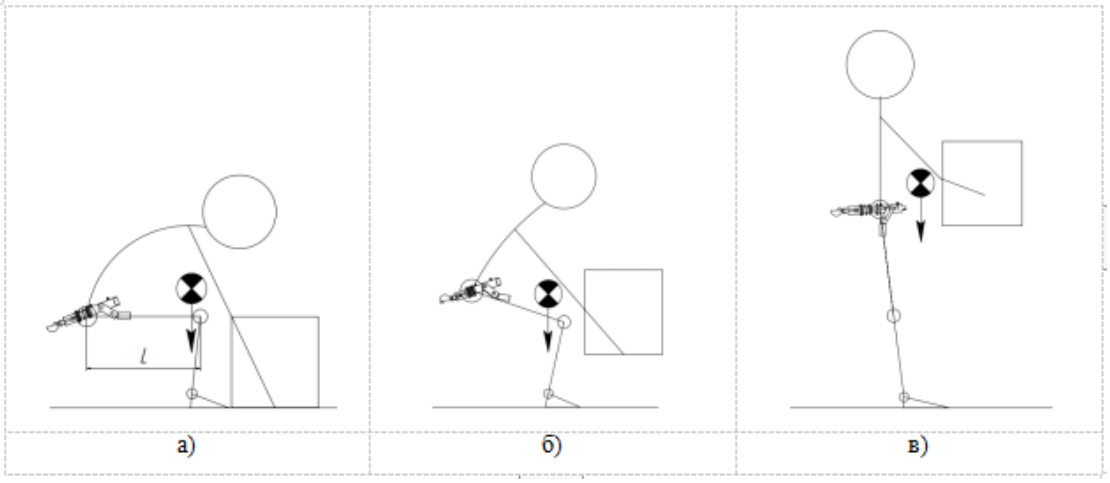


Рис. 6. Схема подъема груза из положения сидя

втулки (21) установлен цилиндрический поворотный байонетный замок (32), фиксирующий положение поршня посредством запирания оси (14) в двух направленных перпендикулярно карманах (33) Т-образных продольных пазов (34), длина которых соответствует ходу поршня. При этом байонетный замок (32) устанавливается на втулке (21), например, посредством резьбового соединения путем навинчивания, для чего на втулке (21) выполнен внешний резьбовой участок, а на замке (32) соответствующий внутренний резьбовой участок (на рис. 4 не показаны). При этом запирающие карманы (33) продольных пазов (34) выполнены с наклоном, соответствующим углу наклона винтовой линии резьбы, а на замке (32) выполнены тангенциальные пазы (35) для размещения в них игольчатых клапанов (31) при поворотах байонетного замка (32).

В то же время замок (32) подпружинен относительно втулки (21), т.е. связан с ней упругой связью, например, упругой пружиной кручения (32.1) со стороны винтовой заглушки (28), как показано на рис. 4, с исходным недеформированным состоянием пружины (32.1) в положении байонетного замка, в котором ось подвижного поршня может свободно перемещаться в пазах (34). Эта же упругая связь между замком (32) и втулкой (21) может быть реализована со стороны кольцевых упоров (21.1). Таким образом, в положении оператора «стоя», когда ось (14) подвижного поршня (27) находится напротив карманов (33), ось (14) может быть зафиксирована относительно втулки (21) путем принудительного, например, ручного поворота байонетного замка (32), следствием которого является попадание оси (14) в карманы (33). При этом при поступательном движении оси (14) при приседании она сразу контактирует с пазом (33), что фиксирует положение замка (32). Освобождение осей происходит автоматически под действием упругости пружины (32.1) путем обратного поворота замка (32) при нахождении осей напротив карманов (33) в положении стоя.

Оценивать эффективность применения активного тазобедренного шарнира можно с помощью предложенного в работе [4] коэффициента компенсации силового воздействия нагрузки $K_{кн}$. При этом коэффициент компенсации предложено определять как отношение поднимаемого веса груза к весу, воспринимаемому при этом оператором. Данная оценка облегчена тем обстоятельством, что при вставании центр тяжести (**ЦТ**) оператора с грузом должен быть строго над пятками оператора, для чего оператор принимает исходную позу, в которой вес груза P уравновешен весом оператора G (рис. 6а) и при которой голень практически вертикальна, а бедро длиной L, наоборот, горизонтально, причем оператор сохраняет баланс в процессе вставания (рис. 6б) вплоть до принятия вертикальной позы (рис. 6в).

При этом момент в тазобедренном суставе оператора $M_{бс}$ без экзоскелета будет равен:

$$M_{бс} = (P + G)L.$$

При этом мышечное ощущение момента $M_м$ от веса груза будет равно моменту,

эквивалентному субъективному действию силы F:

$$M_м = M_{бс} - GL = FL = PL;$$
$$F = P.$$

Очевидно, что коэффициент компенсации нагрузки $K_{кн}$ будет равен:

$$K_{кн} = \frac{P}{F} = 1.$$

Момент в тазобедренном суставе оператора в экзоскелете весом Q с действием компенсирующего момента активного тазобедренного шарнира $M_{тбш}$ будет равен:

$$M_{бс} = (P + G + Q)L - M_{тбш}.$$

В этом случае оператор будет воспринимать субъективное действие силы F_1, равное:

$$F_1 = \frac{(P + G + Q)L - M_{тбш}}{L} = P + Q - \frac{2M_{тбш}}{L},$$

а коэффициент компенсации, в свою очередь, равен:

$$K_{кн} = \frac{P}{F_1} = \frac{P}{P + Q - \frac{2M_{тбш}}{L}} \approx$$
$$1 + \frac{2M_{тбш}}{PL} - \frac{Q}{P} > 1.$$

Таким образом, величина коэффициента компенсации нагрузки зависит от соотношения развиваемого активного момента тазобедренного шарнира экзоскелета и собственного веса экзоскелета и, увеличивая компенсирующий момент при одновременном снижении собственного веса, можно добиться требуемого снижения нагрузки на оператора.

Заключение

Предложен вариант реализации активного тазобедренного шарнира. В заявке на изобретение предложены способы разрешения технического противоречия, заключающегося в обеспечении накопления необходимого запаса упругой энергии, а также обеспечении работы эффективного функционирования промышленного экзоскелета в широком диапазоне рабочих температур от –40 °С до +55 °С.

Результаты получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России 2023 года FNRG-2022-0020 1021101316102-1-2.2.2 №075-01595-23-04 «Промышленный экзоскелетный комплекс с активными приводами и пассивными элементами разгрузки для повышения функциональных возможностей оператора при работе с тяжелым инструментом».

Список литературы

1. Оразов, А.Т. Аналитический обзор принципиальных и компоновочных схем современных экзоскелетов / А.Т. Оразов // Молодежный вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2013. – № 3(8). – С. 84–92.
2. ГОСТ Р 12.4.306-2023 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата. Экзоскелеты промышленные. Классификация. Термины и определения» от 20.04.2023 // Росстандарт, 2023. – 8 с.
3. Заявка на изобретение № 2023122665 от 31.08.2023 «Тазобедренный шарнирный модуль экзоскелета».
4. Антюхин, Е.А. Методика оценки образцов активных экзоскелетов специального назначения, предназначенных для включения в состав экипировки военнослужащих / Е.А. Антюхин // Робототехника и техническая кибернетика. – 2023. – № 1(т.11). – С. 12–19.

References

1. Orazov, A.T. Analiticheskiy obzor printsipial'nykh i komponovochnykh skhem sovremennykh ekzoskeletov / A.T. Orazov // Molodezhnyy vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviatsionnogo

tekhnicheskogo universiteta. – 2013. – № 3(8). – S. 84–92.

2. GOST R 12.4.306-2023 «Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Sredstva individual'noy zashchity oporno-dvigatel'nogo apparata. Ekzoskelety promyshlennyye. Klassifikatsiya. Terminy i opredeleniya» ot 20.04.2023 // Rosstandart, 2023. – 8 s.

3. Zayavka na izobreteniye № 2023122665 ot 31.08.2023 «Tazobedrennyy sharnirnyy modul' ekzoskeleta».

4. Antyukhin, Ye.A. Metodika otsenki obraztsov aktivnykh ekzoskeletov spetsial'nogo naznacheniya, prednaznachennykh dlya vklyucheniya v sostav ekipirovki voyennosluzhashchikh / Ye.A. Antyukhin // Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika. – 2023. – № 1(t.11). – S. 12–19.

© А.И. Прядко, И.С. Барынкин, В.В. Варлашин, 2023

УДК 621.865.8

А.Н. ТИМОФЕЕВ, Д.О. ДОХОВ
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»;
ФГАОУ «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики», г. Санкт-Петербург

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОСТРАНСТВА МАЛОГО ОБЪЕМА

Ключевые слова: дистанционное управление; кисть манипулятора; манипуляционная система; силовое очувствление; узкие ниши.

Аннотация. Целью работы являются разработка и исследование концепций манипуляционной системы для работы в пространствах малого объема для извлечения относительно громоздких и тяжелых объектов манипулирования из узких ниш. Для выполнения цели поставлены и решены следующие задачи: рассмотрены способы охарактеризовать степень стесненности ниши, предложена концепция манипуляционной системы, рассмотрены процессы захвата и извлечения объектов, предложена компоновка захватного устройства. В результате работы были конкретизированы характеристики, присущие пространствам малого объема, предложены габаритные и функциональные параметры захватного устройства и манипулятора.

Введение

Большинство манипуляторов разработаны для эксплуатации на открытых пространствах. Они, как правило, в узких нишах оказываются непригодны для операций с относительно крупными и тяжелыми объектами манипулирования (**ОМ**). Промышленные модульные роботы, например, фирмы *Schunk* (рис. 1а [1]) имеют слишком большие поперечные габариты манипулятора. Их захватные устройства (**ЗУ**) либо удерживают ОМ силами трения, либо охватывают сверху. Поэтому они не подходят для громоздких тяжелых ОМ и применимы только в относительно широких горизонтальных нишах. Змеевидные манипуляторы [2] могут работать в глубоких узких извилистых нишах, но не приспособлены для сложных манипуляций над тяжелыми ОМ. Антропоморфные манипуляторы (рис. 1б [3]) также имеют слишком большие поперечные габариты, а их кисти (рис. 1в [4]) в пределах допустимых размеров не обладают достаточной грузоподъемностью.

Дистанционно управляемые манипуляторы в узких нишах могут быть востребованы для различных задач. В данной статье рассматриваются проблемы создания манипуляционной системы (**МС**) на следующем примере. В условиях, опасных для пребывания человека, требуется извлечь некоторый ОМ из оборудования, сооружений или природных ниш и поместить в транспортный контейнер для отправки на дальнейшую обработку. К опасным для человека относятся традиционные для экстремальной робототехники условия повышенной радиации, химического и биологического заражения, неустойчивых конструкций и природных объектов, послеаварийных чрезвычайных ситуаций и т.п. Сюда же относится извлечение опасных объектов, в том числе взрывчатых биологически и радиационно опасных. Узкие ниши бывают в грунте, строительных сооружениях и образуются соседними объектами в оборудовании или транспортных контейнерах и багаже.

Масштаб МС соразмерен ОМ и обслуживаемому оборудованию. Для определенности примем габариты ОМ 100х100х100 мм и массой 5 кг. Такой объект перемещает человек одной рукой, но он не может удержать его только трением от сжатия параллельных вертикальных граней. Двумя руками-манипуляторами пере-

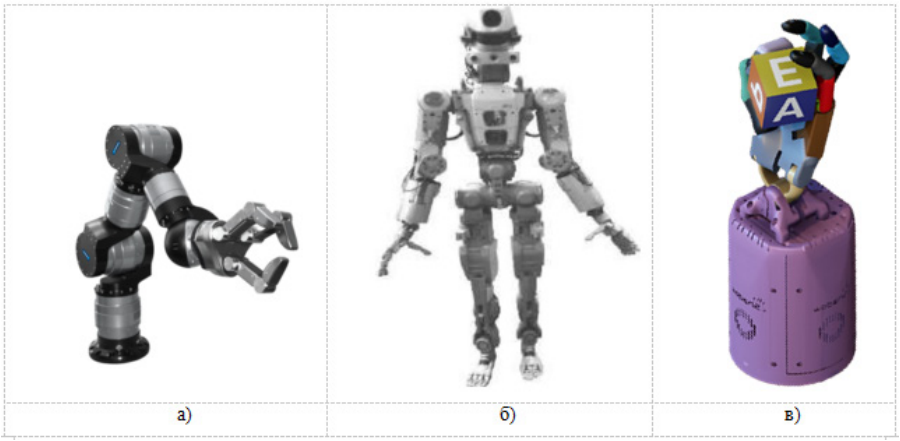


Рис. 1. Манипуляционные системы для работы на открытых пространствах: а) робот-манипулятор *Schunk LWA 4D* [1]; б) антропоморфный робот *FEDOR* [3]; в) антропоморфная кисть *Shadow Dexterous Hand* [4]

носится ОМ с габаритом до 200x200x100 мм и массой до 10 кг. Приведенный здесь анализ применим и для более мелких или крупных ОМ. Соответственно, изменятся размеры ниш и манипуляторов.

Узкие ниши

Очевидно, что при одной и той же ширине ниши сложнее манипулировать более крупными ОМ. В нише будем различать входной канал и полость, в которой располагается ОМ. Предлагается степень стесненности ниши (сложности манипулирования) характеризовать некоторыми относительными показателями. Относительная узкость входа:

$$K_n = \frac{N}{G}$$

и узкость полости

$$K_p = \frac{P}{G},$$

где N – ширина или высота входа в нишу; P – ширина или высота полости; G – габарит ОМ.

Относительный показатель глубины ниши:

$$K_l = \frac{L}{G},$$

где L – глубина ниши.

Учитывая габариты кисти, минимальная относительная ширина ниши при захвате одним манипулятором составляет порядка K_n = 1,4–1,6 и двумя – K_n = 1,2–1,3. Ниши, существенно превышающие эти оценки, далее относятся к широким и в данном анализе не рассматриваются. В мелких нишах с относительной глубиной порядка K_l = 1 условия манипулирования мало отличаются от свободного пространства.

Типовой технологический процесс извлечения манипулятором ОМ из узкой ниши включает следующие операции:

– подход ко входу в нишу;
– вход в нишу к ОМ;
– сопряжение кисти с ОМ и его захват;
– отсоединение ОМ от ниши и окружающих объектов;
– выход из ниши ко входу;
– отвод от входа к транспортному контейнеру;
– установка (сборка) ОМ в контейнер.

Манипуляционная система (МС)

Работа МС в узких нишах представляет интерес только в экстремальных условиях, например, после аварии. Следовательно, такая МС должна быть мобильной. Для этих целей предлагается следующая концепция МС (рис. 2).

В состав МС входят: два манипулятора (1) (рис. 2а) с трехпалыми кистями (2), субманипулятор (3), мобильная платформа (4), средства управления и связи (5), терминал дистанционного копирующего управления с задающими

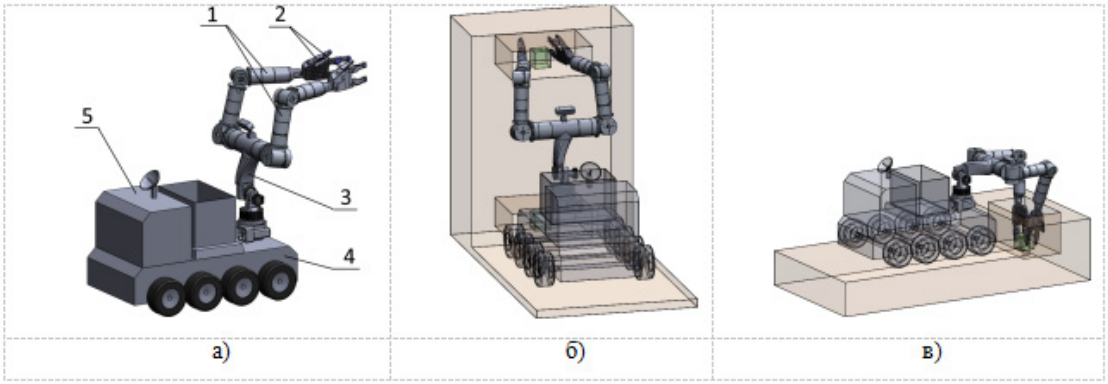


Рис. 2. Манипуляционная система для работы в узких нишах (технический облик): а) внешний вид; б) работа в горизонтальных нишах; в) работа в вертикальных нишах

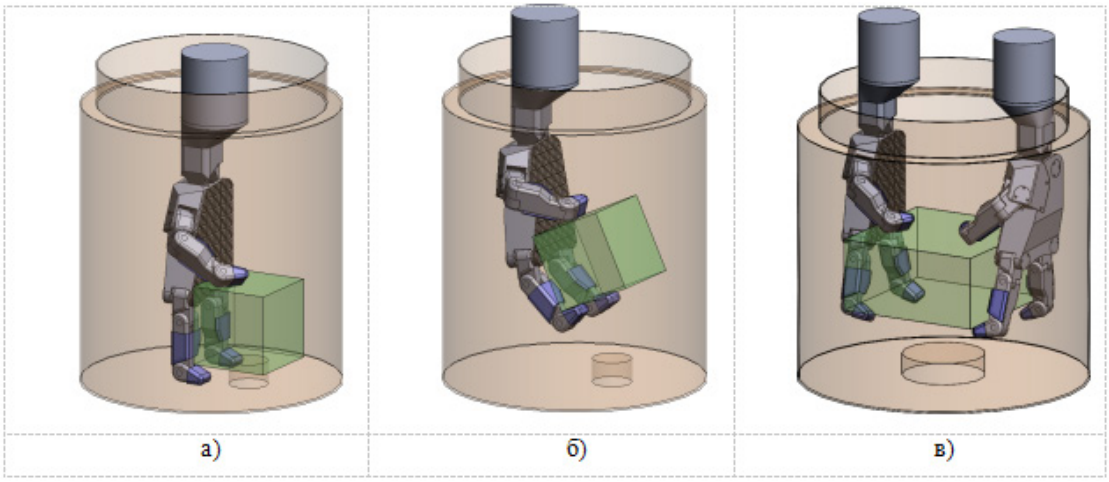


Рис. 3. Извлечение ОМ из вертикальных ниш: а) подхват; б) извлечение; в) работа двумя манипуляторами

манипуляторами и кистями.

При входе в нишу манипулятор погружает локтевое звено с кистью почти по локтевой шарнир вдоль произвольно направленного входного канала. В среде, приспособленной для деятельности человека, ОМ могут находиться на различной высоте в пределах от небольшого заглубления в пол до 1,5–2 м (рис. 2б). При работе в низко расположенной горизонтальной нише конфигурация манипуляторов подобна удобной для человека. Чтобы ввести кисть в глубокую нишу у пола и в вертикальную нишу на высоте, потребуется манипулятор по меньшей мере в три раза больше руки человека. Такое решение в принципе возможно, но оно может вызвать проблемы несовместимости со средой обитания человека. С увеличением габаритов ухудшается качество (точность и чувствительность) манипулирования. Более рациональным представляется разделение манипуляционной системы на два рабочих манипулятора (1) (рис. 2а) и дополнительный субманипулятор (3), например, в виде рычага на одном шарнире с горизонтальной осью вращения. Роль второго шарнира выполняет соответствующий плечевой шарнир манипулятора. Такой субманипулятор особенно актуален при работе в вертикальных нишах (рис. 2в).

Обращаем внимание, что при различно ориентированных и расположенных на разной высоте нишах манипуляторы часто принимают конфигурации, неудобные, а иногда и недопустимые для человека. Поэтому задающий манипулятор не может быть подобным исполнительному, по меньшей мере по конфигурации в пространстве. Потребуется пересчет координат.

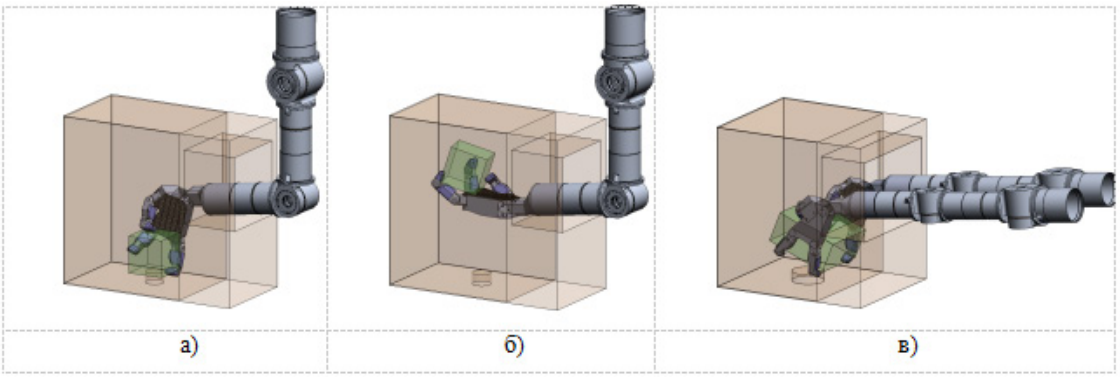


Рис. 4. Извлечение ОМ из горизонтальных ниш: а) подхват; б) извлечение; в) работа двумя манипуляторами

Захват и извлечение ОМ из ниш

Крупные и тяжелые ОМ сложно и неестественно удерживать только силами трения. В целом, низка надежность захвата, так как исходно непредсказуемы свойства ОМ, их форма, податливость, прочность. Потребуются усилия сжатия, которые могут повредить ОМ. Естественно, решение этих проблем нужно искать в подражании деятельности человека. Из этих соображений простейшие клещевые захватные устройства здесь не рассматриваются. Трехпальцевые захватные устройства промышленных роботов [5] приспособлены для захвата ОМ с торца манипулятора, а именно плоскость ладони ЗУ перпендикулярна продольной оси вытянутого манипулятора. В отличие от этого, предлагается кисть также с тремя или пятью пальцами, но захватывающая ОМ сбоку относительно продольной оси руки (ладонь примерно параллельна оси), то есть как у приматов.

При извлечении из вертикальной ниши кисть вытягивается в общую, по возможности плоскую конфигурацию и вводится в щель между ОМ и стенкой ниши или полости. Дистальные фаланги нижних пальцев поворачиваются под ОМ, а большой палец придерживает ОМ сверху (рис. 3а).

Мы рассматриваем такие задачи, когда ОМ слишком тяжел, чтобы его поднимать силами трения. Поэтому для возможности поворота подхватывающих груз фаланг либо должны быть полости в теле ОМ, либо предусмотрены углубления в дне ниши, или некоторая подставка, как это изображено на рис. 3. Принятая в данном анализе модель ОМ в виде строгого куба условна и обычно не совпадает с практикой. Затем для надежного захвата кисть в запястье несколько опрокидывается назад и в таком положении выносится из ниши (рис. 3б). Для этого требуется некоторое пространство за кистью, а большой палец должен быть способным удержать ОМ на ладони. Одной рукой извлечь ОМ можно из вертикальной ниши минимальной ширины, то есть относительный показатель узкости составляет порядка K_n = 1,4–1,6.

Крупные и относительно плоские объекты в виде шайбы или невысокого параллелепипеда извлекаются скоординированной работой двух манипуляторов (рис. 3в). Кисти в вытянутом плоском положении вводятся в щели между ОМ и стенками ниши. Дистальные фаланги поворачиваются и ОМ выносится из ниши. При этом локтевые звенья обоих манипуляторов примерно параллельны, что возможно только в определенном положении манипуляторов относительно ниши. Необходимые для этого маневры могут осуществляться, например, мобильной платформой и субманипулятором. ОМ придерживается сверху большими пальцами, но их несущей способности может не хватить и ОМ опрокинется. Для повышения надежности центр тяжести ОМ должен располагаться в пределах опорного четырехугольника с несущими фалангами в углах. При исходной неопределенности свойств ОМ возникает задача определения положения его центра тяжести относительно кистей. Она может решаться на основании анализа сигналов от тактильных датчиков на несущих пальцах, исходя из которого в случае необходимости производится повторение и коррекция захвата ОМ в более благоприятной конфигурации.

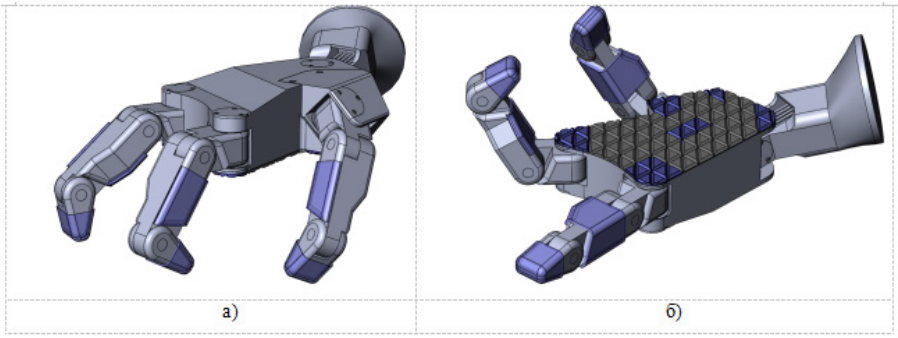


Рис. 5. Кисти манипулятора для узких ниш (технический облик): а) вид с тыльной стороны; б) вид со стороны ладони

В вышеприведенных примерах и далее не рассматриваются вопросы разрыва крепления, связей ОМ с нишей. Это отдельная задача, решаемая специальными инструментами, например, винтовертами или резаками различного вида.

Из горизонтальной, совсем узкой ниши ОМ извлечь можно только в два этапа. Сначала, зацепив заведенными за заднюю грань фалангами, ОМ переталкивается по нижней горизонтальной стенке ниши ко входу. Затем с помощью второго манипулятора он опрокидывается на ладонь и переносится в транспортную тару. В режиме телеуправления выполнить такую операцию сложно, велика опасность потерять ОМ. Более надежно ОМ захватывается вертикальной кистью, в идеале повернутой запястьем под прямым углом относительно горизонтального локтевого звена.

Из-за ограничений суставов и проведения сухожилий через запястье у человека кисть поворачивается только на 45–60°. В манипуляторе также сложно реализовать желаемые диапазоны углов по тем же причинам. В любом случае остается проблема дистанционного копирующего управления. Поэтому во входной канал локоть вводится горизонтально. Вытянутая в вертикальную плоскость кисть вводится в щель между ОМ и стенкой ниши, поворачивается относительно горизонтальной оси примерно на 45–60°. Дистальная фаланга верхнего пальца поворачивается и заводится под ОМ, а нижний палец заводится под ОМ полностью (рис. 4а).

Придерживая большим пальцем, запястьем ОМ опрокидывается на ладонь и выносится из ниши в транспортный контейнер. Если ширина и глубина ниши позволяет, то локоть вводится наклонно (рис. 4б), кисть располагается вертикально, ОМ подхватывается сгибанием дистальных фаланг, опрокидывается на ладонь подобно рассмотренной выше работе в вертикальных нишах и переносится в транспортный контейнер. Двумя манипуляторами крупные ОМ захватываются, либо только дистальными фалангами (рис. 4в) при наклонных локтевых звеньях, либо дистальной фалангой верхнего пальца и полностью заведением под ОМ нижнего пальца. Извлекается ОМ без опрокидывания.

Компоновка захватного устройства

Возможность манипулирования в узких нишах в значительной степени определяется захватными устройствами. Удержать тяжелый ОМ на силах трения при сжатии обычного клещевого захватного устройства проблематично из-за чрезмерных усилий сжатия. Возможен его перенос на плоскости, аналоге ладони, параллельной оси локтевого звена манипулятора. На этой плоскости он фиксируется двумя движущимися навстречу друг другу пальцами в виде некоторых стенок. Это минимальная схема, позволяющая перемещать тяжелые ОМ одной рукой. Увеличение числа пальцев до пяти обосновывается большей универсальностью, подобием руке человека и, соответственно, удобством дистанционного копирующего управления. Такое усложнение вызывает увеличение габаритов и массы кисти, что ограничивает их использование в узких нишах.

Минимальные схемы с качанием целых пальцев только на одном шарнире (суставе) в принципе работоспособны, но имеют малые пределы варьирования размеров и форм захва-

тываемых объектов. Схема, максимально подобная кисти человека, включает пять пальцев с четырьмя шарнирами-суставами и два шарнира запястья, то есть 5 × 4 + 2 = 22 степени подвижности. В большом пальце здесь учитываются суставы, расположенные рядом с запястьем. По сравнению с минимальной схемой усложнение дает дополнительные адаптационные возможности, но увеличивает габариты и массу кисти. Для формального выбора оптимальной степени сложности необходимо проанализировать множество ситуаций, встречающихся на практике. Подобная оптимизации будет проведена в будущем. В статье рассмотрено универсальное компромиссное решение. А именно три пальца с тремя степенями подвижности (дистальной, проксимальной и отведения) и двумя степенями подвижности запястья (рис. 5). Общее количество 3 × 3 + 2 = 11 степеней подвижности в два раза меньше максимального.

Приводы пальцев кисти для тяжелых ОМ невозможно разместить вблизи приводимых шарниров. В манипуляторах для узких ниш их приходится выносить с пальцев в локтевое звено. Подобно человеку кисти манипуляторов обычно строятся на базе гибких струн [6]. Особые затруднения вызывает проведение струн через два шарнира с пересекающимися осями в запястье. В предлагаемой концепции МС узел звена манипулятора содержит модуль шарнира ротации и 11 приводов суставов на базе винтовых передач. Из них приводы запястья более крупные, развивающие моменты в 2–3 раза больше, чем на пальцах. Проблема достижения требуемой компактности локтевого звена, в том числе за счет ограничения количества степеней подвижности, в узких нишах особо актуальна. А в манипуляторах с высокой степенью подобия человеку локтевое звено оказывается неприемлемо громоздким [3; 4; 6].

Очувствление

Для введения кисти в узкие щели необходимы тензодатчики (**ТД**) контроля сил взаимодействия как с ОМ, так и с внешней средой. На дистальных фалангах нужны ТД по всем пяти направлениям. На средних фалангах – 1–4 ТД, на ладони – 2–4 ТД, на тыльной стороне кисти – 1–2 ТД, на запястье и локтевом звене – 4–8 ТД. То есть на каждом манипуляторе необходимо иметь порядка 25–40 однокомпонентных ТД, часть из которых может быть заменена многокомпонентными (на рис. 5 они отмечены синей заливкой). Кроме физической реализации ТД и их размещения в конструкции, остро стоит проблема передачи человеку-оператору информации о действующих силах. Полное силовое очувствление предполагает воздействие на оператора со стороны задающей кисти силами, в некотором масштабе подобными соответствующим силам на исполнительной кисти. Причем каждый из нескольких десятков каналов силового очувствления должен включать отдельный исполнительный механизм задающей кисти, обеспечивающий давление на оператора.

Заключение

Приведенный анализ процессов извлечения из узких ниш громоздких тяжелых ОМ показал следующие особенности и проблемы создания МС данного назначения.

МС должна быть мобильна и включать гиперизбыточные манипуляторы и кисти. Сложной проблемой является реализация дистанционного копирующего управления как из-за гиперизбыточности, так и из-за разнообразия и неприемлемости для человека-оператора рабочих конфигураций манипуляторов.

Исполнительные кисти должны обладать способностью принимать плоскую, относительно тонкую конфигурацию, в вытянутом состоянии параллельную продольной оси локтевого звена манипулятора. Требуется оптимизация степени подобия руке человека. Минимально кисть содержит три пальца, в каждом из них не менее двух фаланг и три шарнира.

Одной из важнейших проблем при создании МС данного назначения является передача человеку-оператору силовой картины взаимодействия МС с ОМ и окружающей средой.

Результаты получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России 2023 года FNRG-2022-0012 1021051302301-9-2.2.2 №075-01595-23-04 «Разработка коллаборативного робота с ассистирующей двурукой антропоморфной манипуляционной системой для работы в пространствах малого объема».

Список литературы

1. Mavrogiannis, C.I. Quantifying anthropomorphism of robot arms / C.I. Mavrogiannis, M.V. Liarokapis, K.J. Kyriakopoulos // 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). – IEEE, 2015. – P. 4084–4089.

2. Иванов, А.А. Мобильные змеевидные роботы: теория и практика / А.А. Иванов, Д.А. Демидов, О.А. Шмаков // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2011. – № 13. – С. 32–41.

3. Подготовка и проведение космического эксперимента с применением антропоморфного робота «Федор» / А.Ф. Пермяков [и др.] // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2020. – № 3(207). – С. 64–72.

4. Andrychowicz, M. Learning dexterous in-hand manipulation / M. Andrychowicz // The International Journal of Robotics Research. – 2020. – Vol. 39. – No. 1. – P. 3–20.

5. Jørgensen, J.A. Usage of simulations to plan stable grasping of unknown objects with a 3-fingered Schunk hand / J.A. Jørgensen, H.G. Petersen // IEEE/RSJ 2008 International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Workshop-Robot simulators: available software, scientific applications and future trends, 2008.

6. Bridgwater, L.B. The robonaut 2 hand-designed to do work with tools / L.B. Bridgwater // 2012 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA). – IEEE, 2012. – P. 3425–3430.

References

2. Ivanov, A.A. Mobil'nyye zmeyevidnyye roboty: teoriya i praktika / A.A. Ivanov, D.A. Demidov, O.A. Shmakov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroyeniye. – 2011. – № 13. – S. 32–41.

3. Podgotovka i provedeniye kosmicheskogo eksperimenta s primeneniyem antropomorfnogo robota «Fedor» / A.F. Permyakov [i dr.] // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Tekhnicheskiye nauki. – 2020. – № 3(207). – S. 64–72.

© А.И. Прядко, И.С. Барынкин, В.В. Варлашин, 2023

УДК 67.017

Г.Ф. БАБЮК
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень

ОБРАБОТКА ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ

Ключевые слова: износостойкость; лазерное воздействие; наплавка; плазменные покрытия; термоциклирование.

Аннотация. Цель нашей работы – произвести обзор имеющихся технологий обработки плазменных покрытий методом термоциклирования и создать эвтектический сплав гетерогенной структуры с высокими эксплуатационными свойствами. Задача исследования – выполнить анализ влияния термоциклирования лазерным лучом на структуру и свойства плазменных эвтектических покрытий. В исследовании применены методы анализа и экспериментального исследования. Наша гипотеза: наплавка и плазменные покрытия лазером повышают их триботехнические свойства в широком диапазоне температур. Исследования показали, что легированные слои на сталях имеют структуру эвтектического типа на основе системы *Fe-BC* и состоят преимущественно из двух зон: нижней, которая закристаллизовалась в виде столбчатой структуры боридов, и верхней мелкозернистой, не выявляемой обычными травителями. Для элементов узлов трения, работающих при низких температурах, можно рекомендовать напыленные плазменные покрытия с дополнительной термоциклической обработкой (**ТЦО**), а для работы при высоких температурах – плазменные переплавленные покрытия.

Для создания оборудования для добычи нефти и газа используются материалы с высокими механическими характеристиками. Такими важными характеристиками являются, например, износостойкость, прочность и долговечность [1–3]. Сегодня данными свойствами обладают сплавы «природные композиты» и легированные стали методом порошковой и гранулированной металлургии, но они дорогие. Учеными разрабатываются инновационные технологии производства эвтектических сплавов с гетерогенной структурой.

Термоциклирование плазменных покрытий

Испытания на износостойкость плазменных покрытий в необработанном состоянии и после ТЦО показывают их различную стойкость. Термоциклическая обработка позволяет изменить структурное состояние и термодинамическое равновесие легких участков, одновременно увеличивая количество участков пластифицированной эвтектической структуры. Такая конструкция способна поглощать значительную часть энергии и в большей степени снимать напряжение при трении. Кроме того, увеличение модуля упругости светлых участков в процессе их разложения одновременно с ростом микропластичности увеличивает напряжение в начале пластического течения материала покрытия и, соответственно, повышает его износостойкость. Снижение хрупкости и повышение пластичности покрытия после ТЦО повышает его способность к образованию структур трения, что свидетельствует о его благоприятных реологических свойствах [2; 3].

На трущихся поверхностях покрытий, подвергшихся ТЦО, образуются сплошные оксидные пленки, тогда как на поверхностях без ТЦО эти пленки имеют вид отдельных участков [1; 3]. Предпосылкой образования отдельных зон трения может быть снижение коррозионной стойкости легких участков в процессе их разложения. Износостойкость покрытия *CrTiNi* после ТЦО возрастает более существенно, чем износостойкость покрытия *VtiNi*. Уменьшается также коэффициент трения, что, как показали исследования напряженно-деформированного состояния, способствует увеличению напряжений, необходимых для начала пластической

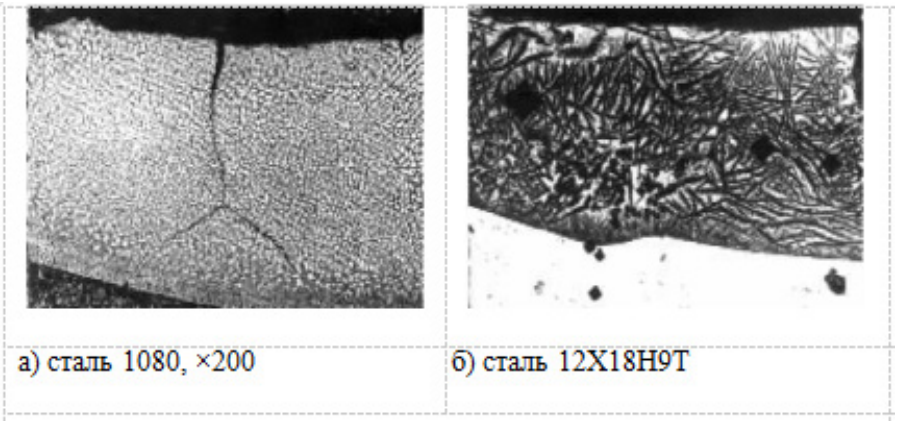


Рис. 1. Микроструктура легированного слоя, полученного с использованием пасты аморфный бор+B_4C

деформации в материале покрытия. Это наряду с другими ранее отмеченными факторами повышает износостойкость покрытий после ТЦО.

Двухслойные покрытия

Характерной особенностью высоких температур и условием, для которого предназначены указанные покрытия, – режимом теплопередачи – являются диффузионные процессы на границе покрытия и подложки. Интенсивность этих процессов во многом влияет на износостойкость покрытия.

Поскольку интенсификация диффузионных процессов при ТЦО способствует повышению прочности сцепления покрытия, а в случае его длительного воздействия приводит к деградации исходной структуры, изучению свойств двухслойного покрытия с барьерным слоем полученным методом было проведено лазерное легирование. Помимо ограничения взаимной диффузии элементов между покрытием и подложкой, барьерный слой должен уменьшать градиент свойств и повышать адгезию [3].

Технология формирования барьерного слоя состоит из подготовки поверхности, нанесения покровного слоя, плавления и термоциклирования лазером. Лазерное легирование сталей 1 080 и 12Х18Н9Т проводилось пастой, содержащей аморфный бор, или смесью аморфного бора с карбидом бора. Лазерную обработку и термоциклирование при высоких температурах 1 000–600 °С (включая температуру фазовых превращений) проводили с помощью лазера «ЛАТУС-31» мощностью 1,2 кВт.

Проведенные исследования показали, что легированные слои на сталях имеют структуру эвтектического типа на основе системы *Fe-BC* и состоят преимущественно из двух зон: нижней, которая закристаллизовалась в виде столбчатой структуры боридов, и верхней мелкозернистой, не выявляемой обычными травителями. Анализ кинетики образования легированных слоев показывает, что толщина боридного слоя на легированных сталях в 2–3 раза меньше, чем на углеродистой стали. Таким образом, структура этого покрытия на стали 12Х18Н9Т состоит из боридов *FeB*, Fe_2B, Cr_2B_4 переходной зоны. Переходная зона состоит из твердого раствора бора в аустените и карбида хрома $Cr_{23}C_6$. Исследования микротвердости показали, что микротвердость легированных слоев сталей 1 080 и 12Х18Н9Т составляет 11 и 6,5 ГПа соответственно.

С увеличением количества термоциклов происходит перераспределение легирующих элементов, что указывает на возможность целенаправленного управления химическим составом через покрытие (от направления поверхности к подложке) с помощью ТЦО. Термоциклическая обработка незначительно увеличивает микротвердость легированного слоя в стали 1 080 – до 14 ГПа, а в стали 12Х18Н9Т – до 9 ГПа. Это связано с изменением фазового состава и дисперсностью легированных слоев. А именно в результате дополнительного термоциклирования исчезает фаза $Fe_{23}(C_2B)_6$ и появляется борид Fe_2B.

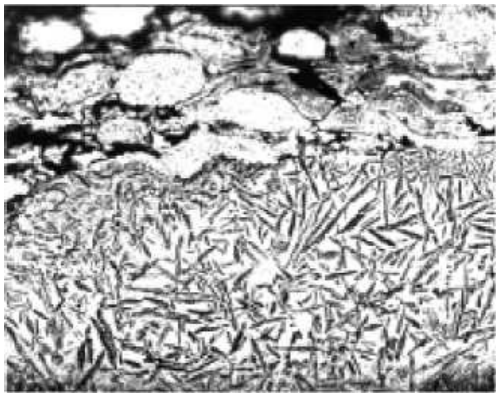


Рис. 2. Микроструктура двухслойного покрытия на стали 12Х18Н9Т (легированный боридный слой и плазменное покрытие *CrTiNi*), ×156

Поскольку при лазерном легировании с последующим ТЦО происходит конкуренция двух процессов – накопления напряжений (в основном термических и напряжений, связанных с фазовым наклепом) и их релаксации, в покрытиях возможно растрескивание (рис. 1а). При лазерном легировании стали 12Х18Н9Т трещин не наблюдалось (рис. 1б). Сталь 1 080 более склонна к образованию трещин. При этом вероятность их образования выше при легировании смесью B + B_4C, что обусловлено составом упрочняющих фаз, большей толщиной слоя и его микротвердостью.

Структура двухслойного покрытия, состоящего из плазменного покрытия *CrTiNi*, напыленного на сталь 12Х18Н9Т с предварительно нанесенным методом лазерного легирования боридным слоем, представлена на рис. 2. Экспериментально установлено, что адгезия плазменного покрытия с легированным слоем составляет 22–30 МПа, что превосходит адгезию к необработанной стальной подложке – 16–22 МПа.

Рентгеноспектральное исследование образцов с двухслойным покрытием, подвергнутых 50-кратному ТЦО, не выявило взаимной диффузии элементов эвтектического покрытия и барьерного слоя. Произошла только диффузия бора из барьерного слоя как в плазменное покрытие, так и в подложку, а также диффузия железа в барьерный слой. Остановка взаимной диффузии элементов наружу/в покрытие способствовала сохранению его высоких свойств.

Список литературы

1. Казаринов, Ю.И. Повышение надежности газонефтепроводов / Ю.И. Казаринов // Нефть и газ: технологии и инновации: материалы Национальной научно-практической конференции. В 2 томах, Тюмень, 2021 год. Том I. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 168–171.

2. Киндрачук, М.В. Влияние лазерной обработки и термоциклирования на триботехнические характеристики эвтектических плазменных покрытий на основе никеля. Защитные покрытия на металлах / М.В. Киндрачук. – Киев : Наукова думка. – 1994. – Вып. 28. – С. 34–39.

3. Савельева, Н.Н. Увеличение срока службы муфтовых соединений центробежных насосных агрегатов посредством модернизации муфтового соединения / Н.Н. Савельева // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 8(110). – С. 14–19.

References

1. Kazarinov, YU.I. Povysheniye nadezhnosti gazonefteprovodov / YU.I. Kazarinov // Neft' i gaz: tekhnologii i innovatsii: materialy Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. V 2 tomakh,

Tyumen', 2021 god. Tom I. – Tyumen' : Tyumenskiy industrial'nyy universitet, 2021. – S. 168–171.

2. Kindrachuk, M.V. Vliyaniye lazernoy obrabotki i termotsiklirovaniya na tribotekhnicheskiye kharakteristiki evtekticheskikh plazmennykh pokrytiy na osnove nikelya. Zashchitnyye pokrytiya na metallakh / M.V. Kindrachuk. – Kiyev : Naukova dumka. – 1994. – Vyp. 28. – S. 34–39.

3. Savel'yeva, N.N. Uvelicheniye sroka sluzhby muftovykh soyedineniy tsentrobezhnykh nasosnykh agregatov posredstvom modernizatsii muftovogo soyedineniya / N.N. Savel'yeva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2020. – № 8(110). – S. 14–19.

© Г.Ф. Бабюк, 2023

УДК 658.5.011

А.В. ЗАГОРСКАЯ
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва

ВЗАИМОСВЯЗЬ СОСТАВА РАБОТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ НА ЭТАПЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА

Ключевые слова: безопасность зданий и сооружений; класс КС-3; научно-техническое сопровождение (**НТС**); повышенный уровень ответственности; уникальные здания и сооружения.

Аннотация. В статье рассмотрены основные работы, выполняемые в рамках НТС изысканий и проектирования объектов повышенного уровня ответственности, и их результаты; рассмотрены основные работы, выполняемые в рамках НТС строительства и определена взаимосвязь между результатами научно-технического сопровождения изысканий и проектирования и работами НТС строительства. Приведены практические примеры реализации научно-технического сопровождения на различных этапах жизненного цикла объекта как единого комплекса работ.

Введение

Научно-техническое сопровождение – это комплекс работ научно-исследовательского, методического, экспертного, контрольного, информационно-аналитического и организационно-правового характера, выполняемых специализированными научно-исследовательскими организациями в процессе изысканий, проектирования, возведения, эксплуатации, реконструкции или демонтажа объектов строительства для обеспечения их надежности, безопасности, функциональной пригодности и долговечности. Нормативные требования к научно-техническому сопровождению регламентированы Государственным стандартом [1], а также сводами правил [2; 3]. В том числе в соответствии с п. 10.5 [1] для зданий и сооружений класса КС-3 (уникальных, особо опасных и технически сложных объектов) следует предусматривать научно-техническое сопровождение при инженерных изысканиях, проектировании, изготовлении, возведении и сносе конструкций, а также технический мониторинг при возведении, эксплуатации, реконструкции, капитальном ремонте или сносе строительного объекта. Исследования различных аспектов научно-технического сопровождения приведены в материалах [4; 5].

Целью настоящей статьи является анализ взаимосвязи состава работ научно-технического сопровождения изысканий, проектирования и строительства для определения целесообразности выполнения научно-технического сопровождения на различных этапах жизненного цикла объекта как единого комплекса работ.

Для достижения поставленной цели в статье решены следующие задачи: рассмотрены основные работы, выполняемые в рамках НТС изысканий и проектирования (**НТС П**) объектов повышенного уровня ответственности, и их результаты; рассмотрены основные работы, выполняемые в рамках НТС строительства (**НТС С**); определена взаимосвязь между результатами НТС П и работами НТС С. Приведены практические примеры реализации научно-технического сопровождения на различных этапах жизненного цикла объекта как единого комплекса работ.

Гипотеза состоит в предположении наличия взаимосвязи состава и результатов работ научно-технического сопровождения изысканий, и целесообразности выполнения НТС проектирования и строительства как единого комплекса работ.

Таблица 1. Взаимосвязь результатов научно-технического сопровождения изысканий и проектирования и работ научно-технического сопровождения строительства

	Состав работ НТС П	Полученные результаты работ, которые могут быть применены в работах НТС С	Работы НТС С, в которых применяются полученные результаты
1	Оценка и анализ результатов инженерно-геологических изысканий	Особенности площадки строительства в части инженерно-геологических условий; выводы о полноте и достаточности проведенных инженерно-геологических изысканий	Геотехнический мониторинг
2	Выполнение численного моделирования НТС системы «основание – фундаменты – несущие конструкции» («основание – фундаменты – несущие конструкции – окружающая застройка»)	Расчетная модель объекта; максимальные прогнозные деформации; прогнозируемая средняя осадка; максимальная относительная разность осадок; дополнительные требования к мониторингу свай, подвергнутых испытаниям несущей способности свай; дополнительные требования к геотехническому мониторингу	Анализ и обобщение данных всех видов мониторингов объекта строительства и объектов, расположенных в зоне влияния нового строительства, и сопоставление с прогнозными результатами, определенными расчетами на стадии проектирования; выполнение проверочных расчетов в случае выявления отклонений контролируемых параметров по данным геотехнического и технического мониторинга, в том числе выполнение расчетов на основные и особые сочетания нагрузок
3	Выполнение альтернативного расчета на основные и особые сочетания нагрузок (расчет на прогрессирующее обрушение, расчет на аварийные и сейсмические воздействия) для подтверждения принятых проектных решений	Расчетная модель объекта; перечень наиболее ответственных узлов и конструкций; результаты расчета несущих конструкций, в том числе: коэффициенты использования, прогибы и перемещения, максимальные усилия и изгибающие моменты в элементах; иные результаты, учитывающие особенности объекта, определенные расчетом моделей, отражающих действительную работу конструкций, обладающих достаточной точностью	Анализ и обобщение данных всех видов мониторингов объекта строительства и объектов, расположенных в зоне влияния нового строительства, и сопоставление с прогнозными результатами, определенными расчетами на стадии проектирования; выполнение поверочных расчетов в случае выявления отклонений контролируемых параметров по данным геотехнического и технического мониторинга, в том числе выполнение расчетов на основные и особые сочетания нагрузок
4	Разработка программы технического мониторинга наиболее ответственных узлов и конструкций на стадии строительства и эксплуатации	Общий состав работ по техническому мониторингу; требования к визуальному и инструментальному контролю возводимых конструкций; требования к контролю качества бетонных и арматурных работ, сварных соединений; требования к контролю геодезическими методами планово-высотного положения конструкций; требования к системе мониторинга инженерных конструкций; требования к периодичности наблюдений	Технический мониторинг возводимых несущих конструкций
5	Разработка программы геотехнического мониторинга строящегося объекта	Перечень объектов, подлежащих геотехническому мониторингу, в том числе объектов окружающей застройки, попадающих в зону влияния строительства; требования к составу и периодичности работ по геотехническому мониторингу; требования к техническим	Геотехнический мониторинг

5		средствам и методике геотехнического мониторинга на объекте; требования безопасности во время выполнения мониторинга	
6	Разработка программы НТС строительства	Виды работ и основные этапы НТС С, требования к анализу результатов мониторинга, требования к организации работ НТС С	Работы НТС С, перечисленные выше; разработка рекомендаций по внесению изменений и дополнений в ПОС, ППР, ППСР и регламенты при использовании новой техники, технологий, материалов и оборудования; уточнение регламентов арматурных, бетонных и сварочных работ, контроль производства работ, неразрушающий контроль прочности бетона и дефектоскопия сварных соединений; выборочная проверка качества поступающих строительных материалов, конструкций, изделий, в том числе в рамках лабораторного контроля (при необходимости); оказание научно-технической помощи при решении технических вопросов, возникающих в процессе возведения здания; контроль качества выполнения строительно-монтажных работ (**СМР**) на всех этапах строительства в соответствии с утвержденной программой НТС строительства или календарным планом

Взаимосвязь состава и результатов работ научно-технического сопровождения изысканий, проектирования и строительства

Состав работ научно-технического сопровождения изысканий (**НТС И**) и проектирования, а также нормативное обоснование приведены в статье [6]. К основным работам НТС И и НТС П можно отнести следующие работы.

1. Оценка и анализ результатов инженерно-геологических изысканий.
2. Разработка рекомендаций по назначению аэродинамических коэффициентов.
3. Выполнение численного моделирования НТС системы «основание – фундаменты – несущие конструкции» («основание – фундаменты – несущие конструкции – окружающая застройка»).
4. Выполнение альтернативного расчета на основные и особые сочетания нагрузок (расчет на прогрессирующее обрушение, расчет на аварийные и сейсмические воздействия) для подтверждения принятых проектных решений.
5. Разработка программы технического мониторинга наиболее ответственных узлов и конструкций на стадии строительства и эксплуатации.
6. Разработка программы геотехнического мониторинга строящегося объекта.
7. Разработка программы НТС строительства.

К основным работам научно-технического сопровождения строительства в соответствии со статьей [7] можно отнести следующие работы.

1. Геотехнический мониторинг.
2. Технический мониторинг возводимых несущих конструкций.
3. Анализ и обобщение данных всех видов мониторингов объекта строительства и объектов, расположенных в зоне влияния нового строительства, и сопоставление с прогнозными результатами, определенными расчетами на стадии проектирования.
4. Выполнение проверочных расчетов в случае выявления отклонений контролируемых параметров по данным геотехнического и технического мониторинга, в том числе выполнение расчетов на основные и особые сочетания нагрузок.

5. Разработка рекомендаций по внесению изменений и дополнений в ПОС – проекте организации строительства, ППР – проекте производства работ, ППСР – проекте производства сварочных работ и регламентов при использовании новой техники, технологий, материалов и оборудования.

6. Уточнение регламентов арматурных, бетонных и сварочных работ, контроль производства работ, неразрушающий контроль прочности бетона и дефектоскопия сварных соединений.

7. Выборочная проверка качества поступающих строительных материалов, конструкций, изделий, в том числе в рамках лабораторного контроля (при необходимости).

8. Оказание научно-технической помощи при решении технических вопросов, возникающих в процессе возведения здания.

9. Контроль качества выполнения СМР на всех этапах строительства в соответствии с утвержденной программой НТС строительства или календарным планом.

В табл. 1 приведена взаимосвязь результатов НТС И и НТС П, определенных путем анализа практического опыта реализации данного вида работ и работ научно-технического сопровождения строительства.

С учетом установленных в табл. 1 взаимосвязей можно сделать вывод о целесообразности выполнения научно-технического сопровождения на различных этапах как единого комплекса работ, в том числе с привлечением к НТС строительства специалистов, участвующих в НТС И и П, т.к. особенности объекта, выявленные на этапе НТС П (в т.ч. прогнозные значения, резервы, запасы), позволяют делать объективные выводы о надежности и безопасности объекта на этапе научно-технического сопровождения строительства.

Практические примеры выполнения научно-технического сопровождения на различных этапах единого комплекса работ

В качестве примера можно привести комплекс работ по научно-техническому сопровождению объекта, отнесенного к повышенному уровню ответственности в связи с требованиями промышленной безопасности, а также ввиду наличия в составе сооружений технологических установок высотой более 100 м. Работы по НТС П и НТС С выполнялись силами одной специализированной научно-исследовательской организации. На этапе НТС П среди иных особенностей объекта было выявлено, что установленные заводом-изготовителем требования к предельным деформациям основания технологической установки невозможно обеспечить ввиду инженерно-геологических особенностей площадки строительства. В случае несоблюдения данных требований завод-изготовитель не гарантировал соблюдение обязательств в части работы оборудования. В рамках НТС П был разработан комплекс компенсирующих мероприятий, а также проведена работа с заводом-изготовителем по пересмотру требований к предельным деформациям. В рамках НТС строительства данный вопрос детально отслеживался, проводился непрерывный мониторинг деформаций основания, выполнялось сопоставление с расчетными значениями, корректировался первоначальный перечень компенсирующих мероприятий, повторно выполнялось расчетное обоснование. По результатам проделанной работы фундамент технологической установки был выполнен в соответствии с необходимыми требованиями.

Выводы

1. Установлена взаимосвязь состава и результатов работ научно-технического сопровождения изысканий, проектирования и строительства.

2. Выполнение научно-технического сопровождения на различных этапах как единого комплекса работ, в том числе с привлечением к НТС строительства специалистов, участвующих в НТС инженерных изысканий и проектирования, целесообразно, т.к. особенности объекта, выявленные на этапе НТС П (в т.ч. прогнозные значения, резервы, запасы), позволяют делать более объективные выводы о надежности и безопасности объекта на этапе научно-технического сопровождения строительства.

Список литературы

1. ГОСТ 27751 – 2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные поло-

жения. – М. : Стандартинформ, 2015. – 13 с.

2. Свод правил: СП 267.1325800 – 2016. Здания и комплексы высотные. – Москва: [б.и.], 2016. – 145 с.

3. Свод правил: СП 22.13330 – 2016. Основания зданий и сооружений. – Москва: [б.и.], 2016. – 222 с.

4. Лапидус, А.А. Научно-техническое сопровождение изысканий, проектирования и строительства как обязательный элемент достижения требуемых показателей проекта / А.А. Лапидус // Вестник МГСУ. – 2019. – Т. 14. – Вып. 11. – С. 1428–1437.

5. Лапидус, А.А. Концепция разработки модели программы по научно-техническому сопровождению жизненного цикла уникальных зданий с большим заглублением / А.А. Лапидус, Д.В. Топчий, И.С. Шевченко // Вестник МГСУ. – 2022. – Т. 17. – №. 3. – С. 298–313.

6. Загорская, А.В. Научно-техническое сопровождение проектирования. Анализ и классификация видов работ / А.В. Загорская, А.А. Лапидус // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 9(111). – С. 31–37.

7. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.gost.ru/portal/gost/home/activity/standardization/notification/notificationssetrules?portal:isSecure=true&navigationalstate=JBPNS_rO0ABXfhAAZsZW5ndGgAAAABAAIxMAAGYWN0aW9uAAAAAQAMbm90aWZpY2F0aW9uAAJpZAAAAAEABiA2MzM5OAAEcGFnZQAAAAEAATAABHRleHQAAAABAGbQndCw0YPRh9C90L4t0YLQtdGF0-L3QuNGH0LXRgdC60L7QtSDRgdC-0L_RgNC-0LLQvtC20LTQtdC90LjQtSDQuNC90LbQtdC90LXRgNC90YvRhSDQuNC30YvRgdC60LDQvdC40LkABXN0YXRlAAAAAQAGQUNUVUFMAAR0eXBlAAAAAQAAAAdfX0VPRl9f&portal:componentId=5bb1aa96-ad4f-4e66-afe1-a7d403577940.

References

1. GOST 27751 – 2014. Nadezhnost' stroitel'nykh konstruktsiy i osnovaniy. Osnovnyye polozheniya. – M. : Standartinform, 2015. – 13 s.

2. Svod pravil: SP 267.1325800 – 2016. Zdaniya i kompleksy vysotnyye. – Moskva: [b.i.], 2016. – 145 s.

3. Svod pravil: SP 22.13330 – 2016. Osnovaniya zdaniy i sooruzheniy. – Moskva: [b.i.], 2016. – 222 s.

4. Lapidus, A.A. Nauchno-tekhnicheskoye soprovozhdeniye izyskaniy, proyektirovaniya i stroitel'stva kak obyazatel'nyy element dostizheniya trebuyemykh pokazateley proyekta / A.A. Lapidus // Vestnik MGSU. – 2019. – T. 14. – Vyp. 11. – S. 1428–1437.

5. Lapidus, A.A. Kontseptsiya razrabotki modeli programmy po nauchno-tekhnicheskomu soprovozhdeniyu zhiznennogo tsikla unikal'nykh zdaniy s bol'shim zaglubleniyem / A.A. Lapidus, D.V. Topchiy, I.S. Shevchenko // Vestnik MGSU. – 2022. – T. 17. – №. 3. – S. 298–313.

6. Zagorskaya, A.V. Nauchno-tekhnicheskoye soprovozhdeniye proyektirovaniya. Analiz i klassifikatsiya vidov rabot / A.V. Zagorskaya, A.A. Lapidus // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2020. – № 9(111). – S. 31–37.

7. Federal'noye agentstvo po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii [Electronic resource]. – Access mode : https://www.gost.ru/portal/gost/home/activity/standardization/notification/notificationssetrules?portal:isSecure=true&navigationalstate=JBPNS_rO0ABXfhAAZsZW5ndGgAAAABAAIxMAAGYWN0aW9uAAAAAQAMbm90aWZpY2F0aW9uAAJpZAAAAAEABiA2MzM5OAAEcGFnZQAAAAEAATAABHRleHQAAAABAGbQndCw0YPRh9C90L4t0YLQtdGF0-L3QuNGH0LXRgdC60L7QtSDRgdC-0L_RgNC-0LLQvtC20LTQtdC90LjQtSDQuNC90LbQtdC90LXRgNC90YvRhSDQuNC30YvRgdC60LDQvdC40LkABXN0YXRlAAAAAQAGQUNUVUFMAAR0eXBlAAAAAQAAAAdfX0VPRl9f&portal:componentId=5bb1aa96-ad4f-4e66-afe1-a7d403577940.

© А.В. Загорская, 2023

УДК 621

С.А. КРИВОЛУЦКИЙ, Т.Г. ОРЕШЕНКО, С.И. КУЛАГИНА, И.В. НАЗАРОВ
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ FDM ПЕЧАТИ ПЛАСТИКАМИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Ключевые слова: дефект; подготовка модели; пластик; 3*D*-печать.

Аннотация. В данной статье рассмотрены особенности *FDM* печати пластиками различных производителей. Актуальность статьи заключается в необходимости выбора наиболее качественного пластика для печати. Цель исследования – сравнить продукцию разных производителей пластика и выявить лучший из них. Необходимо произвести отработку печати пластиками различных производителей идентичных образцов для установления оптимальных технологических параметров, обеспечивающих требуемое качество получаемой заготовки. Основные задачи исследования: 1) рассмотреть отдельно каждый экземпляр и выявить его дефекты; 2) оформить сводную сравнительную таблицу для наглядности результатов; 3) выявить лучший пластик по наименьшему количеству дефектов. Значимость исследования обусловлена повсеместным внедрением технологий 3*D*-печати в различных сферах деятельности человека. Выбор оптимального производителя пластика подтверждается данными, полученными при тестовых испытаниях различных материалов, а также особенностями производства самого материала. Основной методикой исследования служит сравнительный анализ по заранее готовым пунктам, в ходе которого выявляется оптимальный вариант. Результатом исследования является выбор лучшего пластика с наименьшим количеством дефектов.

3*D*-печать – это процесс создания трехмерных объектов из цифровой модели. Технологию 3*D*-печати можно разделить на несколько этапов.

1. Создание цифровой модели.
2. Подготовка модели для печати.
3. Печать.
4. Постобработка.

Существуют различные технологии печати. Одни обеспечивают нанесение слоев путем плавления материала (*FDM*), другие используют жидкие материалы, которые затвердевают в процессе печати под воздействием различных факторов [1].

Рассмотрим зависимость качества печати от выбранного материала при прочих равных условиях. Все тесты будем проводить на принтере *FlyingBear Ghost* 5. Для сравнения возьмем пластик от разных производителей и разных цветов, так как цвет пластика также оказывает влияние на качество печати. Преимущественно будем использовать для проведения сравнительного анализа *PLA* пластик из-за высокой точности печати, малой усадки и дешевизны [2].

В работе будем использовать пластики от следующих производителей.

1. *Creozone, PLA* пластик (зеленый, красный).
2. *Eryone, PLA* пластик (красный).
3. НИТ, *PLA* пластик (белый).
4. *R3D*, *PLA* пластик (синий, черный, двухцветный).
5. Комплектный, *PLA* пластик (белый).

Основными дефектами при печати на 3*D*-принтере являются:

– отсутствие, избыток или недостаточное экструдирование при печати;
– распечатка не прилипает к платформе;
– щели на верхнем слое;
– волоски или паутина;
– перегрев (деформация мелких частей модели);
– смещение слоев;
– расщепление или разделение слоев;

Таблица 1. Параметры печати

Характеристика	Значение
Температура сопла	205 °C
Температура стола	60 °C
Заполнение	20 %
Скорость печати	60 мм/с
Скорость печати первого слоя	30 мм/с
Скорость печати ретрактов	45 мм/с
Скорость подачи пластика	10 мм/с
Диаметр сопла	0,4 мм
Толщина стенок	1,6 мм

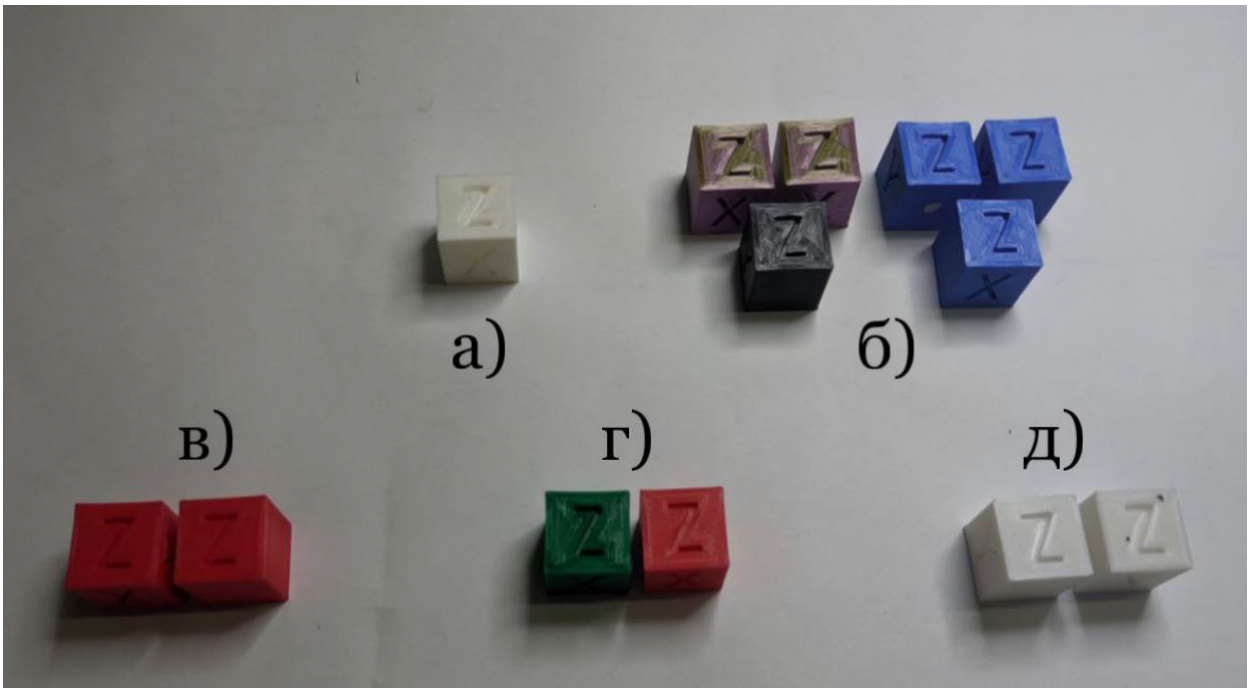


Рис. 1. Тестовые образцы: а) – комплектный; б) – *RED*; в) – *Eryone*; г) – *Creozone*; д) – НИТ

– стачивание филамента;
– засорение экструдера;
– пониженная спекаемость слоев и т.д. [3].

Параметры печати образцов на 3*D*-принтере, использованные в данном исследовании, представлены в табл. 1.

На трех гранях тестовых образцов напечатаны символы *X, Y, Z* для выявления дефектов печати по соответствующим осям и сверки размеров модели (20x20x20 мм) и напечатанного образца.

Результаты анализа образцов и обнаруженные дефекты приведены в таблице на рис. 2.

Экспериментально установлены для повышения качества печати следующие технологические рекомендации [4]:

– увеличить подачу пластика на 5 %;
– увеличить температуру сопла до 215 °C.

Для улучшения адгезии к столу применять

Наименование пластика		Размеры (Z, Y, X) мм			Остаточный пластик в вырезах символов	Искажение формы символа на верхней грани	Неровные ребра	Неравномерная усадка пластика	Неровное нижнее основание	Дефект отрыва пластика	Пониженная спекаемость слоев	Расщепление слоев по граням	Щели на основаниях	Зазоры, мм	Цена, руб/кг
Creozone	зеленый	20,2	20,2	20,2	+	+	-	+	-	-	-	-	+	0,2	1 862
	красный	20,2	20	20,2	+	+	-	+	-	-	+	-	-	0,15	1 213
Eryone	красный (корректор)	20	20	20	-	-	-	+	-	-	-	+	+	0,15	1 317
	красный	20	20	20	-	-	-	+	+ (отрыв углов от стола 0,1 мм)	-	-	+	+	0,15	
Комплектный	белый	20,1	20,1	20,1	+	-	-	+	-	+	+	-	+	0,1	1 450
НИТ	белый 1	20	20	20	+	-	+ (нижнее основание)	+	-	-	-	-	-	0,1	1 430
	белый	20	20,1	20,1	+	+	-	-	-	+	+	-	-	0,15	
RED	синий (X)	20,4	20,3	20,2	+	+	-	+	+	-	+	+	+	0,25	2 360
	синий (корректор)	20,3	20,3	20,1	+	+	-	+	+	-	+	+	+	0,25	
	синий	20,3	20,1	20,3	+	+	-	+	-	+	+	+	+	0,15	
	черный	20,3	20,2	20,4	+	+	-	+	-	+	+	+	+	0,2	
	двухцветный (корректор)	20,3	20,1	20,2	+	+	-	+	-	+	+	+	+	0,2	2 535
	двухцветный	20,3	20,1	20,1	+	+	-	+	-	+	+	+	+	0,15	

Рис. 2. Сравнительные характеристики печати образцов разных сортов пластика

обработку стола спиртом, замену сопла после печати каждого килограмма пластика, перекалибровку стола.

Применяя новые параметры печати, удалось избежать дефектов, которые не зависят от качества материала, и достичь более точной геометрической формы модели [5; 6].

Наилучшим образом в ходе испытаний себя показал пластик НИТ белого цвета. Данный пластик изготавливается из переработанных материалов, что делает его экологичнее конкурентов. НИТ – отечественный производитель пластика, что делает его продукцию наиболее предпочтительной на территории РФ.

Список литературы

1. Рэдвуд, Б. 3D-печать. Практическое руководство / Б. Рэдвуд, Ф. Шофер, Б. Гаррэт ; пер. с анг. М.А. Райтмана. – М. : ДМК Пресс, 2020. – 220 с.

2. Ременяк, Р.А. Технология и материалы 3D-печати / Р.А. Ременяк // Молодой ученый. – 2020. – № 8(298). – С. 48–52.

3. Зиомковская, П.Е. Определение модуля упругости ABS и PLA-пластиков, используемых в технологиях 3D-печати / П.Е. Зиомковская, А.О. Грязнов // Научные исследования и разработки студентов : Сборник материалов IV Международной студенческой научно-практической конференции, Чебоксары, 29 июня 2017 года / Редколлегия: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары : Общество с ограниченной ответственностью «Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2017. – С. 166–169.

4. Коваленко, Р.В. Современные полимерные материалы и технологии 3D-печати / Р.В. Коваленко // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 1. – С. 263–266.

5. Engler, L.G. Process Optimization for the 3D Printing of PLA and HNT Composites with Arburg Plastic Freeforming / L.G. Engler, J.S. Crespo, N.M. Gately, I. Major, D.M. Devine // J. Compos. Sci. –

2022. – No. 6. – P. 309.

6. Чуваев, И.А. Термическая обработка 3D-печатных изделий из пластмасс / И.А. Чуваев, Н.И. Габельченко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. – № 6-1(84). – С. 70–75.

7. Романов, Р.В. Разработка метода прогнозирования деградации панели солнечных батарей в космосе / Р.В. Романов, Т.Г. Орешенко // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 6(144). – С. 86–91.

References

1. Redvud, B. 3D-pechat'. Prakticheskoye rukovodstvo / B. Redvud, F. Shofer, B. Garret ; per. s ang. M.A. Raytmana. – M. : DMK Press, 2020. – 220 s.

2. Remenyak, R.A. Tekhnologiya i materialy 3D-pechati / R.A. Remenyak // Molodoy uchenyy. – 2020. – № 8(298). – S. 48–52.

3. Ziomkovskaya, P.Ye. Opredeleniye modulya uprugosti ABS i PLA-plastikov, ispol'zuyemykh v tekhnologiyakh 3D-pechati / P.Ye. Ziomkovskaya, A.O. Gryaznov // Nauchnyye issledovaniya i razrabotki studentov : Sbornik materialov IV Mezhdunarodnoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Cheboksary, 29 iyunya 2017 goda / Redkollegiya: O.N. Shirokov [i dr.]. – Cheboksary : Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Tsentr nauchnogo sotrudnichestva «Interaktiv plyus», 2017. – S. 166–169.

4. Kovalenko, R.V. Sovremennyye polimernyye materialy i tekhnologii 3D-pechati / R.V. Kovalenko // Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta. – 2015. – T. 18. – № 1. – S. 263–266.

6. Chuvayev, I.A. Termicheskaya obrabotka 3D-pechatnykh izdeliy iz plastmass / I.A. Chuvayev, N.I. Gabel'chenko // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2019. – № 6-1(84). – S. 70–75.

7. Romanov, R.V. Razrabotka metoda prognozirovaniya degradatsii paneli solnechnykh batarey v kosmose / R.V. Romanov, T.G. Oreshenko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 6(144). – S. 86–91.

© С.А. Криволуцкий, Т.Г. Орешенко, С.И. Кулагина, И.В. Назаров, 2023

УДК 624.154

Н.Н. САВЕЛЬЕВА, С.Н. ШЕДЬ, Я.В. САВЕЛЬЕВ
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень

АНАЛИЗ ОТБОРА КЕРНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗАКЛИНКИ

Ключевые слова: антизаклиночная система; заклинка; керн; отбор керна; телескопическая система.

Аннотация. Проблема качественного отбора керна для изучения геологического строения и оценки запасов месторождений является актуальной. Цель исследования заключается в изучении применения телескопической системы заклинки при отборе керна. Авторы выдвигают гипотезу о том, что для успешного отбора керна можно применять телескопическую систему заклинки, которая дает возможность отбирать керн в сложных геологических условиях и уменьшать потери времени на спуско-подъемные операции. Так как специальная система телескопических керноприемных труб включает в себя один или два телескопических вкладыша, которые сдвигаются и перемещаются вместе с заклинившим керном, это позволяет продолжить отбор керна без проведения дополнительных спуско-подъемных операций (**СПО**). Методом исследования стало изучение научных исследований, патентов в области отбора керна. На основе научного исследования разработана специальная система телескопических керноприемных труб. По результатам проведения опытно-промышленных испытаний телескопической системы было доказано повышение качества отбора керна и уменьшение времени на спуско-подъемные операции при проведении отбора керна.

Достоверность изучения геологического строения и оценка запасов нефтегазовых месторождений при бурении скважин до юрских отложений зависит от того, насколько информативен поднятый керн на поверхность [1; 4; 6]. Керн нужен для получения информации о горных породах, залегающих в толще земли. При изучении керна, его состава и строения в специальных лабораториях можно сделать много выводов о горных породах и их свойствах, а также решить вопросы эффективного строительства скважин в местности отбора керна [5]. Причем чем качественнее структура керна, тем лучше можно его изучить и описать его структуру и состав. В результате при изучении коры выветривания и палеозоя качественный отбор керна является актуальной задачей [7].

Основные требования к процессу проведения работ, связанных с отбором керна, состоят в обеспечении стопроцентного выноса, скорости бурения и максимальном количестве метров за рейс [2; 3]. При проведении работ с отбором керна на кору выветривания и палеозой первоначально применялось керноотборное оборудование без применения антизаклиночной системы. При проходке от одного до двух метров с отбором керна происходило заклинивание керна в грунтоноске отсутствием дальнейшей проходки. Это связано с тем, что кора выветривания и палеозой слагается неоднородностью пропластков и происходит сминание и расслоение породы, что приводит к заклинке керна в грунтоноске.

Заклинивание керна приводит к раскрашиванию, дроблению и, как следствие, ухудшению качества керна. Также снижаются скорости проходки, что влечет низкие выносы. Безусловно, качество бурения при отборе керна зависит от строения горной породы. Наибольшие сложности возникают при бурении в трещиноватых горных породах.

Для решения этой проблемы компанией ООО «КОМПОЗИТМАШ» и ООО ПКФ «АЛАЗ» разработана специальная система телескопических керноприемных труб. В данной системе в основной керноприемной трубе находятся один или два телескопических вкладыша. При возникновении заклинки вкладыш сдвигается и перемещается вместе с заклинившим керном, что позволяет продолжить отбор без проведения СПО.

Наиболее наглядный результат получен при

Дата	№ рейса с отбором керна	Бурение с отбором керна (по стволу), м				Вынос керна			
		От	До	За рейс	Нарастающий	За рейс, м	За рейс, %	Нарастающий по скважине, м	Средний по скважине, %
УКР-185/100-9,0+9,0м б\г BS-215,9\100-613 -2 шт., BS-215,9\100-811, BS-215,9\100-1211 ИЗОКОР, (ротор)									
12.05	1	2552,0	2561,0	9,0	9,0	9,0	100	9,0	100
13.05	2	2561,0	2579,0	18,0	27,0	18,0	100	27,0	100
14.05	3	2579,0	2597,0	18,0	45,0	18,0	100	45,0	100
15.05	4	2597,0	2605,1	8,1	53,1	8,0	99	53,0	100
16.05	5	2605,0	2608,4	3,4	56,5	3,4	100	56,4	100
17.05	6	2608,5	2612,3	3,8	60,3	3,2	84	59,6	99
25.05	7	2917,0	2924,3	7,3	67,6	5,7	78	65,3	97
27.05	8	2924,3	2930,7	6,4	74,0	6,0	94	71,3	96
29.05	9	2930,7	2933,3	2,6	76,6	2,4	90	73,7	96
31.05	10	2933,3	2939,3	6,0	82,6	4,8	80	78,5	95
04.06	11	2939,3	2940,7	1,4	84,0	1,2	86	79,7	95
05.06	12	2940,7	2947,3	6,6	90,6	4,0	61	83,7	92
06.06	13	2947,3	2950,0	2,7	93,3	1,8	66	85,4	92
07.06	14	2950,0	2950,8	0,8	94,1	0,8	100	86,2	92
08.06	15	2950,8	2953,2	2,3	96,5	1,4	60	87,6	91
08.06	16	2953,2	2953,9	0,7	97,2	0,5	71	88,1	91

Рис. 1. Результаты отбора керна на скважине № 320П Северо-Трассовой площади

работе на месторождениях Томской области на Северо-Трассовой площади при бурении на палеозой и кору выветривания.

В 2021 г. при отборе керна на скважине 7П Северо-Трассовой площади кора выветривания и палеозойских отложений с глубины 2 952 м до 3 030 м в запланированных семи рейсах без применения антизаклиночной системы были проведены дополнительные рейсы, и количество их составило 15. Процентный вынос керна составил: пробурено 28,8 м, вынос 21,2 м или 74 %. В 2022 г. при отборе керна на скважине 320 Северо-Трассового месторождения с глубины 2 605 до 2 954 с применением антизаклиночной системы количество рейсов уменьшилось на 40 %, и процентный вынос составил: пробурено 52 м, вынос 44 м или 84 %.

В таблице на рис. 1 показано сравнение отбора керна в стеклопластиковых керноприемных трубах скважины 7П и скважины 320П Северо-Трассовой площади с применением системы телескопических керноприемных труб в интервалах сильнотрещиноватых известняков с переслаиванием аргиллитов на одной скважине.

Вывод: применение разработанной системы телескопических керноприемных труб позволило сэкономить затраты на бурение с отбором керна, поднять более качественный керн на поверхность для определения оценочных параметров данной площади для дальнейших перспектив ее разработки.

Дата	№ рейса с отбором керна	Бурение с отбором керна (по стволу), м				Вынос керна			
		От	До	За рейс	Нарастающий	За рейс, м	За рейс, %	Нарастающий по скважине, м	Средний по скважине, %
УКР-185/100-9,0+9,0м б\г BS-215,9\100-613 ИЗОКОР, (ротор)									
09.07	1	2558,0	2569,0	11,0	11,0	11,0	100	11,0	100
10.07	2	2569,0	2584,5	15,5	26,5	14,5	94	25,5	96
10.07	3	2584,5	2602,5	18,0	44,5	18,0	100	43,5	98
11.07	4	2602,5	2620,5	18,0	62,5	18,0	100	61,5	98
17.07	5	2952,0	2952,7	0,7	63,2	0,5	65	62,0	98
18.07	6	2952,7	2953,1	0,4	63,6	0,4	100	62,4	98
19.07	7	2953,1	2958,1	5,0	68,6	2,5	50	64,9	95
21.07	8	2958,1	2961,1	3,0	71,6	2,6	87	67,5	94
22.07	9	2961,1	2964,0	2,8	74,5	2,9	100	70,3	94
24.07	10	2964,0	2965,6	1,6	76,1	1,4	82	71,7	94
25.07	11	2965,6	2966,8	1,2	77,3	0,7	54	72,3	94
26.07	12	2966,8	2967,6	0,8	78,1	0,8	100	73,1	94
27.07	13	2967,6	2970,3	2,6	80,8	1,6	61	74,7	93
28.07	14	2970,3	2971,6	1,3	82,1	1,0	76	75,7	92
29.07	15	2971,6	2973,5	1,9	84,0	1,5	78	77,2	92
30.07	16	2973,5	2975,3	1,8	85,8	1,4	77	78,6	92
01.08	17	2985,0	2985,7	0,7	86,5	0,7	100	79,3	92
15.08	18	3025,0	3030,0	5,0	91,5	3,2	63	82,5	90

Рис. 2. Результаты отбора керна на скважине № 7П Северо-Трассовой площади

Список литературы

1. Ишбаев, Г.Г. Развитие техники и технологии отбора керна / Г.Г. Ишбаев, А.В. Лозуков, А.А. Жадан // Бурение и нефть. – 2018. – № 4. – С. 22–25.

2. Савельева, Н.Н. Совершенствование технологического оборудования для отбора керна из угольных пластов / Н.Н. Савельева, С.Н. Шедь, Я.В. Савельев // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 10(136). – С. 29–33.

3. Савельева, Н.Н. Совершенствование технологии отбора керна в глубоких скважинах / Н.Н. Савельева, С.М. Шедь // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 10(124). – С. 8–11.

4. Современные технико-технологические решения нефтегазовой отрасли / М.И. Корабельников, Н.А. Аксенова, А.Е. Анашкина [и др.]. – Тюмень : ТИУ, 2021. – С. 249.

5. Хайруллин, Б.Ю. Современные технологии отбора керна повышенной информативности и перспективы их применения в нефтегазовой геологии / Б.Ю. Хайруллин, В.Г. Мамяшев, В.В. Федорцов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2008. – № 3.

6. Цифровой анализ керна в задачах проектирования разработки нефтяных и газовых место-

рождений / О.Ю. Динариев, В.В. Абашкин, Н.В. Евсеев [и др.] // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2021. – № 5(113). – С. 50–58.

7. Шедь, С.Н. Бурение горизонтальных скважин на палеозойский фундамент и КВ на месторождениях Томской области в 2021 году / С.Н. Шедь, Н.Н. Савельева // Опыт, актуальные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса : материалы XI Международной научно-практической конференции обучающихся, аспирантов и ученых, Нижневартовск, 22 апреля 2021 года. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 335–341.

References

1. Ishbayev, G.G. Razvitiye tekhniki i tekhnologii otbora kerna / G.G. Ishbayev, A.V. Lozukov, A.A. Zhadan // Bureniye i neft'. – 2018. – № 4. – S. 22–25.

2. Savel'yeva, N.N. Sovershenstvovaniye tekhnologicheskogo oborudovaniya dlya otbora kerna iz ugol'nykh plastov / N.N. Savel'yeva, S.N. Shed', YA.V. Savel'yev // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 10(136). – S. 29–33.

3. Savel'yeva, N.N. Sovershenstvovaniye tekhnologii otbora kerna v glubokikh skvazhinakh / N.N. Savel'yeva, S.M. Shed' // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 10(124). – S. 8–11.

4. Sovremennyye tekhniko-tekhnologicheskiye resheniya neftegazovoy otrasli / M.I. Korabel'nikov, N.A. Aksenova, A.Ye. Anashkina [i dr.]. – Tyumen' : TIU, 2021. – S. 249.

5. Khayrullin, B.YU. Sovremennyye tekhnologii otbora kerna povyshennoy informativnosti i perspektivy ikh primeneniya v neftegazovoy geologii / B.YU. Khayrullin, V.G. Mamyashev, V.V. Fedortsov // Oborudovaniye i tekhnologii dlya neftegazovogo kompleksa. – 2008. – № 3.

6. Tsifrovoy analiz kerna v zadachakh proyektirovaniya razrabotki neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy / O.YU. Dinariyev, V.V. Abashkin, N.V. Yevseyev [i dr.] // Delovoy zhurnal Neftegaz. RU. – 2021. – № 5(113). – S. 50–58.

7. Shed', S.N. Bureniye gorizontal'nykh skvazhin na paleozoyskiy fundament i KV na mestorozhdeniyakh Tomskoy oblasti v 2021 godu / S.N. Shed', N.N. Savel'yeva // Opyt, aktual'nyye problemy i perspektivy razvitiya neftegazovogo kompleksa : materialy XI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii obuchayushchikhsya, aspirantov i uchenykh, Nizhnevartovsk, 22 aprelya 2021 goda. – Tyumen' : Tyumenskiy industrial'nyy universitet, 2021. – S. 335–341.

© Н.Н. Савельева, С.Н. Шедь, Я.В. Савельев, 2023

УДК 621

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

ПРЕИМУЩЕСТВА НАЛИЧИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТЬЮ В ОРГАНИЗАЦИЯХ

Ключевые слова: инновации; коммерциализация; объекты интеллектуальной собственности; система управления; система управления знаниями.

Аннотация. Новые конфигурации имеющихся данных могут служить фундаментом для инноваций и обеспечивать высокую конкурентоспособность хозяйствующего субъекта. Целью работы служит определение места и роли процессов управления интеллектуальной собственностью в деятельности организации. Основной задачей, поставленной авторами, являлось проведение анализа преимуществ наличия системы управления интеллектуальной собственностью технического, организационного, правового характера. В ходе исследования применялись методы системного, логического и экономического анализа. Сделан вывод о том, что формирование и развитие системы управления интеллектуальной собственностью влияет на качественные характеристики инновационного развития субъектов различных уровней.

Одним из ключевых факторов развития современного успешного бизнеса является использование интеллектуального потенциала, массива знаний, инноваций, планирование создания результатов интеллектуальной деятельности, их учет, правовая охрана и дальнейшая коммерциализация.

В современном мире генерирование знаний, идей и их использование могут привносить инновации в деятельность организаций и обеспечивать их высокую конкурентоспособность. Развивая интеллектуальные ресурсы, предприниматели стремятся быть лидерами в своей отрасли и обеспечить устойчивое функционирование и рост.

В свете таких процессов вопрос об управлении интеллектуальной собственностью и ее защите приобретает особую актуальность. Внешние факторы, обусловленные состоянием политических и экономических связей между государствами и международными организациями, также предполагают принятие максимально эффективных мер для развития отечественного бизнеса. Система управления интеллектуальной собственностью становится центральным инструментом в этом процессе, обеспечивая распределение прав и защиту интересов правообладателя.

Так, некоторые авторы отмечают, что создание активного рынка интеллектуальной собственности позволяет предпринимателям не только извлекать прибыль, но и обеспечить развитие регионов через появление новых ресурсов, улучшение уровня и качества жизни жителей и рост валового регионального продукта [1].

В.И. Добреньков, Ю.А. Афонин, А.П. Жабин отмечают, что одним из важнейших направлений совершенствования законодательства в области интеллектуальной собственности является повышение заинтересованности участников инновационной деятельности в практическом внедрении созданных российскими учеными новых научных разработок и технологий [2; 3].

По мнению А.Ю. Булатецкой, современная экономика знаний в качестве центрального элемента содержит интеллектуальную собственность [4].

В современном понимании система управления интеллектуальной собственностью – это совокупность материальных, информационных, финансовых, кадровых элементов, обеспечивающих разработку, принятие и реализацию управленческих решений в организации, на-

правленных на достижение целей в сфере использования прав на результаты интеллектуальной деятельности, обладающих структурной целостностью, регламентацией механизма, формализацией процессов, долгосрочностью реализуемых целей.

Следует отметить, что построение и порядок функционирования системы управления интеллектуальной собственностью (**СУИС**) будут различаться в зависимости от сферы деятельности организаций. Так, выделяют СУИС промышленного предприятия [5], инновационной организации [6], научной и образовательной организации [7] и др. Существуют особенности СУИС для международных, российских, региональных и локальных организаций, требующих вдумчивого подхода в комбинации элементов системы.

Вместе с тем следует отметить, что для всех видов организаций и предприятий наличие СУИС имеет ряд неоспоримых преимуществ, позволяющих разрабатывать стратегию управления, выделять приоритетные направления развития, анализировать перспективные области.

Деление бизнеса на малый, средний и крупный, в зависимости от суммы выручки и численности сотрудников, также позволяет провести оценку возможностей для внедрения и совершенствования СУИС в зависимости от приоритетных направлений, выбранных организацией. Также хотелось бы отметить, что специфические субъекты предпринимательской деятельности – микропредприятия – имеют возможность использования СУИС. Так, с 2009 г. проводится Международный научно-практический форум «Дни интеллектуальной собственности в Северо-Западном федеральном округе», претерпевший изменения и получивший известность на всей территории Российской Федерации. В 2022 г. в региональной номинации «Лучшее микропредприятие по организации работы в области интеллектуальной собственности» победило ООО «Торговая компания «Аэросани», что свидетельствует о вовлеченности микропредприятий в процесс управления интеллектуальной собственностью и заинтересованности в результате [8].

Развитие СУИС в организациях различных сфер деятельности, уровня, кадрового и ресурсного потенциала обусловлено техническими возможностями обработки и извлечения больших массивов данных.

Одним из примеров, иллюстрирующих возможности современного бизнеса по управлению интеллектуальной собственностью, является использование *Big Data* (больших данных) в бизнес-аналитике. Организации, использующие технологии больших данных, могут принимать более обоснованные решения, базирующиеся на фактах, трендах и запросах конечных потребителей, а не на интуитивном уровне определения стратегии. Переход к «цифровому производству» и технологическое развитие на основе цифровых технологий являются основой глобальной конкурентоспособности современных предприятий, расширяют возможности моделирования и устранения некоторых негативных элементов деятельности [9; 10].

В научной литературе встречается мнение, что только крупные компании, в том числе государственные корпорации, имеют необходимые ресурсы для построения и поддержания на необходимом уровне системы управления интеллектуальной собственностью [11]. Однако ситуация стремительно меняется: многие предприятия малого и среднего бизнеса заинтересованы в развитии инструментов использования СУИС. И в этом направлении также развиваются меры государственной поддержки, предполагающие финансирование некоторых приоритетных проектов [12].

Еще одним аргументом повышения интереса к СУИС является внедрение искусственного интеллекта в целях автоматизации рутинных задач и обработки больших объемов данных, что позволяет сократить время и ресурсы, а также повысить эффективность работы. Организации, осознающие важность развития своих интеллектуальных ресурсов, получают значительные преимущества перед конкурентами.

Интеллектуальный потенциал как элемент современной бизнес-модели является важной составляющей успешного предприятия. Внедрение и развитие СУИС требует прежде всего обоснования ее задач и перспектив развития в деятельности конкретного субъекта предпринимательской деятельности.

Рассмотрим влияние СУИС на некоторые фундаментальные основы деятельности организации.

Серьезным преимуществом наличия СУИС является автоматизация процессов управления результатами интеллектуальной деятельности. Возможность создать единое информационное пространство, связать деятельность различных

подразделений компании, обеспечить анализ эффективности использования объектов интеллектуальной собственности, снизить ресурсные и временные затраты на поиск и обработку информации – это лишь некоторые из возможных положительных краткосрочных преимуществ.

Система управления интеллектуальной собственностью позволяет предприятию использовать свои интеллектуальные активы для генерации дохода. Например, компания может продавать лицензии на использование своих патентов или продуктов, разрабатываемых на основе собственных технологий.

Преимуществом также является использование и развитие технологических возможностей организации. При составлении архитектуры СУИС в контуре юридического лица возможно описать итоговый продукт с точки зрения пользователя, группы пользователей, целей, которые реализуются при внедрении СУИС, а также ожидаемых результатов. При этом каждый компонент и модуль СУИС может быть проанализирован с точки зрения принципов их работы и взаимосвязей друг с другом, внешних и внутренних наборов данных и функциональных возможностей. В СУИС может быть воплощено любое проектное решение, обеспечивающее желаемый набор свойств, которые будет поддерживать система, для достижения заданных целей и получения необходимых результатов.

Другим важным элементом СУИС является мониторинг интеллектуальной собственности. Это включает в себя сбор и анализ информации о новых разработках, патентных заявках и других событиях, связанных с интеллектуальными активами. Полный и точный мониторинг позволяет организациям быть в курсе последних тенденций и инноваций в своей отрасли, а также принимать взвешенные решения в отношении своей интеллектуальной собственности.

Система управления интеллектуальной собственностью позволяет достичь иных целей, напрямую не связанных с управлением интеллектуальной собственностью, однако влияющих на развитие организации, а именно: позволяет сохранять и развивать кадровый потенциал компании, который подразумевает качественные и количественные характеристики персонала, интеллектуальные способности и профессиональные знания. Внедрение в деятельность СУИС требует зачастую профессиональной переподготовки, получения специализированных знаний, привлечения новых специалистов, что обогащает внутренний потенциал компании, обеспечивает карьерный рост, увеличивает эффективность работы при обмене знаниями и опытом. Такие процессы характеризуются взаимным интересом работника и работодателя, а также опосредованно оказывают влияние на интеллектуальный потенциал общества.

Система управления интеллектуальной собственностью способствует укреплению конкурентных преимуществ компаний. В современной бизнес-среде знания и интеллектуальная собственность играют решающую роль в достижении успеха. Обладая правами на интеллектуальную собственность, предприятия обеспечивают себе защиту от недобросовестной конкуренции и незаконного использования своих разработок, что позволяет им удерживать лидирующие позиции на рынке.

Правила и нормы, установленные в системе управления интеллектуальной собственностью, способствуют созданию условий для предсказуемости и установления порядка в отношениях между правообладателями, потребителями, авторами и другими участниками рынка. Это помогает снизить риски инвестирования в инновационные проекты и поощряет развитие технологического предпринимательства и венчурного капитала.

Также система управления интеллектуальной собственностью способствует долгосрочному развитию и содействию обмену знаниями на международном уровне. Межгосударственные договоры и правовые нормы, регулирующие сферу интеллектуальной собственности, обеспечивают основу для установления взаимовыгодного сотрудничества между странами, включая передачу технологий и привлечение инвестиций. Выход на международный рынок в рамках имеющихся возможностей (Евразийский экономический союз, БРИКС) невозможен без эффективного учета и защиты прав на объекты интеллектуальной собственности. СУИС позволяет компаниям обеспечить адекватную правовую защиту собственных интеллектуальных ресурсов, а также создать платформу для привлечения дополнительных инвестиционных средств.

Современные СУИС позволяют обеспечить доступ с любого устройства, имеющего выход в Интернет, сохранить конфиденциальность данных и предусмотреть безопасный обмен информацией, имея при этом неограниченное коли-

чество пользовательских лицензий.

Система управления интеллектуальной собственностью играет ключевую роль в эффективном управлении знаниями в современных организациях. В рамках системы управления знаниями она выполняет функции по защите и контролю интеллектуальных ресурсов, создавая благоприятные условия для их правильного использования и коммерциализации.

Поэтому можно утверждать, что внедрение СУИС в крупные компании, организации малого и среднего бизнеса, которые гибко реагируют на изменения во внутреннем и внешнем контуре организации, приобретает особую актуальность.

Интеллектуальный потенциал современного бизнеса играет важную роль в достижении успеха. Предприниматели, осознающие важность развития интеллектуальных ресурсов, приобретают конкурентные преимущества. Формирование и степень развития системы управления интеллектуальной собственностью отражают качественные характеристики инновационного развития государства.

Список литературы

1. Ильина, И.Е. Патентная активность региона как драйвер развития экономики России / И.Е. Ильина, Н.И. Золотых, И.В. Биткина // Управление наукой и наукометрия. – 2022. – Т. 17. – № 1. – С. 10–36.

2. Dobrenkov, V.I. Contemporary control mechanisms of social change / V.I. Dobrenkov, A.P. Zhabin, Yu.A. Afonin // LAP LAMBERT Academic Publishing (2015.05.19), 2015.

3. Добреньков, В.И. Инновационное развитие: лучший мировой опыт коммерциализации интеллектуальной собственности / В.И. Добреньков, Ю.А. Афонин // Управление социальными изменениями в нестабильных условиях : материалы Всероссийской научной конференции, Москва, 24 мая 2016 года / Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. – М. : ООО «МАКС Пресс», 2016. – С. 321–325.

4. Булатецкая, А.Ю. Методологические основы формирования корпоративной системы управления интеллектуальной собственностью в экономике знаний / А.Ю. Булатецкая // Московский экономический журнал. – 2020. – № 5. – С. 39.

5. Скуба, Р.В. Система управления интеллектуальной собственностью на промышленном предприятии: понятие и основные характеристики / Р.В. Скуба // Московский экономический журнал. – 2019. – № 9. – С. 390–401.

6. Рудая, И.Л. Проблемы стратегического управления интеллектуальной собственностью российских инновационных организаций / И.Л. Рудая // Управление. – 2019. – Т. 7. – № 1. – С. 50–59.

7. Колодяжная, О.А. Механизм выбора направлений развития системы управления интеллектуальной собственностью научно-исследовательских организаций / О.А. Колодяжная, Ю.П. Анисимов // Бизнес. Образование. Право. – 2020. – № 1(50). – С. 30–37.

8. Конкурс «Лучшее предприятие по организации работы в области интеллектуальной собственности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://ноц42.рф/contest_rid_2021.

9. Паскова, А.А. Технологии Big Data в автоматизации технологических и бизнес-процессов / А.А. Паскова // Научное обозрение. Технические науки. – 2018. – № 4. – С. 23–27.

10. Сафонова, Н.А. Бигдата в аспекте противодействия коррупции на государственной службе / Н.А. Сафонова // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. – 2021. – № 8. – С. 149–153.

11. Грудцына, Л.Ю. Управление результатами интеллектуальной деятельности в Российской Федерации / Л.Ю. Грудцына // Образование и права. – 2022. – № 7. – С. 131–135.

12. Тихомиров, Д.В. Механизмы поддержки инвестиционных проектов в России: спектр инструментов и обзор ситуации / Д.В. Тихомиров, В.М. Никифоров, Д.А. Русинов // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2023. – № 3-1(141). – С. 82–90.

13. Амелина, К.Е. Университеты как участники инновационной деятельности / К.Е. Амелина // Наука и бизнес: пути развития. – 2016. – № 12(66). – С. 7–11.

14. Амелина, К.Е. Общий алгоритм управления научными проектами в вузах технического профиля / К Е. Амелина, Б.Н. Коробец // Глобальный научный потенциал. – 2019. – № 12(105). – С. 252–255.

References

1. Il'ina, I.Ye. Patentnaya aktivnost' regiona kak drayver razvitiya ekonomiki Rossii / I.Ye. Il'ina, N.I. Zolotykh, I.V. Bitkina // Upravleniye naukoy i naukometriya. – 2022. – T. 17. – № 1. – S. 10–36.

3. Dobren'kov, V.I. Innovatsionnoye razvitiye: luchshiy mirovoy opyt kommertsializatsii intellektual'noy sobstvennosti / V.I. Dobren'kov, YU.A. Afonin // Upravleniye sotsial'nymi izmeneniyami v nestabil'nykh usloviyakh : materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii, Moskva, 24 maya 2016 goda / Moskovskiy gosudarstvennyy universitet im. M. V. Lomonosova. – M. : OOO «MAKS Press», 2016. – S. 321–325.

4. Bulatetskaya, A.YU. Metodologicheskiye osnovy formirovaniya korporativnoy sistemy upravleniya intellektual'noy sobstvennost'yu v ekonomike znaniy / A.YU. Bulatetskaya // Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal. – 2020. – № 5. – S. 39.

5. Skuba, R.V. Sistema upravleniya intellektual'noĭ sobstvennost'yu na promyshlennom predpriyatii: ponyatiye i osnovnyye kharakteristiki / R.V. Skuba // Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal. – 2019. – № 9. – S. 390–401.

6. Rudaya, I.L. Problemy strategicheskogo upravleniya intellektual'noy sobstvennost'yu rossiyskikh innovatsionnykh organizatsiy / I.L. Rudaya // Upravleniye. – 2019. – T. 7. – № 1. – S. 50–59.

7. Kolodyazhnaya, O.A. Mekhanizm vybora napravleniy razvitiya sistemy upravleniya intellektual'noy sobstvennost'yu nauchno-issledovatel'skikh organizatsiy / O.A. Kolodyazhnaya, YU.P. Anisimov // Biznes. Obrazovaniye. Pravo. – 2020. – № 1(50). – S. 30–37.

8. Konkurs «Luchsheye predpriyatiye po organizatsii raboty v oblasti intellektual'noy sobstvennosti» [Electronic resource]. – Access mode : https://nots42.rf/contest_rid_2021.

9. Paskova, A.A. Tekhnologii Big Data v avtomatizatsii tekhnologicheskikh i biznes-protsessov / A.A. Paskova // Nauchnoye obozreniye. Tekhnicheskiye nauki. – 2018. – № 4. – S. 23–27.

10. Safonova, N.A. Bigdata v aspekte protivodeystviya korruptsii na gosudarstvennoy sluzhbe / N.A. Safonova // Sovremennaya nauka: aktual'nyye problemy teorii i praktiki. Seriya: Ekonomika i pravo. – 2021. – № 8. – S. 149–153.

11. Grudtsyna, L.YU. Upravleniye rezul'tatami intellektual'noy deyatel'nosti v Rossiyskoy Federatsii / L.YU. Grudtsyna // Obrazovaniye i prava. – 2022. – № 7. – S. 131–135.

12. Tikhomirov, D.V. Mekhanizmy podderzhki investitsionnykh proyektov v Rossii: spektr instrumentov i obzor situatsii / D.V. Tikhomirov, V.M. Nikiforov, D.A. Rusinov // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. – 2023. – № 3-1(141). – S. 82–90.

13. Amelina, K.Ye. Universitety kak uchastniki innovatsionnoy deyatel'nosti / K.Ye. Amelina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2016. – № 12(66). – S. 7–11.

14. Amelina, K.Ye. Obshchiy algoritm upravleniya nauchnymi proyektami v vuzakh tekhnicheskogo profilya / K Ye. Amelina, B.N. Korobets // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2019. – № 12(105). – S. 252–255.

© Н.А. Сафонова, К.Е. Амелина, 2023

УДК 621.3.088

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

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Ключевые слова: измерение; контактная деформация; концевые меры длины; радиус наконечника; технологический процесс.

Аннотация. В данной статье представлены исследования влияния радиуса и измерительного усилия на контактную деформацию при измерении концевых мер длины. Определено влияние контактной деформации на производительность контрольных операций технологического процесса изготовления концевых мер длины.

Целью статьи является исследование упругой деформации в зоне контакта измерительного наконечника и детали.

Для достижения цели была решена следующая задача: разработка математической модели упругого контакта в зоне измерения.

Гипотеза работы заключается в изучении влияния упругой деформации на погрешность измерения прецизионных деталей.

В данной статье использовался метод сравнения с эталонной деталью при использовании индуктивных преобразователей с вакуумным арретированием. В результате исследований определены контактные деформации и допустимые значения радиусов измерительных наконечников.

Методика исследования

Концевые меры длины (**КМД**) представляют из себя детали, выполненные в форме прямоугольного параллелепипеда с нормируемым размером между измерительными плоскостями, и являются эталонами длины. Главным назначением КМД является передача единицы длины для поверки, настройки или калибровки различных средств измерения, шаблонов, устройств и приборов.

Технология изготовления КМД достаточно сложная и требует наличия промежуточных контрольных операций. Допуски размера, формы и взаимного расположения рабочих поверхностей необходимо контролировать с точностью до сотых долей микрона. Кроме этого, в процессе эксплуатации КМД изнашиваются, также размер КМД с течением времени изменяется ввиду нестабильности материала, поэтому требуется своевременная и точная аттестация концевых мер длины для обеспечения высокоточных измерений на производстве.

Одной из причин нестабильности показаний при измерении особенно тонких мер номинальной длиной до 5 мм в угловых точках является величина измерительного усилия. Конструкция кассеты обеспечивает базирование меры по коротким пояскам, расположенным рядом с точками контакта наконечников с мерой (рис. 1). При поверке мера занимает неопределенное положение в угловых точках. Возможно, определенность положения меры внесет увеличение измерительного усилия.

В зоне контакта измерительных наконечников с мерой действуют значительные контактные напряжения. В измерительных модулях установлены измерительные наконечники

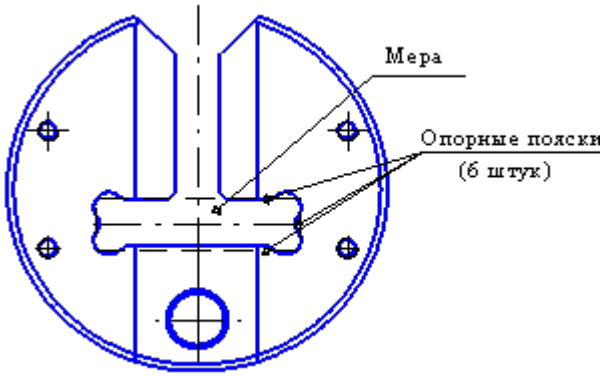


Рис. 1. Расположение опорных площадок меры

из электрокорунда. Радиус верхнего и нижнего наконечников равен 20 мм и 5 мм соответственно.

Передача измерительного усилия от измерительного наконечника к мере происходит по очень небольшой по сравнению с размерами соприкасающихся тел площадке. Материал меры (ШХ15) около этой площадки испытывает объемное напряженное состояние. При величине радиуса нижнего наконечника R = 5 мм и величине измерительного усилия 60 сН возникает предположение о выходе напряжений в зоне контакта за пределы упругих деформаций.

Величиной погрешности от сближения наконечников с мерой под действием контактных деформаций можно пренебречь, в случае если действующие деформации упругие и работает дифференциальный метод измерения.

По техническим условиям усилие, возникающее в процессе измерения при контакте измерительной поверхности наконечника верхнего модуля с мерой, должно быть не более 100 сН, и измерительной поверхности наконечника нижнего модуля с мерой – 60 сН. Измерительное усилие верхнего модуля должно превышать измерительное усилие нижнего модуля не менее чем на 30 сН.

При поверке мер, находящихся долгое время в консервации, необходимо тщательно промывать меры, иначе такого измерительного усилия недостаточно, чтобы раздавить смазку. Но для увеличения измерительного усилия существует ограничивающий фактор – величина контактных деформаций. Напряжения контакта должны быть упругими.

Для аналитического определения наибольшего контактного давления P_{max} в момент измерения между измерительным наконечником и мерой используем соотношения (1), (2):

$$P_{\max} = \frac{1}{\pi}\sqrt[3]{6 \cdot \frac{P}{r^2 \cdot \nu^2}}; \quad (1)$$

$$\nu = \frac{1-\mu_1^2}{E_1} + \frac{1-\mu_2^2}{E_2}, \quad (2)$$

где P – измерительное усилие измерительного модуля; r – радиус измерительного наконечника; ν – упругая постоянная соприкасающихся тел; μ_1 и μ_2 – коэффициенты Пуассона материалов наконечника и меры; E_1 и E_2 – модули продольной упругости измерительного наконечника и меры.

Под действием измерительного усилия мера деформируется упруго. В момент измерения контакт между сферической поверхностью наконечника и плоскостью меры происходит не в точке, а по некоторой площадке контакта (рис. 2).

Величина сближения Δ обусловлена деформацией меры, величину радиуса площадки касания a можно определить из соотношений (3), (4):

$$\Delta = \frac{1}{2}\sqrt[3]{\frac{9}{2} \cdot \nu^2 \cdot \frac{1}{r} \cdot P^2}; \quad (3)$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \nu \cdot r \cdot P}. \quad (4)$$

Максимальная величина измерительно-

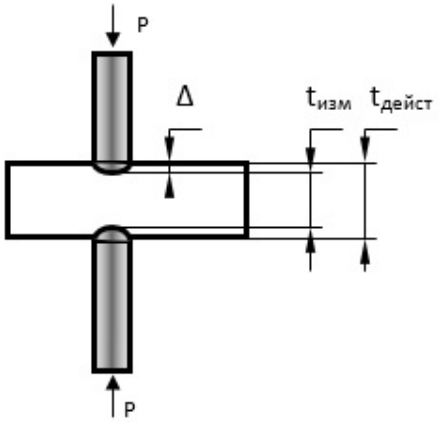


Рис. 2. Схема касания наконечников с мерой

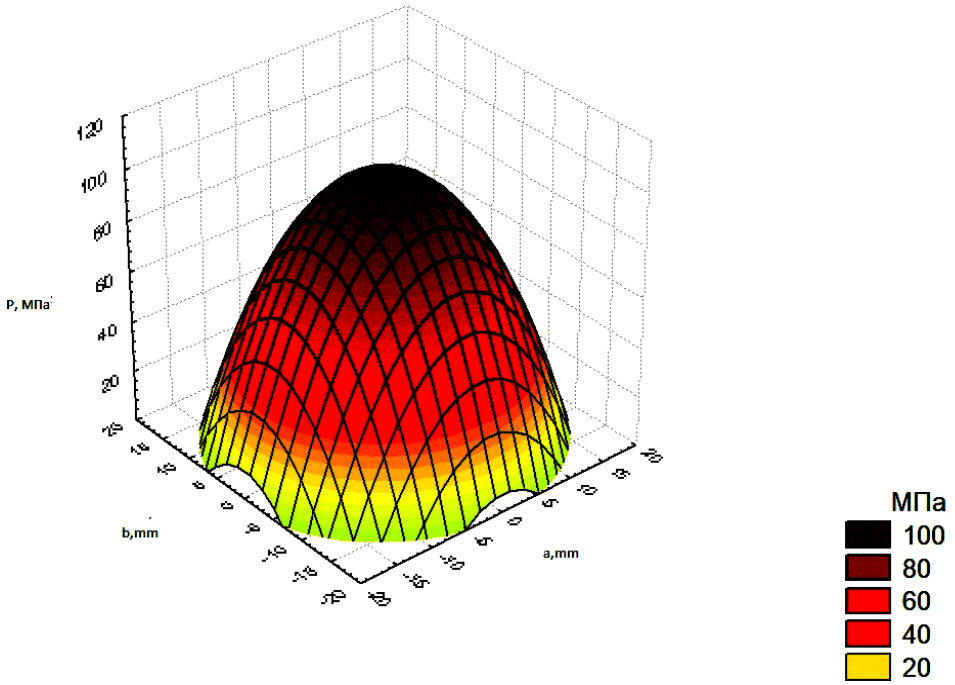


Рис. 3. Эпюра упругих контактных напряжений Герца, действующих на площадке касания верхнего наконечника R = 20 мм с мерой

го усилия верхнего измерительного наконечника принята 100 сН, нижнего – 60 сН. Модуль упругости материала меры (ШХ15) E_1 = 2,1 × 10^5 МПа, коэффициент Пуассона μ_1 = 0,30, модуль упругости материала измерительного наконечника (электрокорунд) E_1 = 5,2 × 10^4 МПа, коэффициент Пуассона μ_1 = 0,21 [5–7].

Подставляя данные в зависимости (1) и (2), находим:

– максимальная величина контактных деформаций под действием измерительного усилия верхнего измерительного наконечника составляет 97,9 МПа, величина сближения наконечника с мерой при этом равна 0,2440 мкм;

– максимальная величина контактных деформаций под действием измерительного усилия нижнего измерительного наконечника составляет 196,8 МПа, величина сближения наконечника с мерой при этом равна 0,2438 мкм.

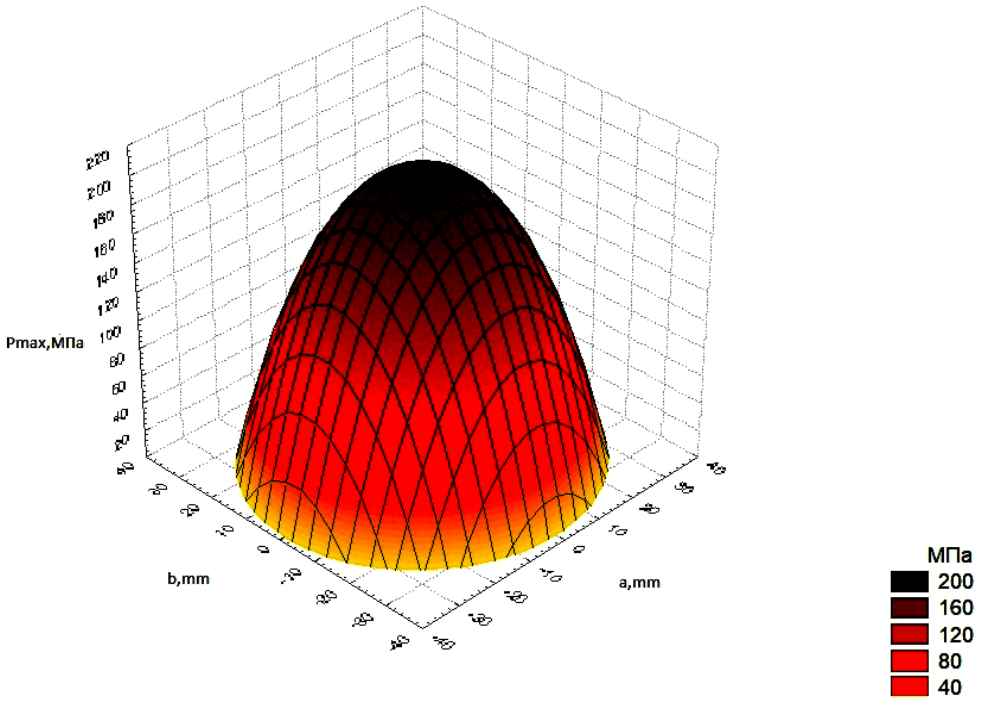


Рис. 4. Эпюра упругих контактных напряжений Герца, действующих на площадке касания нижнего наконечника R = 5 мм с мерой

Сумма сближений дает ошибку измерения длины меры, но эта ошибка не проявляется на результате показаний вследствие дифференциального метода измерения, если характер напряжений контакта упругий.

На рис. 5 и 6 показаны эпюры распределения упругих контактных напряжений, действующих на площадке касания верхнего и нижнего наконечника с мерой.

Радиус площадки касания верхнего наконечника с мерой составляет 18,5 мкм, нижнего – 34,9 мкм. Допускаемые напряжения контакта для материала:

ШХ15 [$\sigma_{контакт}$] = 170 МПа, [5].

Результаты

Определим минимальный допустимый радиус наконечника исходя из допустимых контактных напряжений в зоне сопряжения измерительного наконечника с измеряемой мерой при наибольшем измерительном усилии 100 сН и равенстве радиусов верхнего и нижнего наконечников из зависимости (5):

$$r = \sqrt{\frac{6 \cdot P}{(P_{\max} \cdot \pi)^3 \cdot \nu^2}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1}{(170 \cdot \pi)^3 \cdot (22{,}7 \cdot 10^{-6})^2}} \approx 9 \text{ мм}. \quad (5)$$

При неравенстве радиусов наконечников, поскольку измерительное усилие нижнего наконечника меньше измерительного усилия верхнего наконечника, размер нижнего наконечника можно принять (при P = 60 сН):

$$r = \sqrt{\frac{6 \cdot 0{,}6}{(170 \cdot \pi)^3 \cdot (22{,}7 \cdot 10^{-6})^2}} \approx 7 \text{ мм}.$$

Выводы

В результате проведенных исследований допустимый радиус наконечника верхнего преобразователя должен быть не менее 9 мм, а нижнего преобразователя – не менее 7 мм, что обеспечит оптимальное значение допустимых контактных напряжений в зоне сопряжения измерительного наконечника с измеряемой мерой.

Список литературы

1. Козлов, М.Г. Метрология и стандартизация / М.Г. Козлов. – М., СПб : Петербургского ин-та печати, 2001. – 372 с.
2. Кузнецов, В.А. Общая метрология / В.А. Кузнецов, Г.В. Якунина. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 272 с.
3. Марков, Н.Н. Конструкция и эксплуатация контрольно-измерительных инструментов и приборов / Н.Н. Марков, Г.М. Ганевский. – М. : Машиностроение, 1993. – 416 с.
4. Dimensional Metrology. – Gottingen: Mahr GmbH Gottingen, 1998. – 146 p.
5. Табенкин, А.Н. Текстура поверхности и ее измерение. Шероховатость, волнистость, профиль, топография / А.Н. Табенкин, С.Б. Тарасов, С.Н. Степанов. – Санкт-Петербург : Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2018. – 265 с.

References

1. Kozlov, M.G. Metrologiya i standartizatsiya / M.G. Kozlov. – M., SPb : Peterburgskogo in-ta pechati, 2001. – 372 s.
2. Kuznetsov, V.A. Obshchaya metrologiya / V.A. Kuznetsov, G.V. Yakunina. – M. : IPK Izdatel'stvo standartov, 2001. – 272 s.
3. Markov, N.N. Konstruktsiya i ekspluatatsiya kontrol'no-izmeritel'nykh instrumentov i priborov / N.N. Markov, G.M. Ganevskiy. – M. : Mashinostroyeniye, 1993. – 416 s.
4. Dimensional Metrology. – Gottingen: Mahr GmbH Gottingen, 1998. – 146 p.
5. Tabenkin, A.N. Tekstura poverkhnosti i yeye izmereniye. Sherokhovatost', volnistost', profil', topografiya / A.N. Tabenkin, S.B. Tarasov, S.N. Stepanov. – Sankt-Peterburg : Federal'noye gosudarstvennoye avtonomnoye obrazovatel'noye uchrezhdeniye vysshego obrazovaniya «Sankt-Peterburgskiy politekhnicheskiy universitet Petra Velikogo», 2018. – 265 s.

© С.С. Степанов, 2023

УДК 664:004

Е.Г. ТИМЧУК
ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет», г. Владивосток

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСОВ

Ключевые слова: агропромышленный и рыбохозяйственный комплекс; методический подход; оценка эффективности; технология машиностроения.

Аннотация. Необходимость увеличения эффективности производства отражена в стратегических планах Российской Федерации. Но данный процесс невозможен без научно обоснованной методической основы, позволяющей оценить текущую и предполагаемую в будущем эффективность технологии машиностроения. Поэтому данная статья посвящена разработке методического подхода к оценке эффективности технологий машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов.

Введение

В рамках стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 г. отмечена необходимость повышения экономической эффективности производства [1]. В связи с этим возникает необходимость осуществления оценки эффективности технологий, основанной на научных принципах и подходах с начала их проектирования. Но в настоящее время нет единого научного методического подхода к оценке эффективности пищевых технологий.

Исходя из этого, целью работы является разработка методического подхода к оценке эффективности технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов.

Для достижения поставленной цели были реализованы следующие задачи:

– разработка дерева эффективности технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов;

– разработка формулы комплексного показателя эффективности технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов.

Методический подход к оценке эффективности технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов должен включать в себя несколько ключевых аспектов: качество и безопасность изделия, технологический процесс, экономический аспект, экологический аспект, потребительские предпочтения и инновационные аспекты [2].

Дерево эффективности технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов представлено на рис. 1.

Модель оценки эффективности технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов формализована в виде расчетной формулы комплексного показателя, учитывающей единичные показатели, переведенные в относительные единицы измерения (1) [3]:

$$D\sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n} d_i}, \quad (1)$$

где d_i – частные желательности; i – номер желательности; n – число частных желательностей.

Приведена формула расчета обобщенной оценки эффективности технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов (2):

$$D = \sqrt[8]{d_1 d_2 d_3 d_4 d_5 d_6 d_7 d_8}, \quad (2)$$

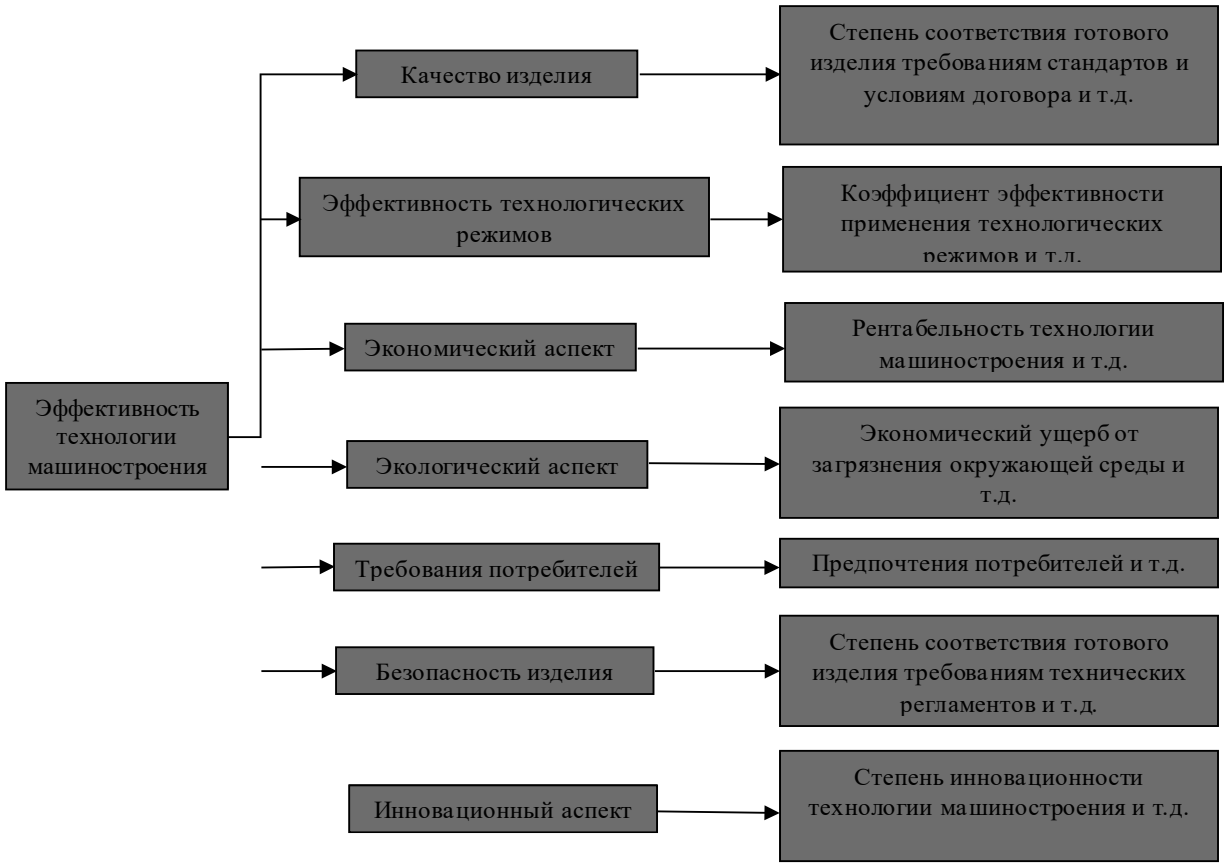


Рис. 1. Дерево эффективности технологии машиностроения

где d_1 – степень соответствия готового изделия требованиям стандартов; d_2 – степень соответствия готового изделия условиям договора; d_3 – коэффициент эффективности применения технологических режимов; d_4 – рентабельность технологии машиностроения; d_5 – экономический ущерб от загрязнения окружающей среды; d_6 – предпочтения потребителей; d_7 – степень соответствия готового изделия требованиям технических регламентов; d_8 – степень инновационности технологии машиностроения.

Для перевода значений единичных показателей эффективности технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов из натуральных величин в относительные предложено использовать двухстороннюю кривую желательности Харрингтона [2], представленную на рис. 2.

Шкалы натуральных значений показателей эффективности технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов могут иметь как равномерный, так и неравномерный характер. Значения показателей на них требуют четкого обоснования, они индивидуальны для каждой конкретной технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов. Поэтому на рисунке сознательно не представлены числовые значения показателей эффективности технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов.

Заключение

Таким образом, модель оценки эффективности технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов позволяет комплексно проанализировать все аспекты производства, выявить возможности оптимизации и определить наиболее эффективные технологии машиностроения с учетом качества и безопасности изделия, технологического процесса, экономических и экологических факторов и потребительских предпочтений.

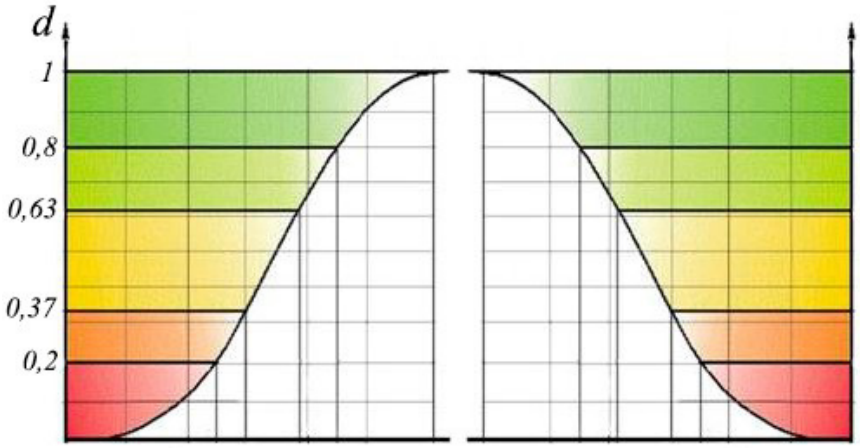


Рис. 2. Кривая желательности для оценки эффективности технологии машиностроения агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов

Список литературы

1. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://docs.cntd.ru/document/351735594?marker=6560IO.

2. Улучшение экологии коптильного производства на основе системного анализа / Э.Н. Ким, Е.В. Глебова, Е.Г. Тимчук [и др.] // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 10(136). – С. 109–113.

3. Adler, Y.P. Experiment planning in search of optimal conditions / Y.P. Adler, E.V. Makarov, Y.V. Granovsky // Science, 1976. – P. 278.

References

1. Strategiya razvitiya agropromyshlennogo i rybokhozyaystvennogo kompleksov Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda [Electronic resource]. – Access mode : https://docs.cntd.ru/document/351735594?marker=6560IO.

2. Uluchsheniye ekologii koptil'nogo proizvodstva na osnove sistemnogo analiza / E.N. Kim, Ye.V. Glebova, Ye.G. Timchuk [i dr.] // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. –
№ 10(136). – S. 109–113.

3. Adler, Y.P. Experiment planning in search of optimal conditions / Y.P. Adler, E.V. Makarov, Y.V. Granovsky // Science, 1976. – P. 278.

© Е.Г. Тимчук, 2023

УДК 69.003.12

В.А. УНДОЗЕРОВ
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва

ДИНАМИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ СРОКАМИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТАХ: КОНТУРЫ ТЕОРИИ

Ключевые слова: динамика; календарно-сетевое планирование; управление проектами; управление сроками.

Аннотация. Цель исследования – проведение обзора теоретических основ динамического управления сроками в строительных проектах и формулирование рекомендаций по их развитию. Наиболее развита теория «статического» управления сроками, тогда как «динамическому» управлению уделяется гораздо меньшее внимание. При этом исследования показывают, что именно «динамическое» управление сроками больше подходит строительному производству, особенно для сложных и крупных проектов.

Для достижения цели были решены такие задачи, как формулирование проблемы, связанной с недостаточной проработкой вопросов динамичности и сложности строительных проектов в части сроков; обзор научной литературы по указанной проблеме; формулирование некоторых возможных направлений развития теории динамического управления. Методы исследования: анализ, синтез, обзор научной литературы. Результатом исследования являются рекомендации по одному из направлений развития теоретических основ динамического управления сроками в строительных проектах, а именно методы визуализации на примере разработанной автором «Пружинной диаграммы». Актуальность результатов связана с тем, что разработанные рекомендации могут быть полезны исследователям в области управления сроками проектов для системного изучения проблемы.

Строительные проекты зачастую характеризуются значительным превышением сроков. Такие превышения приводят к негативным последствиям для участников проекта – финансовым потерям, замораживанию капиталовложений, смещению точки окупаемости, ухудшению репутации и др. Проблема рассматривалась в многочисленных исследованиях. Подавляющее большинство из них посвящено планированию сроков и нивелированию отклонений от начального графика в процессе возведения объекта. Подходы, используемые в этих исследованиях, можно охарактеризовать как «статические», поскольку они не предполагают динамической, неравновесной адаптации календарно-сетевого плана в ходе строительства. Изменения в планах имеют характер возвращения к устойчивому равновесию. Однако, как показывают исследования, строительное производство (особенно в случае крупных проектов) зачастую характеризуется «балансированием на грани хаоса» и «эффектом бабочки», что вызывает необходимость периодического кардинального пересмотра и адаптивного изменения календарного плана. Ниже будет представлен обзор этих исследований, посвященных «динамическому» управлению сроками.

В. Херролен и Р. Леус (2005) [1] указывают на факт, что подавляющее большинство исследовательских усилий в области управления сроками проектов предполагает полную информацию о задаче календарного планирования и статическую детерминистскую среду, в которой предварительно рассчитанный график будет выполняться. Однако в реальном мире процессы проекта подвержены значительной неопределенности, которая постепенно разрешается в ходе реализации проекта. В исследовании представлен обзор фундаментальных

подходов к календарному планированию в условиях неопределенности: реактивное планирование, стохастическое планирование, стохастическое сетевое планирование *GERT*, нечеткое календарное планирование, надежное (проактивное) планирование и анализ чувствительности.

Исследование Т. Тейлор, Д.Н. Форд и С. Джонсон (2005) [2] рассматривает динамику проекта с позиции так называемых «критических точек». Критическими точками они называют точки бифуркации, при которых проект может перейти в неуправляемое состояние. Исследование показывает, как простая, обычная структура обратной связи может привести к сложной динамике критических точек, заводить проекты в ухудшающийся режим поведения, и приводить к краху проекта. Описана, проанализирована и показана с помощью модели базовая динамика критических точек в единичных проектах. Протестированы некоторые стратегии управления проектами вблизи критических точек.

В исследовании П. Руис (2013) [3] разработана новая численная характеристика сложности календарно-сетевого плана проекта с позиции теории информации. Эта характеристика основана на энтропии Шеннона для анализа структурной сложности сетей *PERT*. Идея исследования заключается в том, что чем выше энтропия, тем сложнее проект. Было показано, что энтропия проекта (или структурная энтропия) растет с увеличением времени, а также количества связей между процессами. Главное открытие исследования заключается в том, что более поздние риски значительно повышают энтропию проекта по сравнению с теми же рисками, но более ранними.

В 1990 г. Элияху Голдратт представил так называемую «теорию ограничений» (*Theory of Constraints – TOC*), развитую далее в «Критической цепи». Критическому анализу *TOC* посвящена работа В. Херролен и Р. Леус (2001) [4]. Целью исследования является подчеркнуть достоинства и недостатки данного метода. Сильные и слабые стороны подхода рассматриваются с позиции, основанной на критическом анализе литературы, а также собственного опыта авторов по экспериментированию с коммерческими программными продуктами *TOC*. Фундаментальные принципы и предположения *TOC* протестированы в полном факториальном эксперименте, произведенном на ряде эталонных примеров. В противоречие утверждению *TOC* регулярное обновление исходного графика и критической цепи в каждой точке принятия решений обеспечивает наилучшие промежуточные оценки окончательной продолжительности проекта и дает наименьшую окончательную продолжительность проекта.

Динамическое управление сроками требует также новых подходов к визуализации календарно-сетевых планов. В частности, автором статьи разработана так называемая «пружинная диаграмма» [5]. Она представляет собой модифицированную диаграмму Ганта, в которой полосы, представляющие процессы, заменены на изображения пружин, которые «сжимаются» и «разжимаются» при изменениях в календарно-сетевом плане.

Список литературы

1. Herroelen, W. Project scheduling under uncertainty: Survey and research potentials / W. Herroelen, R. Leus // European journal of operational research. – 2005. – Vol. 165(2). – P. 289–306.

2. Taylor, T. Why good projects go bad: Managing development projects near tipping points / T. Taylor, D.N. Ford, S. Johnson // In Proceedings of the 23rd International Conference of the System Dynamics Society, 2005.

3. Ruiz, P. Quantifying the structural complexity of projects with first-order joint binary entropy / P. Ruiz, 2013.

4. Herroelen, W. On the merits and pitfalls of critical chain scheduling / W. Herroelen, R. Leus // Journal of operations management. – 2001. – Vol. 19(5). – P. 559–577.

5. Ундозеров, В.А. Модификация диаграммы Ганта для улучшения визуализации процессов при изменениях в плане / В.А. Ундозеров // Вестник Казанского государственного технического

университета им. А.Н. Туполева. – 2020. – Т. 76. – № 4. – С. 52–56.

References

5. Undozerov, V.A. Modifikatsiya diagrammy Ganta dlya uluchsheniya vizualizatsii protsessov pri izmeneniyakh v plane / V.A. Undozerov // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. A.N. Tupoleva. – 2020. – T. 76. – № 4. – S. 52–56.

© В.А. Ундозеров, 2023

УДК 005.06

Г.Р. МУСИНА, М.В. ШИНКЕВИЧ
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ключевые слова: машиностроение; моделирование; оптимизация затрат; цифровизация; цифровые двойники.

Аннотация. Сокращение времени и ресурсов возможно благодаря применению компьютерных технологий и программного обеспечения в проектировании и разработке новых изделий в машиностроении. Огромный потенциал цифровых технологий, особенно в планово-проектной деятельности, заключается в создании цифровых моделей изделий, проведении виртуальных испытаний и оптимизации конструкции. Виртуальное моделирование и симуляция уже на этапе проектирования позволяют проводить испытания и оптимизацию конструкций. Автоматизация производственных процессов с помощью цифровых технологий сокращает ручной труд и уменьшает вероятность ошибок.

Повышение эффективности и поощрение инноваций в машиностроительной отрасли могут быть достигнуты через внедрение цифровых технологий. За счет использования цифровых технологий производственная отрасль машиностроения может ускорить процесс разработки новых продуктов и сократить затраты на производство. Роботизированные системы и автоматические устройства, применяемые в сборке и монтаже компонентов, способствуют увеличению оперативности и повышению точности работы. Внедрение систем управления производственными процессами (**МСНП**) позволяет наблюдать и контролировать все этапы производства, что способствует повышению гибкости и эффективности предприятия.

Одной из главных задач цифровизации машиностроения является разработка цифровых двойников (*Digital Twins*) – виртуальных копий реальных объектов, процессов или систем. Цифровой двойник позволяет проводить предварительное тестирование и оптимизацию процессов, управлять ими в режиме реального времени и принимать обоснованные решения на основе данных. Вот, например, цифровой двойник оборудования может предотвратить поломку и провести плановый ремонт, что позволяет сэкономить время и снизить расходы на обслуживание.

Цифровые двойники используются для объединения физического и виртуального миров, что позволяет повысить эффективность производства. С помощью цифровых двойников можно отслеживать процессы, происходящие с физическими объектами. Это, в свою очередь, способствует развитию экономики страны. В режиме реального времени благодаря цифровым двойникам можно избежать ошибок в проектировании, эксплуатации и обслуживании машин. Системное моделирование позволяет получить более точное представление о процессах и задачах, которые стоят перед проектом. Это позволяет сократить время, необходимое для внедрения изменений в реальном объекте, и повысить конкурентоспособность предприятия [3; 7].

В дополнение к этому использование цифровых технологий в машиностроении значительно улучшает управление логистикой и поставками. Внедрение систем управления цепочкой поставок (*Supply Chain Management*) позволяет эффективно планировать и координировать движение материалов и компонентов от поставщиков до производителя и конечного потребителя. Автоматизация и оптимизация процессов доставки и хранения позволяют нала-

дить затраты ресурсов и сократить время цикла поставок.

В машиностроении цифровые технологии оказывают значительное влияние на сферу обслуживания и сервиса. Внедрение систем управления обслуживанием (*Service Management*) позволяет оптимизировать процессы технического обслуживания и ремонта, а также обеспечивает регулярный мониторинг и диагностику оборудования. С использованием сенсоров и устройств интернета вещей анализ больших объемов данных позволяет обнаруживать предполагаемые неисправности и предотвращать сбои в работе оборудования [6; 8].

Одним из современных направлений внедрения цифровых технологий в машиностроении является концепция «Индустрия 4.0». Она представляет собой полную автоматизацию и цифровизацию процессов на промышленных предприятиях. Применение технологий Индустрии 4.0 способно повысить гибкость и скорость производства, сократить затраты и ресурсы, а также содействовать созданию новых бизнес-моделей.

В машиностроении процессы производства имеют сложную структуру и реализацию, поэтому внедрение единых стандартов и унификации может значительно улучшить производственные циклы. Анализ продукта с разных сторон с использованием компьютерного моделирования позволяет более эффективно исследовать и оценить его характеристики.

Информационно-коммуникационные технологии являются ключевым фактором в развитии машиностроения. Они позволяют значительно расширить возможности отрасли и обеспечить качественный скачок в ее развитии.

Автоматизированные робототехнические системы с искусственным интеллектом предоставляют средства для полной автоматизации производственного цикла. Такая технология позволяет снизить производственные затраты и ускорить процесс, что приводит к повышению производительности труда и конкурентоспособности предприятия [1; 7].

Отечественный машиностроительный комплекс не может игнорировать мировой рынок. Важно отметить, что российская индустрия находится на начальном этапе своего развития. Отношение числа роботов к численности населения в России составляет всего 3–4 на 10 000 человек, в то время как в развитых странах этот показатель на несколько порядков ниже. Несмотря на это, уровень качества производимой продукции в России значительно ниже, чем у мировых производителей.

Цифровые технологии играют важную роль в развитии машиностроения. Они включают в себя программирование, компьютерную графику и инженерное моделирование. Однако, по данным Росстата, в России внедрено не более 10–15 % умных технологий, хотя некоторые компании, постоянно стремящиеся к новым подходам в управлении производственными процессами, уже используют их.

Одной из главных проблем отечественного производителя является необходимость эффективной организации производства. Однако развитие инновационных технологий может помочь России не отставать от мировых лидеров в машиностроении и повысить конкурентоспособность национальной продукции на международном рынке. Россия является одним из лидеров в развитии инновационной и технологической экономики, но важно учитывать возможные проблемы, которые могут возникнуть в процессе развития машиностроительной отрасли [2].

Тем не менее внедрение цифровых технологий в машиностроении также сопряжено с определенными сложностями и рисками. Внедрение новых технологий требует наличия квалифицированных специалистов и инвестиций в обучение. Также необходимо обеспечить надежность и безопасность данных, особенно при использовании облачных технологий и передаче информации по интернету. Разработка цифровых технологий может столкнуться с препятствиями, связанными с отсутствием стандартов и нормативной базы.

В заключение цифровые технологии имеют огромный потенциал для машиностроительной отрасли, способствуя улучшению проектирования, производства, логистики и обслуживания. Внедрение новых технологий позволяет повысить эффективность, сократить затраты, улучшить качество и создать новые бизнес-модели. Однако успешное внедрение требует наличия квалифицированных сотрудников, инвестиций и обеспечения информационной безопасности. Важную роль в процессе цифровизации машиностроения также играют разработка и поддержка стандартов в отрасли.

В России ожидается наступление технологической революции, которая будет иметь продолжительность до 2035 г. Реализация данной

программы требует разработки собственной технологии, аналогичной успешной немецкой программе «Индустрия 4.0», разработанной в Германии. Прогнозы экспертов указывают на то, что развитие этого проекта будет сопряжено с повышением эффективности производства и производительности труда. Министр промышленности и торговли РФ Максим Топилин прогнозирует увеличение экономики страны на 30 % к концу 2024 г. Экономисты, в свою очередь, считают, что отечественный машиностроительный комплекс пополнится на 25 % к 2030 г. Осуществление цифровизации промышленности в России запланировано начать с 2020 по 2035 гг. Предстоящий процесс может быть характеризован как нестабильный и стремительный, но в конечном итоге это приведет к изменению всего технологического процесса. Таким образом, в рамках концепции «Индустрия 4.0» внедрение различных технологий для обмена информацией и визуализации играет важную роль. Стоит отметить, что аналоги в отечественной машиностроительной отрасли отстают от зарубежных компаний. Что касается цифрового производства в России, то пока у нас практически нет таких предприятий. В странах, которые являются лидерами в сфере технологического развития, активно разрабатываются комплексные системы, основанные на виртуальном конструировании и управлении физическими объектами. Цифровое производство в России уже готово к переходу на цифровые технологии. Введение идеи Индустрии 4.0 предполагает качественное изменение организации производства и управления производственными процессами [4; 5].

Список литературы

1. Амелин, Р.В. Эволюция права под воздействием цифровых технологий: монография / Р.В. Амелин, С.Е. Чаннов. – М. : Норма, 2023. – 280 с.
2. Анализ влияния цифровых технологий на финансовую устойчивость российских компаний: монография / С.В. Земляк, Е.В. Ганичева, О.М. Гусарова под. ред. С. В. Земляк. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2022. – 146 с.
3. Волков, Г.М. Машиностроительные материалы нового поколения: учебное пособие / Г.М. Волков. – М. : ИНФРА-М, 2023. – 319 с.
4. Еремин, В.Н. Машиностроительный комплекс региона: анализ, перспективы развития и совершенствование управления на основе идеологии информационного пространства: монография / В.Н. Еремин. – Иваново : Иван. гос. ун-т, 2008. – 272 с.
5. Захарова, В.В. Проблемы внедрения инновационных управленческих технологий / В.В. Захарова // Современные технологии обработки металлов и сплавов: Сборник научно-технических статей. – М. : МАТИ: ИНФРА-М, 2015. – С. 236–240.
6. Лаптева, Е.Н. Проектирование основной и вспомогательной систем машиностроительного производства: учебное пособие / Е.Н. Лаптева. – М. : ИНФРА-М, 2021. – 43 с.
7. Мельников, А.С. Конструкторско-технологическое обеспечение качества машиностроительной продукции: учебное пособие / А.С. Мельников, М.А. Тамаркин, Э.Э. Тищенко ; под общ. ред. А.С. Мельникова. – М. : ИНФРА-М, 2022. – 363 с.
8. Савельев, В.А. Цифровизация машиностроительного комплекса в России и зарубежных странах: Обзор тенденций / В.А. Савельев, Т.Н. Рогова // Вестник УлГТУ. – 2020. – № 4(92).

References

1. Amelin, R.V. Evolyutsiya prava pod vozdeystviyem tsifrovykh tekhnologiy: monografiya / R.V. Amelin, S.Ye. Channov. – M. : Norma, 2023. – 280 s.
2. Analiz sovremennykh tsifrovykh tekhnologiy na finansovuyu ustoychivost' rossiyskikh kompaniy: monografiya / S.V. Zemlyak, Ye.V. Ganicheva, O.M. Gusarova pod. red. S. V. Zemlyak. – M. : Izdatel'sko-torgovaya korporatsiya «Dashkov i K°», 2022. – 146 s.
3. Volkov, G.M. Mashinostroitel'nyye materialy novogo pokoleniya: uchebnoye posobiye / G.M. Volkov. – M. : INFRA-M, 2023. – 319 s.
4. Yeremin, V.N. Mashinostroitel'nyy kompleks regiona: analiz, perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya upravleniya na osnove ideologii informatsionnogo prostranstva: monografiya /

V.N. Yeremin. – Ivanovo : Ivan. gos. un-t, 2008. – 272 s.

5. Zakharova, V.V. Problemy obespecheniya upravlencheskikh tekhnologiy / V.V. Zakharova // Sovremennyye tekhnologii obrabotki metallov i splavov: Sbornik nauchno-tekhnicheskikh statey. – M. : MATI: INFRA-M, 2015. – S. 236–240.

6. Lapteva, Ye.N. Proyektirovaniye osnovnoy i vspomogatel'noy sistemostroitel'nogo proizvodstva: uchebnoye posobiye / Ye.N. Lapteva. – M. : INFRA-M, 2021. – 43 s.

7. Mel'nikov, A.S. Konstruktorsko-tekhnologicheskoye obespecheniye kachestva mashinostroitel'noy produktsii: uchebnoye posobiye / A.S. Mel'nikov, M.A. Tamarkin, E.E. Tishchenko ; pod obshch. red. A.S. Mel'nikova. – M. : INFRA-M, 2022. – 363 s.

8. Savel'yev, V.A. Tsifrovizatsiya mashinostroitel'nogo kompleksa v Rossii i zarubezhnykh stranakh: Obzor tendentsiy / V.A. Savel'yev, T.N. Rogova // Vestnik UlGTU. – 2020. – № 4(92).

© Г.Р. Мусина, М.В. Шинкевич, 2023

УДК 615.471

Н.И. НИКОЛАЕВ
ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», г. Якутск

ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ – ОСНОВЫ И ИСТОРИЯ

Ключевые слова: интраоперационная лучевая терапия; линейный ускоритель; лучевая терапия; медицина; радиационная медицина.

Аннотация. В данной статье рассматривается история развития лучевой терапии. Целью исследования является обзор этапов развития данной технологии. Методами сравнительного анализа выявлено, что интраоперационная лучевая терапия сегодня является наиболее перспективным направлением лечения онкологических заболеваний. Большинство существующих экспертных мнений и научных исследований в данном направлении подтвердили гипотезу о том, что интраоперационная лучевая терапия имеет наилучшие перспективы развития, особенно в условиях современных технологий, значительно уменьшающих размеры приборов, но кратно увеличивающих точность проведения операций. Рассмотрены технологии интраоперационной лучевой терапии, методика проведения и особенности. Кроме того, в статье рассматривается современное состояние интраоперационной лучевой терапии и области ее применения.

Сегодня все большее число исследователей сходятся во мнении, что «мирный атом» является наиболее перспективным направлением развития исследований в области ядерной энергии. Это и измерительные приборы, и атомные электростанции и исследования в области пищевой промышленности [2], и, что немаловажно, исследования в области медицинских технологий. Одним из прорывных достижений в данной области является лучевая терапия, позволяющая как диагностировать, так и лечить онкологические заболевания, а одним из перспективных направлений развития данной технологии является интраоперационная лучевая терапия.

Интраоперационная лучевая терапия (**ИОЛТ**) – это метод лечения злокачественных опухолей, который заключается в проведении лучевой терапии непосредственно во время операции. В процессе интраоперационной лучевой терапии в момент удаления опухоли из тела пациента находящиеся вблизи раковые ткани облучаются специальным аппаратом. Это дает возможность снизить риск повторного образования опухоли. Интраоперационная лучевая терапия может быть проведена в рамках как открытой, так и минимально инвазивной операции, в зависимости от характера опухоли и ее расположения. Она может использоваться в качестве первичного метода лечения, а также в качестве дополнительного лечения после проведения радикального удаления опухоли [10].

Интраоперационная лучевая терапия используется для лечения рака. Она позволяет уменьшить количество опухолевых клеток в процессе хирургического вмешательства. Она может быть использована как основной метод лечения, особенно при локализованных формах рака. Также может быть использована как дополнительная терапия после операции, чтобы уничтожить оставшиеся опухолевые клетки и предотвратить рецидив. Интраоперационная лучевая терапия может быть использована для лечения многих видов рака, включая рак головного мозга, груди, желудка, печени, легких, почек и т.д. В целом, интраоперационная лучевая терапия является эффективным методом лечения рака, который помогает уменьшить количество операций и повышает шансы на успешное излечение [10].

Технология интраоперационной лучевой терапии заключается в применении однократной высокой дозы ионизирующего излучения для подведения к мишени (*PTV*), представляющей собой ложе удаленной опухоли (или остаточную опухоль), а также зоны регионарного

метастазирования непосредственно во время операции. Величина подводимой очаговой дозы лимитируется толерантностью окружающих здоровых тканей [1; 5; 9]. Непосредственная идентификация и визуализация облучаемого объема с минимилизацией облучения критических органов за счет возможности их экранирования или смещения за пределы поля облучения в ходе операции являются важнейшим преимуществом ИОЛТ [1; 5; 8]. Радиотерапевты прекрасно осознают свои слабости: зачастую величины суммарных очаговых доз, подводимых к опухоли и лимитируемых толерантностью здоровых тканей, недостаточны для достижения локального контроля. ИОЛТ позволяет максимально приблизиться к решению данной проблемы. При этом методе лучевой терапии в наибольшей степени реализуется радиобиологический эффект высокой однократной фракции облучения.

Первый опыт применения рентгеновских лучей в ходе операции был описан *Comas* и *Prio* в 1905 г. при лечении рака эндометрия [4]. В России в 1913 г. В.М. Зыков использовал радий при нерадикальных операциях на лимфопутях шеи. Впоследствии низкоэнергетическое рентгеновское излучение применялось при других локализациях злокачественных новообразований, включая брюшную полость, грудную клетку, голову и шею. Современную страницу в истории развития ИОЛТ в 60-х гг. прошлого века открыл М. Абэ из Университетской клиники города Киото (Япония) [4].

Первые рентгенотерапевтические аппараты были сконструированы на основе рентгенодиагностических установок. Но со временем появилась необходимость в больших энергиях излучения. И уже в 1932 г. американские физики М.С. Ливингстон и Э.О. Лоуренс изобрели первый ускоритель тяжелых заряженных частиц (протоны, ионы) – циклотрон.

В 1940–1950-х гг. началось использование линейных ускорителей для создания высокоэнергетических лучей в медицине, в том числе это связано с изобретением бетатрона – нерезонансного циклического ускорителя.

Первоначально такой вид лучевой терапии применялся для облучения опухолей на поверхности кожи. Позднее, в 1950-х гг., исследователи начали изучение возможности применения линейных ускорителей для внутренней брахитерапии, когда высоким током линейных ускорителей можно было производить облучение опухолей внутри тела пациента. Однако на тот момент такая лучевая терапия имела ряд ограничений в техническом и эргономическом плане, что приводило к низкой эффективности и опасности для здоровых тканей пациента.

Тем не менее это был первый шаг в развитии интраоперационной лучевой терапии, которая стала широко применяться позже с использованием современных технологий.

В 1960–1980-х гг. интраоперационная лучевая терапия продолжила свое развитие и приобрела новые методы воздействия. На этом этапе линейный ускоритель исследовался для использования во внутренней брахитерапии. Это было возможно благодаря тому, что высоким током линейных ускорителей можно было производить облучение опухолей внутри тела пациента, что давало лучшую эффективность такой лучевой терапии [7].

Однако на тот момент такие технологии имели ряд ограничений, связанных с качеством картинки, ориентацией оборудования к цели и ограничениями в точности целевого воздействия, что также приводило к повышенной опасности для здоровых тканей и риску возникновения осложнений.

Тем не менее интраоперационная лучевая терапия на этом этапе начала находить свое применение в лечении рака и стала развиваться в направлении более совершенных методов и технологий.

В 1990-х гг. наблюдалось существенное развитие интраоперационной лучевой терапии. На этом этапе были созданы новые методы лучевой терапии с лучшей точностью и эффективностью. Появились новые типы аппаратов и радиационного оборудования, которые позволили значительно улучшить процесс интраоперационной лучевой терапии [1].

Также в 1990-х гг. началось использование роботизированных систем для выполнения интраоперационной лучевой терапии. Это позволило улучшить точность и эффективность процедуры, сократить время лечения и риск возникновения осложнений.

Кроме того, в этот период развития интраоперационной лучевой терапии значительно улучшилась система планирования лучевой терапии и контроля за процедурой лечения. В результате стали возможными более точные и эффективные воздействия на опухоли, что повысило шансы на ее полное уничтожение и снизило риск возникновения осложнений.

Таким образом, интраоперационная лучевая терапия стала более доступной и эффективной для лечения рака в 1990-е гг.

С 2000 г. по настоящее время интраоперационная лучевая терапия продолжила свое развитие, и многие достижения были достигнуты в этой области.

В 2000-х гг. новые технологии в области медицинской оптики и компьютерного зрения были успешно интегрированы в системы интраоперационной лучевой терапии, что дало возможность более точно и эффективно управлять процессом облучения и минимизировать повреждение здоровых тканей и органов.

Современные аппараты, используемые для проведения лучевой терапии, стали более компактными, легкими и точными. Технология интраоперационной лучевой терапии с помощью таких аппаратов стала более доступна во многих клиниках и больницах.

В настоящее время широко используются интраоперационные линейные ускорители (*LINAC*), которые позволяют проводить стремительную и более точную лучевую терапию. В том числе ИОЛТ проводится рентгеновским облучением. При этом если рентгеновское облучение интраоперационно применяется главным образом при раке молочной железы, то возможности электронной ИОЛТ гораздо шире. Это определяется особенностью взаимодействия электронов со средой, в которую они попадают: глубина проникновения электронов пропорциональна их энергии и может регулироваться; максимум поглощенной дозы возможно сформировать на заданной глубине; распределение поглощенной дозы электронов имеет резкий спад дозы после достижения максимума и сводит к минимуму облучение здоровых тканей, располагающихся за патологическим очагом [5].

Благодаря улучшениям в области интраоперационной лучевой терапии она стала более точной, эффективной и безопасной для лечения многих видов рака. Современное оборудование позволяет проводить больше процедур и улучшать пациентам перспективы выживаемости и единожды избавиться от большей части опухоли.

Список литературы

1. Пятнадцатилетний опыт применения интраоперационной лучевой терапии / А.А. Завьялов, Л.И. Мусабаева, В.А. Лисин [и др.] // Сибирский онкологический журнал. – 2004. – № 2-3. – С. 75–84.

2. Николаев, Н.И. Радиационная обработка продуктов питания как технология будущего / Н.И. Николаев // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 12(138). – С. 23–26.

3. Скоропад, В.Ю. История и современное состояние клинического использования интраоперационной лучевой терапии у больных раком желудка / В.Ю. Скоропад, Б.А. Бердов // Рос. онкол. журнал. – 1998. – № 5. – С. 55–58.

4. Abe, M. Intraoperative irradiation in abdominal and cerebral tumours / M. Abe, M. Fukuda, M. Yamano [et al.] // Acta Radiol. – 1971. – No. 10. – P. 408–416.

5. Comas. C. Irradiation roentgen preventive intraabdominal, après l'intervention chirurgicale dans un cas de cancer de l'uterus / C. Comas, A. Prio // Presented at the Congres International d'Electrologie, Imprenta Francesca Badia. – Barcelona, 1906.

6. Kusters, M. Results of European pooled analyses of IORT-containing multimodality treatment for locally advanced rectal cancer: adjuvant chemotherapy prevents local recurrence rather than distant metastases / M. Kusters, V. Valentini, F.A. Calvo [et al.] // Ann. – Oncol. – 2010. – No. 21. – P. 1279–1284.

7. Rt-fix: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://rt-fix.ru.

8. Valentini, V. Intra-operative radiotherapy (IORT) in pancreatic cancer: joint analysis of the ISIORT-Europe experience / V. Valentini, F. Calvo, M. Reni [et al.]. – Radiother. Oncol. – 2009. – No. 9. – P. 54–59.

9. Willich, N. Technical and methodical developments of radiation oncology from a physician's point of view / N. Willich // Strahlenther Onkol. – 2012. – No. 188 Suppl 3. – P. 253–262.

10. Zdorov.io: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://zdorov.io.

References

1. Pyatnadtsatiletniy opyt primeneniya intraoperatsionnoy luchevoy terapii / A.A. Zav'yalov, L.I. Musabayeva, V.A. Lisin [i dr.] // Sibirskiy onkologicheskiy zhurnal. – 2004. – № 2-3. – S. 75–84.

2. Nikolayev, N.I. Radiatsionnaya obrabotka produktov pitaniya kak tekhnologiya budushchego / N.I. Nikolayev // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 12(138). – S. 23–26.

3.Skorpad, V.YU. Istoriya i sovremennoye sostoyaniye klinicheskogo primeneniya intraoperatsionnoy luchevoy terapii pri bol'nykh rakom zheludka / V.YU. Skoropad, B.A. Berdov // Ros. onkol. zhurnal. – 1998. – № 5. – S. 55–58.

4. Abe, M. Intraoperatsionnoye oblucheniye pri opukholyakh bryushnoy polosti i golovnogo mozga / M. Abe, M. Fukuda, M. Yamano [i dr.] // Acta Radiol. – 1971. – № 10. – S. 408–416.

5. Komas. S. Rentgenoprofilakticheskoye vnutribryushnoye oblucheniye posle khirurgicheskogo vmeshatel'stva v sluchaye raka matki / S. Komas, A. Prio // Predstavleno na Mezhdunarodnom kongresse po elektrologii, Imprenta Francesca Badia. – Barselona, 1906 god.

6. Kasters, M. Rezul'taty yevropeyskikh ob"yedinennykh analizov mul'timodal'nogo lecheniya mestno-rasprostranennogo raka pryamoy kishki s ispol'zovaniyem IOLT: ad"yuvantnaya khimioterapiya predotvrashchayet lokal'nyy retsidiv, a ne otdalennyye metastazy / M. Kasters, V. Valentini, F.A. Kal'vo [i dr.] // Anna. – Onkol. – 2010. – № 21. – P. 1279–1284.

7. Rt-fix: ofitsial'nyy sayt [Electronic resource]. – Access mode : https://rt-fix.ru.

8. Valentini, V. Intraoperatsionnaya luchevaya terapiya (IOLT) pri rake podzheludochnoy zhelezy: sovmestnyy analiz opyta ISIORT-Yevropa / V. Valentini, F. Kal'vo, M. Reni [i dr.]. – Radiodrug. Onkol. – 2009. – № 9. – S. 54–59.

9. Villikh, N. Tekhnicheskiye i metodicheskiye razrabotki radiatsionnoy onkologii s tochki zreniya vracha / N. Villikh // Strahlenther Onkol. – 2012. – № 188 Prilozheniye 3. – S. 253–262.

10. Zdorov.io: ofitsial'nyy sayt [Electronic resource]. – Access mode : https://zdorov.io.

© Н.И. Николаев, 2023

Раздел: Математические и инструментальные методы экономики

УДК 658.513.4

Ю.И. КАЗАРИНОВ
Филиал ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Нижневартовск

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ОПЕРАТИВНОГО И ПЕРСПЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ

Ключевые слова: анализ; вероятность; математическая модель; надежность; нефтегазовая компания; событие; управление.

Аннотация. Целью работы является повышение эффективности управления нефтегазовыми компаниями с акцентом на оценку интенсивности управленческого воздействия в планируемом режиме контролируемого параметра технологического процесса. Задача исследования: построение математической модели оперативного и перспективного планирований при различных условиях регулирования контролируемого параметра технологического процесса при управлении нефтегазовыми компаниями. Гипотеза: на основании расчетной модели предполагается вырабатывать такой режим управления процессами, чтобы обеспечиваемая вероятность выполнения работ в срок была равна (или выше) определенному ранее уровню организационно-технологической надежности. В статье использовались вероятностные методы и аналогии из законов механики. В результате объединения данных методов удалось построить математическую модель оперативного и перспективного планирования в компании при различных условиях регулирования контролируемого временного параметра.

Введение

Все реальные процессы в нефтегазовых компаниях подвержены воздействию «внешней и внутренней среды». С учетом сложности идентификации моделей, описывавших влияние этих факторов, будем рассматривать эти воздействия не как детерминированные, а как безусловно вероятностные [2–4].

Зная параметры распределения конечного результата (объемы работ), представляется возможность определить время достижения этого результата. Оно соответствует требуемой (заданной) вероятности свершения события ($t_{отн}$). Последующие управленческие действия должны обеспечивать безусловное выполнение работ в обозначенные сроки и, следовательно, необходимо вырабатывать такой режим управления, чтобы обеспечиваемая им вероятность выполнения работ в срок была равна или выше определенным ранее уровнем организационно-технологической надежности $P_{упр} \geq P_{отн}$ [1].

Это может быть достигнуто тогда, когда интенсивность управленческого воздействия в планируемом режиме будет выше той, при которой определялись данные, характеризующие параметры случайного процесса m и σ, предшествующего реализации случайной веерной функции [5].

В нашем случае приходится говорить не об абсолютной частоте управленческих воздействий, а об очередности съема информации, которая призвана снизить неопределенность в случайном развитии процесса до уровня не ниже той вероятности, которая обеспечивается принятым в системе режимом управления.

Основная часть

Возможные режимы (траектории) выполнения работы укладываются в зоне, ограниченной интенсивностями $I_{песс}$ и $I_{опт}$ соответствующих пессимистическим и оптимистическим условиям [1]. Точка с координатами (t_q, v) соответствует времени выполнения работы объемом V с вероятностью q. Достижение конечного результата будет обеспечено, если в качестве контролируемого параметра выбрать интенсивность

выполнения работ и ограничить предел его отклонения по отношению к средней интенсивности. Зону допустимого отклонения ограничим значением интенсивности, равной I_q – средней интенсивности, обеспечивающей выполнение заданного объема работ за время t_q.

Рассмотрим физический смысл параметров, формирующих веерную случайную функцию $I(t)$. Легко увидеть, что угловой коэффициент такой функции имеет размерность $[V]/T^2$ – в механике это ускорение, в нашем случае – это скорость изменения интенсивности выполнения работ [3]:

$$B = \frac{I_2 - I_1}{\Delta t},$$

где I_1 и I_2 – соответственно, начальные и конечные значения интенсивности выполнения работ; Δt – время, за которое произошло изменение интенсивности.

Данная схема сводится к регулированию с односторонним ограничением поля допуска. Веерную функцию будем рассматривать в виде [3]:

$$I_t = I_{cp} - Bt.$$

В анализ включаются только те отклонения, которые ориентированы в направлении границы допуска, приводящие к уменьшению $I_{ср}$, то есть для которых математическое ожидание $m_в \prec 0$ (аналог из механики – отрицательное ускорение, соответствующее замедленному движению). Реализация данного стохастического процесса в нашем случае монотонно убывающая, для которой соответствующие вероятности безотказной работы хорошо аппроксимируются выражением [1]:

$$\overline{F}(t) = 1 - \Phi\left[\frac{\left(I_q - I_{cp}\right)/t - m_b}{\sigma}\right]. \qquad (1)$$

При увеличении времени реализации случайной функции, очевидно, увеличивается вероятность того, что появится отклонение, пересекающее границу зоны допустимого отклонения. Выход контролируемого параметра за границы допуска формирует отказ. В соответствии с этим требуется найти такой интервал контроля, при котором бы с заданной вероятностью исключалось бы наступление отказов. Продолжительность такого интервала наработки до отказа находится из выражения [1]:

$$\tau_\varepsilon = \alpha / \left(u_{1-\varepsilon} + \beta\right), \qquad (2)$$

где $\alpha = |I_q - I_{ср}|/\sigma_в$, $\beta = m_в/\sigma_в$.

Периодичность воздействия на контролируемый процесс определяется для двух режимов управления – в реальном масштабе времени и для перспективного планирования. Различие между ними заключается в том, что в первом случае после истечения времени представляется возможность провести съем информации о реальном ходе выполнения работ, то есть перейти от поля распределения случайной величины к детерминированной точке состояния системы $(t; v)$ и в соответствии с этим выбрать условия управления для следующего временного периода. Во втором случае такая возможность отсутствует, в течение всего промежутка времени t_q работа рассматривается как реализация случайной величины, и решения по воздействию на нее могут приниматься лишь с учетом некоторой надежности их свершения.

Рассмотрим особенности перспективного планирования при различных условиях регулирования контролируемого параметра для двух подходов.

Первый заключается в том, что после истечения срока $\tau_ε$ значение контролируемого параметра приводится к значению $I_{ср}$ и далее процесс развивается в соответствии с рассмотренным ранее сценарием. В этом случае необходимо учитывать затраты времени на управленческий цикл, необходимый для полной компенсации отклонения параметра от его среднего значения по вероятностным законам.

Второй подход заключается в том, что значение $\tau_ε$ рассчитывается из предложения о случайном начальном значении контролируемого параметра. Данная постановка задачи является более общей по сравнению с вариантом, когда принимается начальное значение параметра, как неслучайная (детерминированная) величина.

Исследуем каждый из этих вариантов более подробно.

Управление в реальном масштабе времени (оперативное регулирование)

В данном случае управление может осу-

ществляться либо в режиме фиксированного времени (рассматривается плотность распределения выполненного объема работ), либо в режиме фиксированного объема работ (рассматривается распределение времени окончания работы заданного объема).

Этот выбор осуществляется чисто из методических соображений, так как, исходя из принципиальных особенностей решаемой задачи, каждая из этих схем равноценная. Для удобства построения расчетной модели примем вариант фиксированного объема.

Динамика процесса описывается уже известной вероятностной веерной функцией и на каждом этапе оценивается реальное состояние системы по отношению к перспективе своевременного выполнения работ. По результатам такой оценки принимается оперативное решение о необходимости воздействия на режим выполнения работы и способах реализации этого воздействия [3].

Первый интервал контроля определяем по известной формуле τ_ε(3.3) из расчета поля допуска $I_{ср} - I_q$. По истечении времени τ^1_ε, по реально выполненному объему работ рассчитывается средняя интенсивность $I^1_{cp} = v_1 / \tau^1_\varepsilon$, и продолжительность второго периода τ^2_ε определяется уже при поле допуска $I^1_{cp} - I_q$, в общем виде для τ^n_ε диапазон допустимого отклонения интенсивности равен $I^n_{cp} - I_q$.

В случае когда на каком-либо шаге будет иметь место $I^n_{cp} \to I_q$, то очевидно, что $\tau_\varepsilon \to 0$, то есть необходимо перейти на режим непрерывного контроля за ходом выполнения работ, и это управленческое воздействие продолжается до приведения системы в режим нормального выполнения работы (зона B или участок зоны C, примыкающий к $I_{ср}$).

Отсюда следует, что реально периодичность съема информации не является постоянной, а зависит от реального хода выполнения работ.

Управление в условиях перспективного планирования

Управление в данном режиме может вестись с приведением в каждом цикле значения контролируемого параметра к некоторому неслучайному его значению. Однако более общий случай предопределяет случайное начальное значение параметра.

В этом случае известная веерная функция вида $I_t = I - B_t$ будет удовлетворять поставленному условию, если считать, что в ней не только B, но и I являются случайными взаимно независимыми.

Для одностороннего допустимого интервала получено приближенное выражение вероятности безотказной работы:

$$\overline{F}(t) = \Phi\left[\frac{|I_{доп} - m_I| - |m_в| t}{\sqrt{\sigma_I^2 + \sigma_в^2 t^2}}\right], \qquad (3)$$

располагающееся в диапазоне значений

$$0 < \Phi(-\beta) < \overline{F}(t) \le \Phi(\alpha_0) < 1,$$

где $\beta = |m_в| / \sigma_в$; $\alpha_0 = (I_{доп} - m_I) / \sigma_I$.

По структурам формул видно, что расчеты для условий перспективного планирования усложняются, что вполне оправдано с теоретической точки зрения для описания схем вероятностных процессов с менее строгими ограничениями, которые имели место, когда рассматривались вопросы управления в реальном масштабе времени (оперативное регулирование). На практике выработан прием компенсации этого усложнения. Действительно, при разработке перспективных планов по мере увеличения интервала планирования постепенно многочисленные натуральные показатели уступают место менее многочисленным. Также наряду с этим снижается и требование к уровню надежности достижения результата. Обозначается общее направление, а не траектории (пути) достижения конечных целей.

Заключение

В статье рассмотрены пути построения системы оперативного и перспективного планирований при различных условиях регулирования контролируемого параметра. Продолжительность работы рассматривается как реализация случайной величины, и решения по воздействию на нее могут приниматься лишь с учетом некоторой надежности их свершения. С точностью, достаточной для практических расчетов, при определении режима управления для условий перспективного планирования расчетную модель можно рассматривать, как и для условий оперативного регулирования.

Список литературы

1. Байхельт, Ф. Надежность и технологическое обслуживание. Математический подход / Ф. Байхельт, П. Франкен. – М. : Радио и связь, 1988. – 392 с.
2. Аксенов, П.А. Влияние санкций на развитие газовой отрасли в России / П.А. Аксенов // Вестник университета. – 2023. – № 10. – С. 73–80.
3. Евланов, Л.Г. Принятие решений в условиях неопределенности / Л.Г. Евланов. – М. : Наука, 1977. – 135 с.
4. Математическое моделирование задачи распределения ресурсов / И.В. Зайцева, А.Ф. Долгополова, Ю.В. Орел, А.С. Селезнева // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 9(135). – С. 12–15.
5. Эшби, У.Р. Введение в кибернетику / У.Р. Эшби. – М. : Издательство иностранной литературы, 1959. – 430 с.

References

1. Baykhel't, F. Nadezhnost' i tekhnologicheskoye obsluzhivaniye. Matematicheskiy podkhod / F. Baykhel't, P. Franken. – M. : Radio i svyaz', 1988. – 392 s.
2. Aksenov, P.A. Preduprezhdeniya na razvitiye gazovoy otrasli v Rossii / P.A. Aksenov // Vestnik universiteta. – 2023. – № 10. – S. 73–80.
3. Yevlanov, L.G. Prinyatiye resheniy v usloviyakh neopredelennosti / L.G. Yevlanov. – M. : Nauka, 1977. – 135 s.
4. Matematicheskoye modelirovaniye zadach raspredeleniya resursov / I.V. Zaytseva, A.F. Dolgopolova, YU.V. Orel, A.S. Selezneva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 9(135). – S. 12–15.
5. Eshbi, U.R. Vvedeniye v kibernetiku / U.R. Eshbi. – M. : Izdatel'stvo inostrannoy literatury, 1959. – 430 s.

© Ю.И. Казаринов, 2023

УДК 338.2

О.-Т.М. БАЗАРОВА, С.Р. ХАЛТАЕВА
ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», г. Улан-Удэ

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА: ИНСТРУМЕНТЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ)

Ключевые слова: инструменты регулирования; региональная экономическая политика; экономическое развитие региона.

Аннотация. Статья посвящена анализу региональной экономической политики на примере оценки результатов вхождения Республики Бурятия в состав Дальневосточного федерального округа (**ДФО**). Оценка результатов основана на сравнении эффективности использования системы государственных закупок как инструмента регулирования регионального экономического развития. Приведены данные о количестве и стоимости заключенных контрактов в Республике Бурятия до вхождения в ДФО и после этого события. Проанализированы показатели экономии по торговым процедурам и ее распределение в республиканский бюджет. Исследование показывает, что вхождение Республики Бурятия в состав ДФО оказало положительное влияние на развитие региона и увеличение стоимости заключенных контрактов.

Введение

Экономическая политика развития регионов включает в себя цели, стратегии и инструменты для улучшения социальных и экономических условий. Это способствует росту производительности и поддержке предпринимательства. В России такая политика помогает создавать конкурентную среду и обеспечивать устойчивое развитие регионов. Однако из-за неравномерного развития регионов необходимы новые инструменты для улучшения экономических условий и повышения эффективности.

В результате проведенной работы выполнен анализ эффективности использования системы государственных закупок как инструмента регулирования экономического развития Республики Бурятия, проведено исследование влияния на экономическое развитие региона до и после вхождения в ДФО.

Результаты исследования

Основными составляющими экономической политики регулирования развития регионов являются цели, стратегии, инструменты регулирования, оценка достигнутых результатов. К инструментам регулирования следует отнести: хозяйственное законодательство, налоги, пошлины, сборы, государственные инвестиции, трансферты и субсидии, целевые программы, государственные заказы и закупки и другие инструменты воздействия на региональное социально-экономическое развитие.

Региональная экономическая политика играет важную роль в развитии бизнеса и экономики любого региона. Она должна способствовать росту производительности и стимулировать предпринимательскую деятельность [3].

Региональная экономическая политика России – это комплекс мер, направленных на создание благоприятных условий для конкуренции между предприятиями и устойчивого социально-экономического развития региона. Основные цели региональной экономической политики – повышение эффективности экономики регионов и России в целом, модернизация предприятий и удовлетворение потребностей граждан в высококачественных товарах и услугах. В существующих условиях неравномерного регионального социально-экономического развития актуальным становится поиск инструментов

Таблица 1. Способы определения поставщика

Способ определения поставщика (подрядчика, исполнителя)	2018 г., до вхождения в ДФО		2022 г., в статусе региона ДФО	
	Количество	Общая стоимость (млн руб.)	Количество	Общая стоимость (млн руб.)
Аукцион	4 757	8 269,01	5 112	20 231,05
Запрос котировок	1 549	245,55	1 409	557,56
Запрос предложений	13	413,11	–	–
Конкурс	121	157,93	58	3 194,85
Конкурс с ограниченным участием	2	20,44	2	44,43
Итого по способам определения поставщика	6 442	9 106,04	6 581	24 027,89

регулирования и мер воздействия на улучшение экономических условий хозяйствования в регионах.

В настоящее время разработаны и приняты соответствующие программы развития для субъектов РФ. Реализуемая Правительством Российской Федерации региональная экономическая политика направлена на снижение инфляции, повышение качества жизни населения регионов, формирование устойчивого развития регионов и страны в целом, укрепления и развития национальной конкурентоспособности. В рамках данной политики особое внимание уделяется развитию системы государственных закупок как инструменту экономического регулирования [4].

Регион Дальневосточного федерального округа является одним из ключевых регионов России с огромным потенциалом для развития экономики. Однако на пути к стимулированию экономического роста стоит множество вызовов, включая контроль конкуренции на рынке. В данной статье мы рассмотрим систему государственных закупок как инструмент экономического государственного регулирования конкурентной среды в регионе ДФО.

Республика Бурятия – один из субъектов Российской Федерации, расположенный на территории ДФО. Принятием Федерального закона от 18.07.2019 № 194-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об особенностях предоставления гражданам земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности и расположенных на территориях субъектов Российской Федерации, входящих в состав Дальневосточного федерального округа, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с включением Республики Бурятия и Забайкальского края в состав Дальневосточного федерального округа» Республика Бурятия была включена в состав Дальневосточного федерального округа [1].

Вхождение в ДФО предоставило Республике Бурятия возможность привлечения больших инвестиций для развития инфраструктуры региона.

Улучшение транспортной доступности, строительство новых дорог и коммуникаций, модернизация энергетического комплекса – все это способствует развитию экономики региона и улучшению жизни его жителей.

На основании статистических данных с Единой информационной системы (**ЕИС**) (*https://zakupki.gov.ru*) в Республике Бурятия за 2018 г. заключено 6 442 контракта на общую сумму 9 106,04 млн рублей. За 2022 г. заключен 6 581 контракт на общую сумму 24 027,89 млн рублей [2].

Исходя из анализа экономической эффективности вхождения Республики Бурятия в Дальневосточный федеральный округ, становится ясно, что это решение стало важным шагом к развитию региона. Мы видим увеличение стоимости заключенных контрактов более чем в 2,5 раза.

Экономия по закупкам составила 5,61 %. За аналогичный период 2017 г. экономия состави-

Таблица 2. Итоги

Год	2018 г., до вхождения в ДФО	2022 г., в статусе региона ДФО
Экономия по торговым процедурам	5,61 %	7,95 %

ла 6,55 %. В результате проведения электронного аукциона – 5,48 %, а также при проведении открытого конкурса – 15,97 %.

Экономия по закупкам насчитывает 7,95 %, что составило 1 169,64 млн руб., в том числе в результате проведения аукциона – 4,57 % (1 064,08 млн руб.). За аналогичный период 2021 г. экономия составила 8,81 %, в том числе в результате проведения аукциона – 9,66 %. В соответствии с Порядком распределения ассигнований республиканского бюджета, полученных в виде экономии бюджетных средств по итогам осуществления закупок товаров, работ, услуг для государственных нужд, утвержденным постановлением Правительства Республики Бурятия от 25.08.2009 № 316, в 2022 г. общий остаток экономии, подлежащий возврату в республиканский бюджет, составил 303 826,53 тыс. руб., в том числе перераспределено бюджетных ассигнований на сумму образовавшейся экономии 71 083,85 тыс. руб.

Данные показатели говорят об эффективности проведения торговых процедур, Республика Бурятия получила доступ к новым рынкам и инвестициям, развивает инфраструктуру, туристический потенциал и усиливает сотрудничество с другими регионами. Однако необходимо провести дальнейшие исследования и разработать конкретные меры для успешной реализации потенциала вхождения Бурятии в ДФО.

Заключение

На основании анализа эффективности использования системы государственных закупок как инструмента регулирования экономического развития Республики Бурятия, исследования данных о количестве и стоимости заключенных контрактов, показателей экономии по торговым процедурам и ее распределения в республиканский бюджет до вхождения в ДФО и после этого события можно сделать следующий вывод: вхождение Республики Бурятия в состав ДФО оказало положительное влияние на развитие региона, что подтверждается увеличением стоимости заключенных контрактов, это говорит об увеличении объемов привлеченных и использованных средств на развитие региона.

Список литературы

1. Федеральный закон от 18.07.2019 № 194-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об особенностях предоставления гражданам земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности и расположенных на территориях субъектов Российской Федерации, входящих в состав Дальневосточного федерального округа, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с включением Республики Бурятия и Забайкальского края в состав Дальневосточного федерального округа».

2. Единая информационная система ЕИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://zakupki.gov.ru.

3. Халтаева, С.Р. Проблемы формирования интегрированной системы регионального стратегического планирования / С.Р. Халтаева // Вестник ВСГУТУ. – 2015. – № 5(56). – С. 128.

4. Драйверы развития сельских территорий региона (на примере Республики Бурятия) / С.Р. Халтаева, Е.Б. Дондокова, Л.А. Горюнова [и др.] // Глобальный научный потенциал. – 2022. – № 10(139). – С. 310–315.

References

1. Federal'nyy zakon ot 18.07.2019 № 194-FZ «O vnesenii izmeneniy v Federal'nyy zakon «Ob osobennostyakh predostavleniya grazhdanam zemel'nykh uchastkov, nakhodyashchikhsya v gosudarstvennoy ili munitsipal'noy sobstvennosti i raspolozhennykh na territoriyakh sub"yektov Rossiyskoy Federatsii, vkhodyashchikh v sostav Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga, i o vnesenii izmeneniy v otdel'nyye zakonodatel'nyye akty Rossiyskoy Federatsii» i otdel'nyye zakonodatel'nyye akty Rossiyskoy Federatsii v svyazi s vklyucheniyem Respubliki Buryatiya i Zabaykal'skogo kraya v sostav Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga».

2. Yedinaya informatsionnaya sistema YEIS i [Electronic resource]. – Access mode : https://zakupki.gov.ru.

3. Khaltayeva, S.R. Problemy formirovaniya integrirovannoy sistemy regional'nogo strategicheskogo planirovaniya / S.R. Khaltayeva // Vestnik VSGUTU. – 2015. – № 5(56). – S. 128.

4. Drayvery razvitiya sel'skikh territoriy regiona (na primere Respubliki Buryatiya) / S.R. Khaltayeva, Ye.B. Dondokova, L.A. Goryunova [i dr.] // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2022. – № 10(139). – S. 310–315.

© О.-Т.М. Базарова, С.Р. Халтаева, 2023

УДК 574.5

Л.У. ГАПУРАЕВА, А.А. ДАУКАЕВ
ФГБ УН «Комплексный научно-исследовательский институт имени Х.И. Ибрагимова Российской академии наук», г. Грозный

РЕКА АРГУН И ЕЕ ГОРНЫЕ ПРИТОКИ В СВЯЗИ С ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НА ТЕРРИТОРИИ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Ключевые слова: Аргун; водотоки; водные потоки и ресурсы; долина; классификация рек; река; речная сеть; Чеченская Республика.

Аннотация. Целью исследования являлось изучение туристско-рекреационного потенциала бассейна р. Аргун. Основные задачи: исследование взаимосвязей русловых процессов и геологического строения бассейна р. Аргун; оценка привлекательности территории для развития туризма и рекреации; изучение современного состояния геоэкологической ситуации. Гипотеза исследования: бассейн реки Аргун является одним из благоприятных участков территории Чеченской Республики (**ЧР**) для развития туристско-рекреационной деятельности. Методы исследований: анализ, синтез и обобщение справочной и научной литературы и фондовых материалов. В статье дана общая характеристика гидрографической сети ЧР с акцентированием внимания на достопримечательностях зданий, памятниках архитектуры и исторических памятниках на участке Чанты-Аргун.

Территория ЧР характеризуется богатством и разнообразием минерально-сырьевых ресурсов, прежде всего нефти и газа, разработка месторождений которых ведется уже более 130 лет [4]. Не менее важным природным ресурсом здесь являются многообразные водные объекты, придающие эстетическую привлекательность окружающему пейзажу. В ЧР расположено большое количество водных объектов, таких как реки, озера, ледники, водопады, водохранилища, подземные воды, а также их источники. Чеченская Республика имеет весьма разветвленную речную сеть [2].

Густота речной сети Чеченской Республики изменяется сообразно рельефу и климату: на засушливой, почти безводной низменности густота речной сети ничтожно мала (0,07 км/км^2); по мере поднятия местности и увеличения количества осадков густота речной сети возрастает, составляя на высотах 300–1 200 м 0,46 км/км^2 и 1,63 км/км^2 – в зоне средневысотных гор, покрытых густыми лесами. В высокогорной же территории (область снегов и обледенения) густота уменьшается до 0,45 км/км^2. Среднее значение густоты речной сети для всей территории составляет 0,40 км/км^2.

Почти все реки республики носят ярко выраженный горный характер и берут начало на высоких гребнях хребтов из родников и ледников.

По водному режиму река Аргун относится к рекам, в питании которых важную роль играют ледники и высокогорные снега [5].

В пределах Чеченской Республики в реку Аргун впадает множество притоков: Блухапего, Мешехи, Бастахи, Майстыха, Гешичу, Никорой, Тангоярк, Кериго, Харачояхк, Хелдихойерк, Джумсерк, Мулканека, Вердьерк, Сюжи, Гейчу, Шаро-Аргун [3; 6]. До с. Итум-Кале Аргун течет в ущелье с обрывистыми берегами и представляет горную реку с бурным течением. Ширина ущелья у с. Кагенхой – 11 м. У места впадения р. Мешехи ущелье расширяется, но склоны долины остаются крутыми. Средний уклон реки до с. Кагеной – 0,016. В 9 км ниже устья Мешехи река Аргун прорезает диабазовый хребет Басты-лам. [1; 3; 7].

На участке от устья р. Маистыхи до впадения р. Кериго (или Цилахой) долина Аргуна остается узкой, склоны крутыми, они покрыты крупным лесом. От устья р. Кериго до

с. Итум-Кале долина становится шире, береговые террасы ниже, уклоны меньше, а река местами делится на рукава, образуя островки. Село Итум-Кале расположилось в обширной котловине верхнего течения р. Чанты –Аргун на обоих ее берегах. На его окраине много родовых башен и склепов. У с. Итум-Кале левый берег, сложенный из твердых известняков, является отвесным, и долина реки здесь суживается до 35 м. В районе с. Ушкалой и других местах можно любоваться известковыми скалами берегов р. Чанты-Аргун. Глубокое живописное ущелье оставит запоминающиеся впечатления. В местах, где карбонатные породы переслаиваются с терригенными песчано-глинистыми отложениями, расположились небольшие горные села: Башин-Кале, Нихалой и Гучум-Кале. Ниже долина расширяется, и на протяжении трех километров река приобретает спокойное течение. В 1 км от с. Шатой ущелье оканчивается, Аргун выходит в Шатоевскую котловину. Ширина долины здесь – 400 м, средний уклон – 0,007 м. Шатоевская котловина заканчивается узким ущельем. В трех километрах ниже с. Шатой ущелье вновь расширяется, скорости уменьшаются, река разбивается на рукава, образуя островки и мели. Средний уклон – 0,004–0,005 м. Ниже с. Зонах ущелье опять суживается, и река такой характер сохраняет до с. Чишки, где долина снова расширяется. Несколько ниже этого села, у с. Дачу-Барзой, в Аргун впадает крупный приток – Шаро-Аргун. По выходе на плоскость ширина поймы Аргуна колеблется в больших пределах – от 50 м у с. Дуба-Юрт и до 200 м у с. Старые Атаги и 1 км у с. Бердыкель. Отмеченные изменения ширины долины в основном связаны с различиями литологического состава горных пород, прорезающих долиной реки на разных участках. Русло реки на плоскости отличается неустойчивостью, разбиваясь на ряд рукавов, меняющих свое направление после каждого паводка. Изучение водного режима начато в 1927 г. и велось на трех гидрологических постах (**ГП**). Среднемноголетние расходы воды в реке составляют – на границе с Грузией – 9,31, на ГП с. Шатой – 27,1, на ГП Дуба-Юрт – 41,51, на ГП раз. Аргун – 4 539 м^3/с. Питание реки – смешанное. По данным ГП с. Шатой, грунтовое питание составляет 49 %, снеговое – 4 %, дождевое – 25 %, ледниковое – 22 % от годового стока [6].

Исток реки Аргун, представляющий поток метровой ширины, пробивающийся из толщи ледника, располагается на территории Грузии – между очень высокими горными вершинами края Мцхета Мтианети на гипсометрической отметке 2 500 м [8].

В высокогорной части река Аргун протекает со значительными загибами, обтекая величественные пики Главного Кавказского хребта. Ширина долины не превышает 10 м. В среднем течении реки Аргун долина постепенно расширяется, образуя глубокое ущелье. Начало ущелья (в районе Дуба-юрта), как отмечалось выше, называют Аргунскими воротами. Нижнее течение реки Аргун (равнинный участок бассейна реки) характеризуется наличием низменной, необычайно густой поймы, затапливаемой на последних километрах пути. В районе села Бердыкель (Комсомольское) и ниже (у г. Аргуна) долина реки расширяется до 500 и более метров.

Устье реки Аргун находится в 10 км севернее от одноименного города Чеченской Республики, где она южнее с. Ильинское впадает в более крупную р. Сунжа.

В районе бассейна реки Аргун имеется множество достопримечательностей в виде памятников природы и истории. Наибольший интерес представляет популярный башенный комплекс Цой-Педе в Малхистинском ущелье, расположенный на месте слияния р. Меши-хи с Чанты-Аргуном. Значительное количество сторожевых и жилых башен находится и в районе впадения в р. Чанты-Аргун р. Чаты-Ахк, образующую живописное ущелье Тазбичи.

Башни у с.Ушкалой привлекают взгляд путника прежде всего своим расположением. Они находятся под сводом горной скалы – прямо на краю водоема. Эти Памятники истории называются «сторожевыми» или «башнями-убежищами». Два прямоугольных в плане строения имеют высоту стандартного пятиэтажного дома. Длина наибольшей стороны – 6 м. Расширения проемов – стрельчатые арки. Вход на расстоянии 2,5 м от основания, на первом и четвертом этажах располагаются бойницы. Материал строительства – камень песчаник.

Наиболее насыщенным природными и историко-культурными достопримечательностями участком Аргунского ущелья является Шатойский район. В пределах с. Гучум-Кале располагается высокий скалистый мыс, заросший дремучими чащами граба, буковыми массивами, кустарниковыми дубравами, непроходимыми зарослями барбариса, кизила и бересклета,

боярышника и другими видами растений. Яркий пейзаж завораживает.

Шатойский участок течения р. Чанты-Аргун характеризуется значительным количеством родовых некрополей жилых, сторожевых и боевых башен. Башенные комплексы разных народов Северного Кавказа незначительно отличаются по высоте и другим признакам. Высота башен на территории ЧР достигает 15–25 м.

Устьевая зона бассейна реки Аргун охватывает северо-восточную часть Аргунского района.

В целом, река Аргун располагается в умеренном континентальном климатическом поясе. Здесь имеются условия для активного отдыха почти круглый год. Климатические и другие благоприятные условия позволяют совершать пешие и конные прогулки, собирать ягоды и лекарственные растения, кататься на горных велосипедах, купаться, исследовать старинные деревни, заниматься рафтингом (в том числе каньонингом), всеми видами горного экстрима, рыбалкой и охотой. Практически вдоль всего протяжения долины реки имеются хорошие дороги.

В верховьях реки распространены горно-треккинские и спелеологические походы. По дороге вдоль долины реки находятся несколько кемпингов и турбаза «Нихалоевские водопады» [8].

Актуальны рыбалка и охота на реке Аргун. В р. Аргун водятся следующие виды рыб: форель, окунь, густера, голавль, щука, красноперка, усач и др. Улов рыбы на реке Аргун больше всего в среднем и в нижнем течении, где нет запретов на него. В верховьях реки имеются некоторые ограничения на лов рыбы из-за заказников. Рыбалка может сочетаться с охотой. Животный мир здесь представлен зайцами, куницами, косулями, рысями, сернами, лесными котами, кабанами и медведями. Возросла популяция безоаровых козлов и кавказских туров. Орнитофауна представлена перепелами, утками, фазанами, тетеревами, глухарями и др.

Индекс загрязнения реки Аргун – «умеренно загрязненная» [2]. В связи с этим водоем можно считать рекреационным. Вместе с тем опасность для водного ресурса представляют бытовые стоки сельскохозяйственных объектов и канализаций поселений, а также мусор на берегах.

Таким образом, по ряду критериев р. Аргун имеет определенный интерес к развитию оздоровительного туризма и отдыха. С экономической точки зрения представляет интерес потенциал реки для развития малой гидроэнергетики. В связи с наличием большого количества населенных пунктов в непосредственной близости от реки в интересах экологизации рекомендуются следующие меры: запрет сброса сточных вод и бытовых отходов в реки; контроль состояния водоохранных зон; разработка дальнейших мер по рациональному использованию водных объектов.

Список литературы

1. Даукаев, А.А. Бассейн р. Аргун: Промышленный и рекреационный потенциал / А.А. Даукаев // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. – Грозный, 2017. – С. 466–467.

2. Доклад «О состоянии окружающей среды ЧР в 2013 г.». – Грозный, 2014. – 242 с.

3. Забураева, Х.Ш. Гидрорекреационный потенциал Чеченской Республики / Х.Ш. Забураева, А.А. Даукаев // ГЕНБ. – 2016. – № 2(2). – С. 15–21.

4. Керимов, И.А. История развития представлений о нефти, геологических разведок, добычи и использования ее на Кавказе с древнейших времен / И.А. Керимов, А.А. Даукаев, Т.Х. Бачаева // Наука и бизнес: пути развития. – 2012. – № 6(12). – С. 5–8.

5. Рыжиков, В.В. Природа Чечено-Ингушской республики, ее охрана и рациональное использование. – 2-е изд., перераб. и доп. / В.В. Рыжиков [и др.]. – Грозный : Книга, 1991. – 160 с.

6. Состояние водных ресурсов Чеченской Республики. Информационный бюллетень за 2005 год. – Грозный, 2006. – 52 с.

7. Уникальные гидрологические объекты Чеченской Республики и их рекреационный потенциал / А.А. Даукаев, А.А. Даукаев, И.А. Абумуслимова, С.Э.М. Джабраилов // Вестник Академии наук Чеченской Республики. – 2015. – № 3(28). – С. 96–102.

8. Река Аргун [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://dzen.ru/a/XZs8_wSvHwCwEyfr.

References

1. Daukayev, A.A. Basseyn r. Argun: Promyshlennyy i rekreatsionnyy potentsial / A.A. Daukayev // Sovremennyye problemy geologii, geofiziki i geoekologii Severnogo Kavkaza. – Groznyy, 2017. – S. 466–467.
2. Doklad «O sostoyanii okruzhayushchey sredy CHR v 2013 g.». – Groznyy, 2014. – 242 s.
3. Zaburayeva, KH.SH. Gidrorekreatsionnyy potentsial Chechenskoy Respubliki / KH.SH. Zaburayeva, A.A. Daukayev // GENB. – 2016. – № 2(2). – S. 15–21.
4. Kerimov, I.A. Istoriya razvitiya predstavleniy o nefti, geologicheskikh razvedok, dobychi i ispol'zovaniya yeye na Kavkaze s drevneyshikh vremen / I.A. Kerimov, A.A. Daukayev, T.KH. Bachayeva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2012. – № 6(12). – S. 5–8.
5. Ryzhikov, V.V. Priroda Checheno-Ingushskoy respubliki, yeye okhrana i ratsional'noye ispol'zovaniye. – 2-ye izd., pererab. i dop. / V.V. Ryzhikov [i dr.]. – Groznyy : Kniga, 1991. – 160 s.
6. Sostoyaniye vodnykh resursov Chechenskoy Respubliki. Informatsionnyy byulleten' za 2005 god. – Groznyy, 2006. – 52 s.
7. Unikal'nyye gidrologicheskiye ob"yekty Chechenskoy Respubliki i ikh rekreatsionnyy potentsial / A.A. Daukayev, A.A. Daukayev, I.A. Abumuslimova, S.E.M. Dzhabrailov // Vestnik Akademii nauk Chechenskoy Respubliki. – 2015. – № 3(28). – S. 96–102.
8. Reka Argun [Electronic resource]. – Access mode : https://dzen.ru/a/XZs8_wSvHwCwEyfr.

© Л.У. Гапураева, А.А. Даукаев, 2023

УДК 332.1

В.П. ЗАИКИН, Н.Н. КОНДРАТЬЕВА, Т.Е. КИРИЛОВА
ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», г. Княгинино

ИНВЕСТИЦИИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Ключевые слова: инвестиции; инвестиционная привлекательность; предпринимательство; сельское хозяйство.

Аннотация. Цель данного исследования заключается в анализе инвестиций в различные виды деятельности, особенно в сельское хозяйство. В данной статье обобщена научная литература и проведено исследование инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве Нижегородской области и Княгининского муниципального округа. Рассмотрены факторы, которые ограничивают инвестиционную деятельность в данной области.

Гипотеза исследования базируется на предположении о необходимости дополнительного вливания инвестиций в сельское хозяйство для улучшения привлекательности отрасли и снижения социально-экономической напряженности региона, повышения уровня благосостояния населения, обеспечения притока жителей в сельскую местность.

Сельское хозяйство – стратегически важная отрасль народного хозяйства, позволяющая обеспечить население продуктами питания, а промышленность – необходимым сырьем. Аграрный сектор должен быть ориентирован на цифровизацию, что позволит повысить эффективность и устойчивость сельскохозяйственного производства. Данный подход требует существенной государственной поддержки и привлекаемых долгосрочных инвестиционных ресурсов.

По мнению Ю.С. Шпинева, одним из успешных факторов развития сельского хозяйства является наличие надежных стратегических инвесторов, для появления которых должны быть созданы привлекательные, безопасные условия инвестирования [1].

Сельское хозяйство является одной из отраслей, которая сталкивается с острой нехваткой инвестиций. Низкая доходность, характерная для большинства сельскохозяйственных предприятий, превращает эту отрасль в неинтересную для потенциальных инвесторов. В результате развитие сельского хозяйства сталкивается с множеством препятствий, затрудняющих его прогресс [2].

Объем привлекаемых инвестиций имеет тесную корреляционную связь с инвестиционной привлекательностью аграрного сектора и инвестиционной активностью сельскохозяйственных товаропроизводителей. Инвестиционная привлекательность сельского хозяйства образуется исходя из активной политики государства посредствам прямых и косвенных инструментов поддержки отрасли [3].

Нижегородская область – это крупный регион, обладающий значительным природным, экономическим, производственным, инвестиционным потенциалом. В 2023 г. область заняла третью позицию рейтинга инвестиционного климата Агентства стратегических инициатив. За последние годы в регионе прослеживается положительная тенденция не только по количеству инвестиционных проектов, но и по объему инвестиций, а это дополнительные рабочие места и новые перспективы для городских и сельских территорий, включая агропромышленный комплекс.

Основная доля инвестиционных ресурсов в 2022 г. в Нижегородской области была направлена на транспортировку и хранение – 35,6 %, что больше уровня 2021 г. на 22,9 %. Данная тенденция связана с развитием транспортной инфраструктуры региона, в частности со строительством новых дорог с твердым покрытием.

Значительно возросли инвестиционные ресурсы в сферу культуры, спорта, организации досуга и развлечений с 0,9 % в 2021 г. до 2,5 % в 2022 г., то есть увеличились почти в три раза. Данный вид экономической деятельности до-

Рис. 1. Дерево эффективности технологии машиностроения

статочно привлекателен для инвесторов, так как популяризация и развитие спортивной и культурной сферы способствует экономическому росту, структурным изменениям в поведении потребителей, внешнеэкономическим связям, формированию здоровой нации.

Снизилось инвестирование в обрабатывающие производства на 16,9 % по сравнению с 2021 г. В 2022 г. инвестиции в обрабатывающие производства составили лишь 27 % от их общего объема.

Анализ инвестиционной активности в сельское хозяйство Нижегородской области свидетельствует о наличии проблемы низкого уровня инвестиций [3].

В 2022 г. доля инвестиций составила 2,8 %, что меньше, чем в 2021 г., на 1,5 %. Следует отметить, что за последние пять лет данный показатель не опускался ниже 3 %.

В 2022 г. объем инвестиций в сельское хозяйство составил 8 821,5 млн руб., что выше уровня 2018 г. на 7,9 %, но ниже уровня 2021 г. на 23,4 % (рис. 2).

Основными инструментами государственной поддержки развития аграрного производства региона являются субсидии на возмещение части затрат по текущей и инвестиционной деятельности.

Одними из значимых направлений государственной поддержки являются техническая модернизация сельскохозяйственного производства, развитие мясного и молочного скотоводства, приобретение современного высокотехнологичного оборудования.

К основным сдерживающим факторам инвестиционной деятельности, в том числе в сельском хозяйстве, следует отнести отсутствие собственных финансовых ресурсов, неопределенность и непредсказуемость экономической обстановки в стране, высокие экономические риски, отсутствие совершенной нормативно-правовой базы в области инвестиционных процессов (рис. 3).

Агропромышленный комплекс играет важную роль для развития региона. Отрасль является привлекательной для инвестирования, если

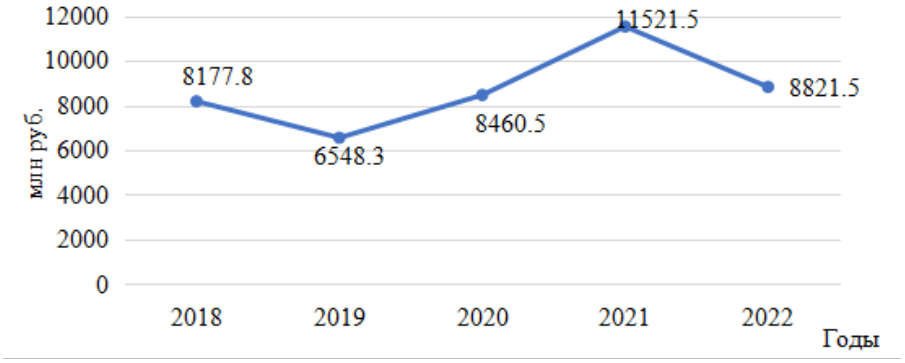


Рис. 2. Динамика инвестиций в сельское хозяйство

Рис. 3. Распределение организаций по оценке факторов, ограничивающих инвестиционную деятельность, в процентах от общего числа организаций за 2021 г.

темпы роста валовой продукции опережают темпы роста инвестиций [4].

Анализ динамики валового производства продукции и инвестиций сельского хозяйства показал, что сельское хозяйство Нижегородской области является привлекательной отраслью для инвестирования. В 2022 г. было произведено продукции сельского хозяйства на сумму 120 004,4 млн руб., что больше уровня 2018 г. на 77,6 %.

Наибольший темп прироста продукции наблюдается в растениеводстве, где данный показатель увеличился в два раза. На долю валовой сельскохозяйственной продукции растениеводства на 2022 г. приходилось 54,2 % или 6 5031,7 млн руб.

За период с 2018 по 2022 гг. стоимость валовой продукции животноводства возросла с 36 473,6 до 54 972,7 млн руб. или на 50,7 %.

Данная тенденция является положительной, так как свидетельствует о расширении сельскохозяйственного производства, повышении производительности труда и качества продукции.

Ведущей отраслью экономики Княгинин-

Таблица 1. Динамика валового производства продукции сельского хозяйства, млн руб.

Показатель	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г. к 2018 г., %
Продукция сельского хозяйства	67 559,5	77 522,4	84 017,0	99 797,1	120 004,4	177,6
В том числе растениеводства	31 085,9	37 124,7	40 149,0	50 998,0	65 031,7	209,2
Животноводства	36 473,6	40 397,8	43 867,9	48 797,1	54 972,7	150,7

Таблица 2. Удельный вес отраслей промышленности в общем объеме продукции

Показатель	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Разность удельного веса, п.п.
Обрабатывающие производства	78,9	79,9	86,4	78,8	81,0	2,1
Сельское хозяйство	12,5	9,5	8,4	12,5	11,9	–0,6
Коммунальные услуги	2,5	2,2	1,6	1,4	1,3	–1,2
Строительство	3,9	5,4	2,6	3,5	2,0	–1,9
Прочее	2,2	3,0	1,0	3,8	3,8	1,6

Таблица 3. Основные показатели инвестиционной деятельности

Показатель	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Инвестиции в основной фонд (по полному кругу), млн руб.	269	286,6	273,1	1 217,4	1 204,0
Объем инвестиций (по крупным и средним организациям), млн руб.	212	168,4	172,4	532,2	1 118,1
Инвестиции за счет бюджетных средств, млн руб.	59,3	45,6	37,0	217,8	215,3
Доля бюджетных средств в общем объеме инвестиций, %	22,0	15,9	13,5	31,1	17,9
Объем инвестиций в основной капитал (за исключением бюджетных средств) в расчете на 1 человека населения, млн руб.	0,018	0,014	0,015	0,047	0,102

ского муниципального округа является обрабатывающая промышленность, которая в структуре экономики занимает свыше 80 % (табл. 2).

На отрасль сельского хозяйства приходится почти 12 %, а на строительство и коммунальные услуги приходится 2,0 % и 1,3 % соответственно.

Всего за 2022 г. объем инвестиций в основной капитал за счет всех источников финансирования по полному кругу организаций по Княгининскому муниципальному округу составил 1 204,0 млн руб. Объем инвестиций по крупным и средним организациям в период с 2018 по 2022 гг. увеличился почти в пять раз и в 2022 г. достиг значения в 1 118,1 млн руб. (табл. 3).

Доля бюджетных средств от объема инвестиционных ресурсов, привлеченных в округ в рамках государственных программ и национальных проектов, варьирует по годам неравномерно. В 2022 г. данный показатель составил 17,9 %, что ниже уровня 2021 г. на 13,2 п.п., а относительно 2018 г. ниже на 3,9 п.п.

Инвестирование в развитие сельского хозяйства – это надежный инструмент устойчивого функционирования хозяйствующих

субъектов, позволяющий снизить социально-экономическую напряженность региона, повысить уровень благосостояния населения, обеспечить приток жителей в сельскую местность.

Инвестирование в сельское хозяйство не должно ограничиваться лишь поддержанием существующих основных фондов в рабочем состоянии, хотя это тоже важная задача. Кроме этого, необходима ориентация на цифровое сельское хозяйство, на создание новых производственных и социальных объектов.

Цифровое сельское хозяйство – это мощный инструмент, способный обеспечить улучшение производственных процессов и увеличение эффективности отрасли. Применение современных технологий в сельском хозяйстве позволяет автоматизировать многие процессы, улучшить контроль за внесением удобрений и воды, оптимизировать посевы и урожайность, а также предоставлять актуальную информацию для принятия решений в реальном времени.

Список литературы

1. Шпинев, Ю.С. Проблемы инвестирования в современное сельское хозяйство России / Ю.С. Шпинев // Имущественные отношения в РФ. – 2022. – № 9(252).
2. Современные тенденции и проблемы развития сельского хозяйства / Н.Г. Вождаева, И.В. Волков, В.А. Козлов, А.В. Павлов // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2019. – Т. 8. – № 2(27). – С. 103–108.
3. Дибиров, А.А. Роль инвестиций в сельское хозяйство в развитии сельских территорий / А.А. Дибиров // Инновации. – 2019. – № 9(251).
4. Проблемы развития сельского хозяйства и пути их решения / А.Е. Шамин, О.А. Фролова, Ю.В. Вертакова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 10(149). – С. 109–125.
5. Статистический ежегодник. Нижегородская область, 2022: Нижегородстат. – Нижний Новгород, 2022. – 281 с.
6. Нижегородская область в цифрах. 2023: Крат.стат.сб / Нижегородстат. – Нижний Новгород, 2023. – 290 с.

References

1. Shpinev, YU.S. Problemy investirovaniya v sovremennoye sel'skoye khozyaystvo Rossii / YU.S. Shpinev // Imushchestvennyye otnosheniya v RF. – 2022. – № 9(252).
2. Sovremennyye tendentsii i problemy razvitiya sel'skogo khozyaystva / N.G. Vozhdayeva, I.V. Volkov, V.A. Kozlov, A.V. Pavlov // Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravleniye. – 2019. – T. 8. – № 2(27). – S. 103–108.
3. Dibirov, A.A. Rol' investitsiy v sel'skoye khozyaystvo v razvitii sel'skikh territoriy / A.A. Dibirov // Innovatsii. – 2019. – № 9(251).
4. Problemy razvitiya sel'skogo khozyaystva i puti ikh resheniya / A.Ye. Shamin, O.A. Frolova, YU.V. Vertakova [i dr.] // Vestnik NGIEI. – 2023. – № 10(149). – S. 109–125.
5. Statisticheskiy yezhegodnik. Nizhegorodskaya oblast', 2022: Nizhegorodstat. – Nizhniy Novgorod, 2022. – 281 s.
6. Nizhegorodskaya oblast' v tsifrakh. 2023: Krat.stat.sb / Nizhegorodstat. – Nizhniy Novgorod, 2023. – 290 s.

© В.П. Заикин, Н.Н. Кондратьева, Т.Е. Кирилова, 2023

УДК 338.36

А.А. КУРОЧКИНА[1, 2], Н. ХАЧАТРЯН[2]
[1]ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»;
[2]ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГАЗИФИКАЦИИ АРКТИЧЕСКОГО БАССЕЙНА

Ключевые слова: газификация; методы газификации; модели энергоснабжения; сжиженный природный газ (**СПГ**); Российская Арктика.

Аннотация. Сегодня одной из основных задач, стоящих перед человечеством и промышленно развитыми странами, которые владеют ресурсами и связанными с ними возможностями, выступает борьба с энергетической бедностью. За последние несколько лет Российская Арктика заняла почетное место в перечне мировых центров производства сжиженного природного газа.

Сжиженный природный газ представляет собой наиболее экологически чистый вид топлива, который при снабжении промышленных объектов и бункеровке помогает осуществлять сценарии устойчивого развития Арктики, а также обеспечивает сопротивление мировым экологическим и климатическим вызовам.

Цель работы состоит в изучении состояния, роли и специфики газовой промышленности в Арктической зоне.

Задачи исследования: выявить основные критерии и методы газификации территорий Арктики; рассмотреть перспективы развития производства сжиженного природного газа; определить возможные способы газификации отдаленных территорий.

Методы исследования: сбор и анализ информации, аналогия, классификация и обобщение полученных данных. Результатом исследования являются предложения по внедрению модели энергоснабжения на основе мтСПГ, которая может быть реализована в тесной связи с моделью производства электроэнергии и использованием возобновляемых источников энергии (**ВИЭ**).

Российская Арктика – это не только Арктический шельф или Северный морской путь, но также в значительной мере суша. Приблизительно 20 % территории России находятся за Полярным кругом. К Арктической Сухопутной территории относят Мурманскую область, Ненецкую, Чукотскую и Ямало-Ненецкую автономные области (**АО**), а также часть территорий Республики Карелия, Республики Коми, Республики Саха (Якутия), Красноярского края, Архангельской области. Практически вся территория к востоку от Урала и треть Европейской части страны находятся в зоне вечной мерзлоты [1].

Арктика для России является стратегически важным регионом с богатейшей кладовой минерально-сырьевых ресурсов. К примеру, в недрах Арктики находится 50 % запасов российской сурьмы, никеля, олова, 40 % золота, 100 % алмазов и т.д. и порядка 800 млрд тонн угля [2].

Основная часть проектов, посвященных экономическому развитию Арктической зоны, базировались на эксплуатации нефтепродуктов и угля для транспорта и энергообеспечения, но существующие современные экономические проблемы и риски диктуют поиск других решений. Одной из наиболее важных проблем Арктической зоны является невозможность концентрированного снабжения энергией с использованием традиционных систем для освоения ресурсного богатейшего потенциала арктических территорий для создания бесперебойного и нормального энергоснабжения.

Формирование сухопутной инфраструктуры в условиях вечной мерзлоты и больших расстояний между населенными территориями

становится невозможным для надежного и бесперебойного энергоснабжения. По этой причине для энергоснабжения этих территорий необходим северный завоз [3].

Узкое место в энергетической цепочке для обеспечения устойчивого бесперебойного энергоснабжения Арктической зоны занимает транспортное звено. По отдельным труднодоступным территориям сроки доставки грузов достигают двух лет. Совершенствование схемы «северного завоза» будет иметь лишь тактическое значение и в долгосрочном плане контрпродуктивно.

Поэтому необходимым системным решением выступает децентрализованная газификация. Данную проблему решит внедрение малотоннажного СПГ (мтСПГ) в энергопроизводстве и энергопотреблении.

Существует несколько критериев, обуславливающих преимущество газификации территорий с помощью мтСПГ:

– регулярная, внесезонная поставка;
– относительно низкая себестоимость доставки;
– экологичность.

Из-за отсутствия транспортной инфраструктуры единственным способом доставки мтСПГ могут выступать современные грузовые дирижабли. Чтобы решить задачу газификации отдаленных территорий, некоторыми авторами предлагается использование именно дирижаблей, которые имеют возможность транспортировать груз весом более 20 тонн [4].

Благодаря грузовым дирижаблям решается ряд задач, помимо газификации удаленных населенных пунктов и производственных объектов.

Ниже перечислены некоторые из них:

– выполнение геофизических работ по поиску месторождений газа, что позволяет осуществлять эту работу в беспилотном режиме;
– ускоряется исследовательское бурение скважин с сокращением бюджета на использование дирижаблей, необходимых для переноски тяжелого бурильного оборудования без прокладки временных дорог;
– ускоряется обустройство месторождений;
– возникает возможность строительства завода мтСПГ, который основан на модульном принципе, повысить скорость и качество работ, снизить себестоимость строительства позволяет дирижабль, способный к транспортировке готовых крупнотоннажных модулей;
– дирижабль также выступает идеальным средством доставки мтСПГ с завода в танк-контейнерах, так как их грузоподъемность достигает до 60 тонн;
– сами дирижабли используют СПГ в качестве авиамоторного топлива [5].

Вот несколько примеров позитивного отношения к газификации транспортного парка:

– строительство современного флота «Ямал СПГ» для перевозки СПГ на газомоторном топливе;
– планируемый переход РЖД на 30 % замещение дизельного топлива СПГ к 2030 г.;
– заказ Газпрома на 180 тягачей Камаз на СПГ для «Газпром гелий сервис» [6].

В стране существует программа для перехода транспорта на газомоторное топливо: как КПГ (компримированный природный газ), так и СПГ. Развитие нового транспортного сегмента необходимо, отрасль грузовых дирижаблей нуждается в аналогичной поддержке при переходе традиционных видов транспорта на СПГ:

– осуществление поддержки в строительстве локальных модульных заводов СПГ;
– помощь в производстве оборудования для регазификации;
– внедрение системы для перевозки мтСПГ с применением дирижаблей;
– создание хабов заправки, хранение танк-контейнеров.

Данная модель газификации возможна только при комплексном подходе. Эффективное решение задачи предполагает правильную логистику, то есть внедрение необходимых составляющих для поддержания развития малотоннажного СПГ оборудования и самого мтСПГ абсолютно всеми видами транспорта там, где уже существует необходимая инфраструктура. А там, где она отсутствует, необходимо использовать грузовые дирижабли. Инвестирование в строительство дирижаблей должно включать и обслуживание. Так, дирижабли могут замкнуть цикл логистики, осуществляющей поставку груза абсолютно в любую точку страны, несмотря на климатические и сезонные ограничения. Реализация данного плана позволит осуществлять газификацию уже существующих и будущих населенных пунктов [7].

Эксплуатация мтСПГ предполагается на

основе модульного ряда газовых электростанций конденсационного типа (электроснабжение) и теплофикационного типа (электро- и теплоснабжение) для децентрализованного электро- и теплоснабжения, а также газоснабжения, создаваемых в муниципальных образованиях, распределительных сетей, питаемых от локальных криоАЗС на основе сменяемых криогенных цистерн в танк-контейнерах. КриоАЗС могут применяться как для заправки грузового автотранспорта, так и для легкового транспорта (пассажирские перевозки).

Газификация страны – это задача не отдельно взятой компании, а государства. Она состоит в том, чтобы максимально эффективно использовать невозобновляемые природные ресурсы. Газпром решает эту задачу исторически привычным способом, то есть газоснабжает сетевым газом внутренние рынки и занимается экспортом. Однако задача газификации всей страны выступает более широкой, чем технически доступная газификация с использованием сетевого газа, поэтому внедрить предлагаемую модель газификации может любая компания специального назначения или государственный, либо уполномоченный негосударственный институт. Модель энергоснабжения на основе мтСПГ может быть реализована в тесной связи с моделью производства электроэнергии и использованием ВИЭ.

Большая часть территорий нашей страны не является пригодной для централизованного энергоснабжения; эти территории пригодны лишь для автономного энергоснабжения, а многие до сих пор не электрифицированы. ВИЭ поможет решить эту задачу частично. Существуют ветровые электростанции (**ВЭС**), но у них преимущественно низкий коэффициент использования установленной мощности (20 %). Появляется необходимость в резервных генерирующих установках, таких как газовые установки: теплофикационные (для тепла и электроэнергии) или конденсационные (для выработки электроэнергии). Таким образом, мтСПГ можно рассматривать как в качестве самостоятельного источника децентрализованного энергоснабжения отдаленных участков, так и источником резервного энергоснабжения вместе с ВЭС.

Список литературы

1. Шпинев, Ю.С. Проблемы инвестирования в современное сельское хозяйство России / Ю.С. Шпинев // Имущественные отношения в РФ. – 2022. – № 9(252).

2. Современные тенденции и проблемы развития сельского хозяйства / Н.Г. Вождаева, И.В. Волков, В.А. Козлов, А.В. Павлов // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2019. – Т. 8. – № 2(27). – С. 103–108.

3. Дибиров, А.А. Роль инвестиций в сельское хозяйство в развитии сельских территорий / А.А. Дибиров // Инновации. – 2019. – № 9(251).

4. Проблемы развития сельского хозяйства и пути их решения / А.Е. Шамин, О.А. Фролова, Ю.В. Вертакова [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 10(149). – С. 109–125.

5. Статистический ежегодник. Нижегородская область, 2022: Нижегородстат. – Нижний Новгород, 2022. – 281 с.

6. Нижегородская область в цифрах. 2023: Крат.стат.сб. / Нижегородстат. – Нижний Новгород, 2023. – 290 с.

References

1. Shpinev, YU.S. Problemy investirovaniya v sovremennoye sel'skoye khozyaystvo Rossii / YU.S. Shpinev // Imushchestvennyye otnosheniya v RF. – 2022. – № 9(252).

2. Sovremennyye tendentsii i problemy razvitiya sel'skogo khozyaystva / N.G. Vozhdayeva, I.V. Volkov, V.A. Kozlov, A.V. Pavlov // Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravleniye. – 2019. – T. 8. – № 2(27). – S. 103–108.

3. Dibirov, A.A. Rol' investitsiy v sel'skoye khozyaystvo v razvitii sel'skikh territoriy /

A.A. Dibirov // Innovatsii. – 2019. – № 9(251).

4. Problemy razvitiya sel'skogo khozyaystva i puti ikh resheniya / A.Ye. Shamin, O.A. Frolova, YU.V. Vertakova [i dr.] // Vestnik NGIEI. – 2023. – № 10(149). – S. 109–125.

5. Statisticheskiy yezhegodnik. Nizhegorodskaya oblast', 2022: Nizhegorodstat. – Nizhniy Novgorod, 2022. – 281 s.

6. Nizhegorodskaya oblast' v tsifrakh. 2023: Krat.stat.sb. / Nizhegorodstat. – Nizhniy Novgorod, 2023. – 290 s.

© А.А. Курочкина, Н. Хачатрян, 2023

УДК 338.485

А.В. ТУЛИНА, Т.С. КРАВЦОВА
ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»;
ФГБОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», г. Петрозаводск;
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», г. Санкт-Петербург

АТТРАКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА СРЕДИ ТУРИСТОВ

Ключевые слова: Арктический регион; Мурманская область; транспорт; трасса «Кола»; туризм.

Аннотация. Арктическая зона России имеет стратегический природный потенциал и приобретает все большую популярность среди резидентов и туристов. Цель данной работы состоит в выявлении особенностей и рисков использования транспортной сети Мурманской области. Основные задачи исследования: анализ всех видов транспорта Мурманской области, выявление и расчет рисков передвижения в Арктической зоне, формирование безопасных способов посещения основных туристических объектов. Гипотеза исследования: предполагается, что на территории Арктического региона присутствует ряд особенностей, не характерных для территорий центральной полосы России. В качестве методов исследования применены сбор, анализ и измерение. Ожидаемым результатом исследования является выявление особенностей и рисков, влияющих на транспортный поток и туристскую аттрактивность территорий.

Мурманская область – регион в составе Российской Федерации, входящий в состав Северо-Западного Федерального округа. Согласно указу президента Российской Федерации от 2 мая 2014 г. № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» с изменениями и дополнениями Мурманская область входит в состав Арктической зоны Российской Федерации.

Субарктический тип климата Мурманской области обусловлен территориальным положением региона, значительная часть которого находится за пределами Северного полярного круга. Из погодных особенностей данных территорий можно выделить холодные ветры, морозы, сильные снегопады и метели, являющиеся причиной ухудшения видимости при использовании автомобильных дорог.

Транспорт в Мурманской области – одна из важнейших составляющих частей экономики региона. Во многом роль Мурманской области в общей экономической системе России предопределили ее географическое положение и непосредственная близость к Северному морскому пути и Арктике, которая на данный момент, благодаря наличию большого запаса топливных и энергетических ресурсов, является перспективным для развития регионом.

Одним из самых перспективных проектов за последние годы является проект «Комплексное развитие Мурманского транспортного узла», который был реализован в рамках подпрограммы «Развитие экспорта транспортных услуг» федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010–2020 гг.)».

Транспортная система Мурманской области представлена железнодорожным, автомобильным, водным и авиатранспортом.

Особенно выгодным для области является наличие на ее территории глубоководного, незамерзающего Кольского залива Баренцева моря с непосредственным выходом в Атлантический и Северный Ледовитый океаны. Особое место в области занимает портовая инфраструктура, развитие которой позволяет обеспечивать экономическое развитие региона. На территории области функционируют несколько морских портов.

Основным портом региона является незамерзающий морской порт «Мурманск», основанный в 1915 г. и расположенный в акватории Кольского залива, который также является и базовым портом Северного бассейна по обеспечению перевозок грузов в районы Крайнего Севера и дальнего зарубежья.

В порту Мурманска базируются суда российских судоходных компаний, аварийно-спасательного флота и уникального атомного ледокольного флота. На территории порта расположено 111 причалов общей протяженностью примерно 13 246,48 метров.

Развитие железнодорожного транспорта в Мурманской области началось в начале 20 века с открытием Мурманской железной дороги. Железнодорожная сеть региона представлена транзитной железнодорожной магистралью Санкт-Петербург – Петрозаводск – Мурманск и другими железнодорожными линиями. Мурманское территориальное управление Октябрьской железной дороги обслуживает железнодорожные линии области, протяженность которых составляет 870 километров.

Учитывая некоторую отдаленность Мурманской области от центральной части России, особое значение для осуществления пассажирских перевозок имеет воздушный транспорт. На Кольском полуострове действует два аэропорта, осуществляющих наземное обслуживание воздушных судов и пассажиров, обработку багажа, грузов и почты (в г. Мурманске и в г. Апатиты), а также посадочные площадки местных воздушных линий.

Аэропорт «Мурманск» обслуживает около 750 тыс. пассажиров в год, аэропорт «Хибины» – около 39 тыс. пассажиров. На регулярной основе межрегиональные воздушные перевозки из аэропорта «Мурманск» осуществляют следующие авиакомпании: ЗАО «Нордавиа – региональные авиалинии», ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр», ПАО «Аэрофлот», АО «АК Трансаэро» [3].

Трансфер из аэропорта осуществляется при помощи автомобильного транспорта. Популярным способом передвижения внутри Мурманской области является такси, работающее через интернет-приложения Яндекс *Go* и *inDrive*. Оба сервиса по доставке могут не только перевозить пассажиров, но и осуществлять доставку товаров. Поездку можно осуществить в другой город. Яндекс *Go* предлагает стоимость поездки исходя из спроса, расстояния и уровня комфорта авто. В приложении *inDrive* цену за поездку предлагают пассажиры. Водители могут самостоятельно выбрать заказ или предложить другую цену.

Еще одним способом перемещения по сети автодорог является услуга индивидуального трансфера через приложение *GetTransfer*. Оно отличается от привычной услуги такси набором дополнительных функций по типу наличия бутилированной воды на борту автомобиля, интернета, встречи с табличкой в аэропорту, англоговорящего водителя и прочего. Заказы с водителем обсуждаются заблаговременно и имеют строгие условия договорной работы и оплаты.

Такой вид сервиса используется уже несколько лет, особенно он пользовался популярностью у контрагентов-юридических лиц, а также в международных поездках. С закрытием границ и ограничением международного туризма приложение обрело больший внутренний рынок туристов Российской Федерации. В Мурманской области приложение использовалось для поездок в Финляндию и Норвегию, на сегодняшний день популярными маршрутами стали рейсы Мурманск – Санкт-Петербург, Мурманск – Москва.

Следует отметить, что в районах Крайнего Севера наблюдаются недостаточные темпы развития дорожной сети. Гражданам РФ должно быть обеспечено повышение транспортной доступности и развитие транспортной инфраструктуры, в том числе в целях развития внутреннего туризма.

По состоянию на февраль 2023 г. в сеть автомобильных дорог общего пользования Мурманской области [2] входят дороги федерального, регионального или межмуниципального, а также местного значения, общая протяженность которых составляет 3 471,6 км. Более 2 000 км приходится на дороги регионального значения, из них более десяти перспективных маршрутов включены в опорную дорожную сеть России.

Согласно сайту и приложению для путешествий *Tripadvisor* были выявлены основные достопримечательности Мурманской области согласно рейтингу путешествующих. Ими стали: Памятник «Алеша» – памятник Защитникам Советского Заполярья в годы Великой Отечественной войны, Музейно-выставочный центр «Апатит», Атомный ледокол «Ленин», *Arctic Safari* (компания, туры), Мемориальный комплекс морякам, погибшим в мирное время, Па-

Таблица 1. Способы посещения основных туристских локаций Мурманской области

№	Основная достопримечательность согласно *Tripadvisor*	Локация	Способ добраться
1	Памятник «Алеша» – памятник Защитникам Советского Заполярья в годы Великой Отечественной войны	Мурманск	Авиа, Ж/д, Авто
2	Музейно-выставочный центр «Апатит»	Апатиты	Авиа, Ж/д, Авто
3	Атомный ледокол «Ленин»	Мурманск	Авиа, Ж/д, Авто
4	*Arctic Safari* (компания, туры в Териберку, Хибины, Терский берег)	1) Териберка 2) Апатиты 3) Умба	1) Авто 2) Авиа, Ж/д, Авто 3) Авто
5	Мемориальный комплекс морякам, погибшим в мирное время	Мурманск	Авиа, Ж/д, Авто
6	Памятник Ждущей	Мурманск	Авиа, Ж/д, Авто
7	Снежная деревня	Кировск	Авиа, Ж/д, Авто
8	Норд Стоун (компания, туры из Кировска в Хибины)	Кировск	Авиа, Ж/д, Авто
9	Большой Вудъявр	Кировск	Авиа, Ж/д, Авто
10	Мурманский океанариум	Мурманск	Авиа, Ж/д, Авто

мятник Ждущей, Снежная деревня, Норд Стоун (компания, туры), Большой Вудъявр, Мурманский океанариум [1].

Распределив посещаемые объекты по месту их нахождения, мы получим следующие популярные туристские маршруты – табл. 1.

Таким образом, посещение любой популярной туристской локации требует использования автотранспорта. Основная нагрузка идет на трассу «Кола», на участок от Карелии до развилки на Апатиты.

Оценить индивидуальный риск человека пострадать при попадании в дорожно-транспортное происшествие на исследуемом участке можно по формуле:

$$R_{\text{инд.}} = P_i * P_{\text{пр } i}, \quad (1)$$

где P_i – вероятность возникновения дорожно-транспортного происшествия (**ДТП**); $P_{\text{пр } i}$ – условная вероятность присутствия человека в зоне ДТП.

Ранее оценка риска попадания в зону перекрытия по предложенной формуле проводилась в публикации А.В. Тулиной, К.В. Хорошилова «Анализ рисков перекрытия движения на автодороге «Кола – Серебрянские ГЭС», связанных с возникновением природных явлений». Оценивались участок «Кола – Серебрянские ГЭС» с 40-го по 95-й км и «Автоподъезд к селу Териберка» с 10-го по 40-й км. В результате расчета индивидуального риска попадания в зону перекрытия согласно формуле (1) будет равен $1{,}73 * 10^{-3}$ год.

При наличии полной статистики по количеству ДТП и пассажиропотоку на указанных участках можно оценить индивидуальный риск человека пострадать при попадании в ДТП.

Особенностью Мурманской области как части Арктического региона является субарктический климат, способствующий возникновению ДТП посредством снежных заносов и ухудшения видимости. Выявлено, что самым популярным и в то же время имеющим большие риски является автотранспорт. Именно поэтому автотуристам при путешествии по Мурманской области следует учитывать возможности заторов и гололеда на дорогах. Маршрут необходимо планировать исходя из дорожной обстановки и новостных упоминаний.

Список литературы

1. 10 лучших достопримечательностей Мурманской области 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.tripadvisor.ru/Attractions-g2324024-Activities-a_sort.TRAVELER__5F__

RANKED-Murmansk_Oblast_Northwestern_District.

2. Государственное областное казенное учреждение по управлению автомобильными дорогами Мурманской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.madroad.ru.

3. Система обмена туристской информацией [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.nbcrs.org/regions/murmanskaya-oblast/aviatsionnyy-transport.

4. Тулина, А.В. Анализ рисков перекрытия движения на автодороге «Кола – Серебрянские ГЭС», связанных с возникновением природных явлений / А.В. Тулина, К.В. Хорошилов // Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации : материалы научно-практической конференции, Мурманск, 04–07 апреля 2023 года. – М. : Мурманский арктический государственный университет, 2023. – С. 311–313.

References

1. 10 luchshikh dostoprimechatel'nostey Murmanskoy oblasti 2023 [Electronic resource]. – Access mode : https://www.tripadvisor.ru/Attractions-g2324024-Activities-a_sort.TRAVELER__5F__RANKED-Murmansk_Oblast_Northwestern_District.

2. Gosudarstvennoye oblastnoye kazennoye uchrezhdeniye po upravleniyu avtomobil'nymi dorogami Murmanskoy oblasti [Electronic resource]. – Access mode : http://www.madroad.ru.

3. Sistema obmena turistskoy informatsiyey [Electronic resource]. – Access mode : https://www.nbcrs.org/regions/murmanskaya-oblast/aviatsionnyy-transport.

4. Tulina, A.V. Analiz riskov perekrytiya dvizheniya na avtodoroge «Kola – Serebryanskiye GES», svyazannykh s vozniknoveniyem prirodnykh yavleniy / A.V. Tulina, K.V. Khoroshilov // Preduprezhdeniye i likvidatsiya chrezvychaynykh situatsiy v Arkticheskoy zone Rossiyskoy Federatsii : materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Murmansk, 04–07 aprelya 2023 goda. – M. : Murmanskiy arkticheskiy gosudarstvennyy universitet, 2023. – S. 311–313.

© А.В. Тулина, Т.С. Кравцова, 2023

УДК 338.45

С.Ю. ИЛЬИН
ФГАОУ ВО «Московский государственный юридический университет имени О.Е. Кутафина (МГЮА)», г. Москва

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЗАЦИЙ

Ключевые слова: организации; производство; современные направления развития; устойчивость.

Аннотация. Цель исследования – разработка инструментария по оценке показателей устойчивости производства юридических лиц, занятых в системе национальной экономики, функционирующей в современных хозяйственных условиях в текущих исторических реалиях. Задачи исследования: рассмотреть тенденции развития производства современных организаций и сформировать по ним методики исчисления показателей, соответствующих этой сфере деятельности. Гипотеза: в чем состоит смысловое содержание формализованных зависимостей между результирующими и промежуточными показателями устойчивости производства современных организаций? Методы исследования: единство расчетно-конструктивного способа и способов дедукции и индукции, применяемых при формализации выбранных для исследования показателей. Ожидаемые результаты исследования: построить методики оценки показателей устойчивости производства современных организаций.

Хозяйственный механизм государств, особенно стран с постиндустриальным и индустриальным уровнями развития, опирается прежде всего на производственные отрасли как на авангардный источник материальных и нематериальных благ продовольственного и непродовольственного назначения, необходимых населению для квалифицированного осуществления профессиональной деятельности и полноценного бытового обустройства, полномасштабно влияющих на эффективное функционирование отечественной национальной экономики и поддержание ее конкурентоспособности среди национальных экономик мирового сообщества, в том числе в континентальных пределах, иначе говоря, на проявление степени ее лидерства в системе интернационализации (транснационализации и интеграции) воспроизводственных процессов [1; 2; 3]. Данный факт является объективной реальностью и символизирует первичность выпуска товаров и оказания услуг на протяжении всех общественно-экономических формаций, а также знаменует усиление требований к формированию и ведению производства в текущих хозяйственных условиях с ориентированием на дальнейшую эволюцию производительных сил и производственных отношений с учетом складывающихся тенденций (направлений) под воздействием технико-технологического фактора, играющего наиболее существенную роль в производительности рабочей силы и средств производства и ее интенсификации.

1. Тесная конкордация между производственным и финансовым планами. При товарно-денежных отношениях производство, безусловно, остается главной стадией кругооборота капитала, но при этом повышается удельный вес товарной продукции по сравнению с продукцией, предназначенной для потребления в собственном хозяйстве и отпущенной на прирост запасов, в связи со стремлением руководства сблизить планируемые и фактические объемы ее сбыта, и потому прямые и косвенные методики расчета показателей производственной эффективности им следует адаптировать к сопоставлению с затратами результата не только в форме доходов, но и в форме прибыли для целостности и органичности анализа финансового состояния, в частности, деловой активности и рентабельности, раскрывающих не только степень доходности и прибыльности, но и тип воспроизводства (суженное, простое, расширенное).

2. Усиленная поступательность денежных притоков в базовую интерполяционную среду

(основное производство) из инфраструктурной интерполяционной среды (вспомогательного и обслуживающего производств), чей вектор специализации претерпел весомые изменения ввиду стремительного перехода от трудоемких к трудосберегающим технологиям и переливу финансовых ресурсов из механизированных к автоматизированным проектам на всех стадиях, включая оснастку прогрессивными средствами и предметами труда и, соответственно, скалярность показателей затрат на формирование комлексности и системности производственных операций.

3. Стоимостное единение показателей устойчивости базовых и инфраструктурных интерполяционных подразделений по непосредственным и опосредованным показателям эффективности, участвующих в симбиозе аддитивных, мультипликативных и кратных зависимостей, объединяющих тесными корреляционными связями искомые общие и частные показатели.

По сложившимся современным тенденциям скомпонуем общие методики устойчивости развития производства современных организаций (формулы (1), (2), (3), (4)):

$$У_{с_{рпо(пд)}} = \frac{1}{У_{с_{рбип(кд)}} + У_{с_{рдивп(кд)}} + У_{с_{рдиоп(кд)}}}, \quad (1)$$

где $У_{Српо(пд)}$ – общая прямая устойчивость развития производства организаций по доходам; $У_{Србип(кд)}$ – косвенная устойчивость базовых интерполяционных подразделений по доходам; $У_{Срдивп(кд)}$ – косвенная устойчивость дополнительных интерполяционных вспомогательных подразделений по доходам; $У_{Сдиоп(кд)}$ – косвенная устойчивость дополнительных интерполяционных обслуживающих подразделений по доходам;

$$У_{с_{рпо(пп)}} = \frac{1}{У_{с_{рбип(пп)}} + У_{с_{рдивп(кп)}} + У_{с_{рдиоп(кп)}}}, \quad (2)$$

где $У_{Српо(пп)}$ – общая прямая устойчивость развития производства организаций по прибыли; $У_{Србип(кп)}$ – косвенная устойчивость базовых интерполяционных подразделений по прибыли; $У_{Срдивп(кп)}$ – косвенная устойчивость дополнительных интерполяционных вспомогательных подразделений по прибыли; $У_{Сдиоп(кп)}$ – косвенная устойчивость дополнительных интерполяционных обслуживающих подразделений по прибыли;

$$У_{с_{рпо(кд)}} = \left(\frac{1}{У_{с_{рбип(пд)}} + У_{с_{рдивп(пд)}} + У_{с_{рдиоп(пд)}}} \right), \quad (3)$$

где $У_{Српо(кд)}$ – общая косвенная устойчивость развития производства организаций по прибыли; $У_{Србип(пд)}$ – прямая устойчивость базовых интерполяционных подразделений по доходам; $У_{Срдивп(пд)}$ – прямая устойчивость дополнительных интерполяционных вспомогательных подразделений по доходам; $У_{Сдиоп(пд)}$ – прямая устойчивость дополнительных интерполяционных обслуживающих подразделений по доходам;

$$У_{с_{рпо(кп)}} = \left(\frac{1}{У_{с_{рбип(пп)}} + У_{с_{рдивп(пп)}} + У_{с_{рдиоп(пп)}}} \right), \quad (4)$$

где $У_{Српо(кп)}$ – общая косвенная устойчивость развития производства организаций по прибыли; $У_{Србип(пд)}$ – прямая устойчивость базовых интерполяционных подразделений по прибыли; $_{УСрдивп(пд)}$ – прямая устойчивость дополнительных интерполяционных вспомогательных подразделений по прибыли; $У_{Сдиоп(пп)}$ – прямая устойчивость дополнительных интерполяционных обслуживающих подразделений по прибыли.

Заимствуя разработанные авторские методики, организации будут иметь монолитный инструментарий по оценке качества развития производства по совокупности хозяйственных операций и отдельным их разновидностям, приносящим прибыль и не приносящим ее, но позволяющим сэкономить на живых и овеществленных издержках (последние на сегодняшний день имеют ключевое значение, поскольку факторы «труд» и «капитал» нивелированы по причине технологий, исключающих моральное старение машин и оборудования и перерасход запасов). Такая система анализа представленных индикаторов позволит изыскать всесторонние резервы экономического роста производства и, несомненно, остальных этапов, находящихся с ним в единой логистической цепочке (стадии заготовления и стадии реализации), и организации смогут поддерживать свою конкурентоспособность и свои

лидерские позиции на предельном уровне и не сомневаться в длительной продолжительности жизненного цикла своего функционирования.

Список литературы

1. Голубев, С.С. Государственные механизмы парирования угроз для устойчивого функционирования и развития предприятий оборонно-промышленного комплекса в условиях гибридной войны / С.С. Голубев, А.М. Губин, Н.Ю. Романенко // Государство и право России в современном мире: Сборник докладов XII Московской юридической недели. В 5-ти частях. – М., 2023. – С. 116–122.
2. Остаев, Г.Я. Совершенствование методологии управленческого учета / Г.Я. Остаев, И.М. Гоголев, М.М. Кислицкий // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2019. – № 7 (52). – С. 28–33.
3. Харитонович, А.В. Модель развития объекта управления / А.В. Харитонович // Глобальный научный потенциал. – СПб : ТМБпринт. – 2017. – № 3(72). – С. 44–50.

References

1. Golubev, S.S. Gosudarstvennyye mekhanizmy parirovaniya ugroz dlya ustoychivogo funktsionirovaniya i razvitiya predpriyatiy oboronno-promyshlennogo kompleksa v usloviyakh gibridnoy voyny / S.S. Golubev, A.M. Gubin, N.YU. Romanenko // Gosudarstvo i pravo Rossii v sovremennom mire: Sbornik dokladov XII Moskovskoy yuridicheskoy nedeli. V 5-ti chastyakh. – M., 2023. – S. 116–122.
2. Ostayev, G.YA. Sovershenstvovaniye metodologii upravlencheskogo ucheta / G.YA. Ostayev, I.M. Gogolev, M.M. Kislitskiy // Ekonomika, trud, upravleniye v sel'skom khozyaystve. – 2019. – № 7 (52). – S. 28–33.
3. Kharitonovich, A.V. Model' razvitiya ob"yekta upravleniya / A.V. Kharitonovich // Global'nyy nauchnyy potentsial. – SPb : TMBprint. – 2017. – № 3(72). – S. 44–50.

© С.Ю. Ильин, 2023

УДК 336.774

Ю.С. КОРНЕВ
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара

ПАРАМЕТРИЗИРУЕМАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛИЗИНГОВОГО КАЛЬКУЛЯТОРА ДЛЯ БЫСТРЫХ РАСЧЕТОВ

Ключевые слова: лизинговый калькулятор; модель расчета платежей в финансовой аренде; системы автоматизации учета.

Аннотация. Цель исследования заключается в поиске и анализе высокоэффективных методов расчета лизинговых графиков платежей с вычислительной точки зрения для использования в автоматизированных системах учета. Выдвинута гипотеза о том, что от функциональных возможностей лизингового калькулятора, способного учесть все многообразие параметров, зависит, насколько легко компания-лизингодатель сможет удовлетворить потребности своих клиентов. В работе представлена параметризируемая модель лизинга, в рамках которой различные бизнес-сценарии определения параметров графиков платежей классифицированы на два типа задач. В качестве итогов исследования автором предложены два метода расчета: аналитический и итерационный, обладающие простой реализацией и быстрой сходимостью.

Центральной и одной из наиболее важных задач при автоматизации лизинговой компании является задача построения графика платежей. При попытке вникнуть во все сложности взаимоотношений лизинговой компании и клиентов можно выделить множество параметров лизингового договора, значения которых стороны стремятся сбалансировать для получения приемлемого графика платежей, учитывая и финансовые интересы лизинговой компании. Все эти параметры можно разделить на две основные группы.

1. Параметры, определяющие размер финансирования на начальном этапе.

2. Параметры, определяющие размер платежей со стороны клиента в пользу лизинговой компании.

Первая группа состоит из следующего набора параметров.

1. Стоимость предмета лизинга.

2. Размер авансового платежа со стороны клиента.

3. Различные комиссии и услуги, предоставляемые со стороны лизинговой компании и поставщиком предмета лизинга.

4. Дополнительные сторонние услуги, такие как работы по установке и настройке приобретаемого оборудования.

5. Услуги страхования, оборудование для мониторинга за предметом лизинга со стороны лизингодателя и многие другие.

Фактически всю первую группу параметров с точки зрения графика платежей можно свести к одному – размер финансирования F:

$$F = C + U_1 + U_2 + ... + U_n - A, \qquad (1)$$

где C – стоимость предмета лизинга; U_n – любые виды расходов, увеличивающих затраты, связанные с приобретением предмета лизинга; A – размер авансового платежа со стороны клиента.

Вторая группа параметров может включать в себя следующие.

1. Ставка финансирования (r) – ставка, по которой лизинговая компания предоставила кредит на первоначальном этапе. Соответственно, ставка определяет размер процентного дохода, который должен выплатить клиент.

2. Некоторые периодические услуги, оплачиваемые лизинговой компанией в период лизинговых платежей. Примером таких услуг могут служить страховые взносы во второй и последующие годы действия договора лизинга.

Вторая группа параметров вместе с размером финансирования определяет размер ежемесячного i-го (i = 1 по N, где N – количество периодов) платежа и может быть записана в

Таблица 1. График платежей

Период	Платежи (CF_i)	Дополнительные услуги	Погашение долга	Проценты	Остаток долга
1	CF_1	P_1	T_1	R_1	S_1
2	CF_2	P_2	T_2	R_2	S_2
3	CF_3	P_3	T_3	R_3	S_3
...					
N	CF_N	P_N	T_N	R_N	S_N

следующем виде:

$$CF_i = T_i + R_i + P_i, \quad (2)$$

где CF_i – размер платежа в i-месяце; T_i – размер погашения основного долга; R_i – размер погашения процентов, накопленных за текущий месяц по ставке r; P_i – стоимость дополнительных расходов.

Если опустить за рамки данной статьи такие понятия, как амортизация предмета лизинга и НДС, то в конечном счете клиента интересует график выплат за предмет лизинга и размер переплаты. При этом размер платежей в каждом месяце в общем случае может быть абсолютно произвольным. Графики бывают равномерными (аннуитетными), убывающими (регрессивными), ступенчатыми, сезонными, либо каждый платеж может определяться индивидуально на основе прогнозируемых возможностей по денежным потокам со стороны клиента. В общем случае мы должны получить график – табл. 1.

В итоге имеем достаточно большой набор параметров, часть из которых определяется на основе потребностей клиентов или ограничений по результатам оценки кредитоспособности и финансового состояния клиента. Основная задача заключается в поиске графика платежей CF_i при известных остальных параметрах.

Размер переплаты CF_{ovp} вычисляется как разница между суммой финансирования и суммой выплат:

$$CF_{ovp} = -F + \sum_{i=1}^{N} CF_i. \quad (3)$$

Формула (3) не учитывает дополнительные услуги, которые могут оплачиваться лизинговой компанией и включаться в общий. С учетом услуг формула примет следующий вид (4):

$$CF_{ovp} = -F - \sum_{i=1}^{N} P_i + \sum_{i=1}^{N} CF_i \Rightarrow$$
$$CF_{ovp} = -F + \sum_{i=1}^{N} (CF_i - P_i). \quad (4)$$

Конечной целью текущей задачи будет поиск графика платежей при известной сумме финансирования F и ставке r. При этом r представляет собой ставку за один период, а периодичность определяется в месяцах. Для решения этой задачи можно воспользоваться формулой расчета чистой приведенной стоимости (NPV) в рамках проектного финансирования (5):

$$NPV = \sum_{i=0}^{N} \frac{CF_i}{(1+r)^i}. \quad (5)$$

Или с учетом возможных оплат дополнительных услуг (6):

$$NPV = \sum_{i=0}^{N} \frac{CF_i - P_i}{(1+r)^i}. \quad (6)$$

При этом $CF_0 = -F$, т.е. размер финансирования с обратным знаком.

Как только график будет подобран корректно при заданной целевой ставке финансирования, то значение NPV в формуле (6) будет нулевым. Перепишем формулу уравнения, которое нам необходимо будет решить, применив следующие преобразования.

1. Проведем замену $CF_i = a * K_i$, где a – общий коэффициент для всех слагаемых, K_i

Таблица 2. График платежей

Период	*K*, равномерный	*K*, слабо убывающий	*K*, быстро убывающий	*K*, произвольный
1	1	150	120	1
2	1	145	110	1
3	1	140	100	1
4	1	135	90	0
5	1	130	80	0
6	1	125	70	0
7	1	120	60	0,5
8	1	115	50	0,5
9	1	110	40	0,5
10	1	105	30	1
11	1	100	20	1
12	1	95	10	1

можно интерпретировать как вес платежа.

2. Выделим первое слагаемое, которое представляет собой сумму финансирования.

В результате получим запись вида (7):

$$\sum_{i=1}^{N} \frac{aK_i - P_i}{(1+r)^i} - F = 0. \qquad (7)$$

Данная формула уже может непосредственно применяться при построении графика платежей при целевой ставке *r*. Набор коэффициентов $K_i, i = \overline{1,n}$ задает характер графика платежей. Например, для равномерного графика все коэффициенты равны единому значению. Для убывающего графика можно задать линейный с некоторым коэффициентом убывания или любой другой способ убывания или возрастания. С точки зрения пользователя, который формирует график, его задача – выбрать один из предопределенных шаблонов, а система при заданных параметрах произведет расчет графика платежей (табл. 2).

В табл. 2 приведены примеры шаблонов для годовых графиков, состоящие из наборов коэффициентов. Выбрав один из таких шаблонов или задав коэффициенты произвольным образом, расчет графика сводится к несложным вычислениям.

1. Расчет коэффициента *a* по формуле:

$$a = \frac{F - \sum_{i=1}^{N} \frac{P_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^{N} \frac{K_i}{(1+r)^i}}. \qquad (8)$$

2. Расчет платежей графика:

$$CF_i = a * K_i. \qquad (9)$$

3. Последовательный расчет размера погашаемых процентов и основного долга в каждом платеже по формулам (10):

$$\begin{aligned} S_0 &= F; \\ R_i &= S_{i-1} * r; \\ T_i &= CF_i - R_i - P_i; \\ S_i &= S_{i-1} - T_i. \end{aligned} \qquad (10)$$

Таким образом, получаем аналитический способ построения базового графика. Данный метод закроет большое количество вариантов графиков, но на практике также встречается потребность в построении графика, когда со стороны клиента высказано пожелание на фиксированный размер платежей в определенные периоды. Данная задача слабо отличается от рассмотренного варианта и для ее решения до-

статочно модифицировать формулу (7). Для этого обозначим платежи, размер которых заранее известен, через CF'_i и примем все коэффициенты K_i, в периодах которых платеж фиксирован, равными нулю (11):

$$\sum_{i=1}^{N} \frac{aK_i + CF_i^{'} - P_i}{(1+r)^i} - F = 0; \quad K_i = 0, \text{ если } CF_i^{'} \text{ задан.} \tag{11}$$

Коэффициент a может быть найден по формуле:

$$a = \frac{F - \sum_{i=1}^{N} \frac{P_i - CF_i^{'}}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^{N} \frac{K_i}{(1+r)^i}}. \tag{12}$$

Далее сам график находится по тем же соотношениям, которые приведены в наборе формул (8)–(10), за исключением того, что часть платежей CF'_i была задана в условиях задачи и не нуждается в вычислении.

Модифицированный вариант решения (11) на практике также закрывает несколько дополнительных классов задач лизинговой компании. Как правило, это вторичные расчеты, когда уже есть базовый график и необходимо осуществить пересчет графика при зафиксированном состоянии определенного количества ранних периодов. В качестве примера можно привести следующие случаи.

1. В первоначальный расчетный график внесли некоторые изменения и необходимо отрегулировать график за счет выкупного платежа, чтобы сохранить целевую доходность для лизинговой компании. Выкупной платеж в приведенных соотношениях представляет член CF_N.

2. Различные виды реструктуризации графиков платежей. В этом случае часть периода лизинга уже прошла и платежи, совершенные в прошлом, уже известны или известен факт задержки платежей. В таком случае необходимо рассчитать график платежей в будущих периодах при сохранении доходности в целом.

Рассмотрим второй класс подзадач при построении графиков платежей, который на практике может звучать следующим образом.

1. Все платежи графика задаются вручную. Например, в базовый график, полученный ранее описанным способом, вносится изменение в ряд платежей с целью уменьшить переплату клиента. Задача – вычислить ставку финансирования.

2. Все платежи графика корректируются путем округления значений платежей до целых значений или, например, до тысяч. При этом целевая ставка будет нарушена и необходимо рассчитать ее в условиях нового графика для проверки доходности в новых условиях.

Возьмем выражение (6), приравняем к нулю, умножим на $(1 + r)^N$ и распишем развернуто (13):

$$CF_0(1+r)^N + (CF_1 - P_1)(1+r)^{N-1} + (CF_2 - P_2)(1+r)^{N-2} + \ldots + (CF_{N-1} - P_{N-1})(1+r) + CF_N - P_N = 0. \tag{13}$$

Необходимо разрешить данное уравнение относительно r. Фактически имеем алгебраическое уравнение степени N, степень в нашем случае отражает продолжительность лизинговых отношений, поэтому значение степени, как правило, будет превышать 12. Найти аналитический способ решения такого уравнения, вероятно, не получится. Поэтому из практических соображений определим численный метод решения данного уравнения.

Для начала определим начальный интервал, в рамках которого будет производиться поиск решения. В общем случае алгебраическое уравнение N-й может иметь до N корней, но нас интересует только одно решение, удовлетворяющее определенным свойствам. Значение r должно быть действительным числом и положительным по знаку. В качестве начального диапазона рассмотрим интервал (14):

$$L_r = (r_{\min}, r_{\max}) = (0, \frac{CF_{ovp}}{CF_0}). \tag{14}$$

При $r = 0$ левая часть уравнения (13) выражается в соотношении (4) и показывает размер переплаты CF_{ovp}. Очевидно, что размер переплаты при $r = 0$ должен быть положительным. Если значение переплаты не будет положительным, то это означает, что объем средств по графику, которые должен вернуть клиент, меньше размера выданного финансирования. Т.е. перед попыткой решения можно проверить, что значение переплаты CF_{ovp} по формуле (4) имеет

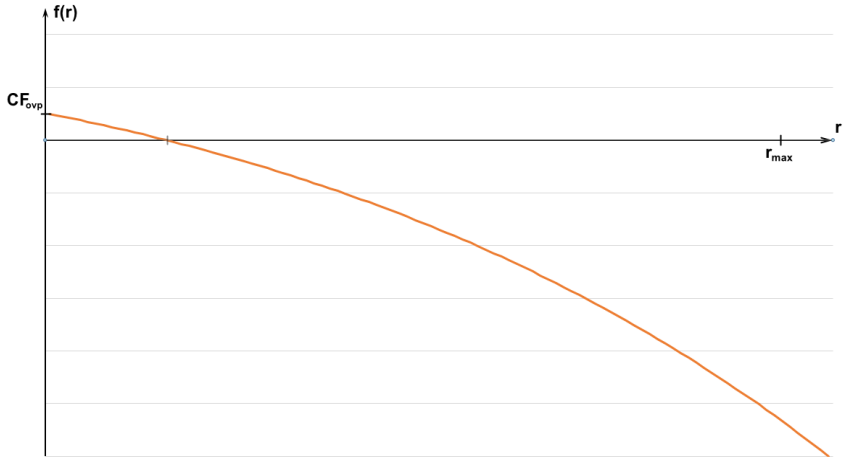


Рис. 1. График зависимости потока от ставки финансирования *r*

положительное значение. В качестве максимального значения возьмем случай, при котором все выплаты будут произведены в первый же период: это будет соответствовать ставке, при которой левая часть уравнения гарантированно будет отрицательной. Таким образом, имеем начальный диапазон поиска решения, на граничных значениях которого функция принимает отрицательное и положительное значения. График в общем виде представлен на рис. 1.

В качестве метода численного решения уравнения идеально подойдет метод бисекции, который с необходимой точностью позволит быстро найти значение параметра *r*.

Решение задач первого и второго типа позволяет построить любой график платежей. Оба представленных алгоритма решения задач имеют низкую вычислительную сложность. Для первого типа задач предложена модель расчетов с одним параметром, для которой найдено аналитическое решение. Тем не менее для первой задачи вычисление производится для массива данных, зависящего от длины периода N, т.е. вычислительная сложность алгоритма $O(N)$. Для второго типа задач вычислительная сложность зависит от выбранного интервала (L_r) поиска решения и количества периодов N в графике, таким образом, получаем $O(N*log(L_r))$. Так как N принимает небольшие значения, а интервал L_r ограничен небольшим диапазоном значений, то решение находится практически мгновенно. Сочетание предложенных методов или их небольшая модификация под конкретные специфичные случаи позволяют гибко подойти к вопросу построения графика платежей на первом этапе и его модификации на последующих без необходимости решать многопараметрические системы уравнений или уравнения высокого порядка.

Список литературы

1. Абрамов, Р.Н. Методы расчета лизинговых платежей / Р.Н. Абрамов // Актуальные вопросы экономических наук. – 2008. – № 3-2. – С. 183–189.
2. Нечаев, А.С. Методика расчета платежей при различных формах кредитования / А.С. Нечаев // Вестник УГТУ-УПИ. Серия: Экономика и управление. – 2009. – № 3. – С. 118–132.
3. Евтушено, Л.С. Методики расчета лизинговых платежей / Л.С. Евтушено // Достижения вузовской науки. – 2015. – № 15.
4. Авдеева, Р.А. К вопросу выбора оптимальной методики расчета лизинговых платежей в современной деловой практике / Р.А. Авдеева // ЦИТИСЭ, 2023. – № 2.
5. Бузина, Т.С. О применении методов параметрического программирования для моделирования структуры лизинговых платежей / Т.С. Бузина, А.Э. Бузин, Р.В. Романов // iPolytech Journal. – 2017. – № 3(122).

References

1. Abramov, R.N. Metody rascheta lizingovykh platezhey / R.N. Abramov // Aktual'nyye voprosy ekonomicheskikh nauk. – 2008. – № 3-2. – S. 183–189.
2. Nechayev, A.S. Metodika rascheta platezhey pri razlichnykh formakh kreditovaniya / A.S. Nechayev // Vestnik UGTU-UPI. Seriya: Ekonomika i upravleniye. – 2009. – № 3. – S. 118–132.
3. Yevtusheno, L.S. Metodiki rascheta lizingovykh platezhey / L.S. Yevtusheno // Dostizheniya vuzovskoy nauki. – 2015. – № 15.
4. Avdeyeva, R.A. K voprosu vybora optimal'noy metodiki rascheta lizingovykh platezhey v sovremennoy delovoy praktike / R.A. Avdeyeva // TSITISE, 2023. – № 2.
5. Buzina, T.S. O primenenii metodov parametricheskogo programmirovaniya dlya modelirovaniya struktury lizingovykh platezhey / T.S. Buzina, A.E. Buzin, R.V. Romanov // iPolytech Journal. – 2017. – № 3(122).

© Ю.С. Корнев, 2023

УДК 339.16

ЛЮ ХУАЦЗЯНЬ
ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», г. Москва

БУДУЩЕЕ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Ключевые слова: бизнес-модель; маркетплейс; цифровая трансформация; цифровые технологии; электронная коммерция; экосистема электронной торговли.

Аннотация. Цель – проанализировать особенности цифровой трансформации российского рынка электронной коммерции. Задачи: рассмотреть этапы развития экосистемы электронной торговли; описать функции маркетплейсов; проанализировать влияние цифровых технологий на бизнес-модели участников рынка. Методы: анализ научной литературы, статистических данных, кейс-стади компаний. Результаты: выделены основные направления цифровой трансформации российского рынка электронной коммерции, проанализированы функции маркетплейсов как ядра экосистемы, рассмотрены изменения в поведении потребителей и бизнес-моделях ритейлеров.

Введение

Цифровизация торговли в России в период пандемии стала одним из ключевых факторов, стимулирующих рост коммерческой деятельности в сфере торговли. Переход к электронным формам продаж товаров и услуг позволил бизнесу адаптироваться к новым вызовам и сохранить или даже расширить свою долю на рынке в условиях ограничений, связанных с распространением коронавируса. Она основана на ускоренном внедрении новых информационно-компьютерных технологий и глобальном распространении Интернета, что коренным образом меняет бизнес-модели предприятий. Цифровая трансформация затрагивает все аспекты торговли и способствует расширению международного сотрудничества.

Использование цифровых технологий позволяет торговым компаниям оптимизировать бизнес-процессы, адаптируя их под меняющиеся потребности клиентов. Это сокращает издержки, увеличивает выручку и повышает эффективность бизнеса. Исследования демонстрируют более высокие темпы цифровой трансформации розничной торговли по сравнению с другими сферами.

Таким образом, цель настоящего исследования состоит в анализе особенностей цифровой трансформации российского рынка розничной торговли на примере предприятий электронной коммерции.

Исходя из цели исследования, были сформулированы его задачи:

– рассмотрение этапов развития экосистемы электронной торговли;
– описание функций маркетплейсов;
– анализ влияния цифровых технологий на бизнес-модели участников рынка.

Результаты

Специалисты отмечают, что цифровая трансформация российской экономики отстает от уровня западных государств. Ученые одного из ведущих российских университетов разработали показатель, позволяющий оценить степень использования цифровых технологий бизнесом в России, странах Европы, Южной Корее, Турции и Японии. Данный индекс позволяет сравнить уровень цифровизации компаний в различных странах. Оценивались скорость цифровой трансформации, использование интернета, облачных сервисов, *ERP* и вовлеченность в электронную торговлю. Лидерами стали Финляндия, Бельгия и Нидерланды. Россия находится рядом с Польшей и Грецией в последней десятке. Цифровая трансформация стала од-

ной из стратегических целей России до 2030 г. в рамках нацпрограммы «Цифровая экономика РФ» [1].

Российский рынок электронной торговли развивается, но не все предприятия готовы к цифровизации из-за внешних и внутренних ограничений. Цифровая трансформация – процесс интеграции цифровых технологий для повышения эффективности бизнеса. Изменилось поведение покупателей, ставших активными участниками онлайн-среды. В 2019 г. онлайн-покупки совершили 2 млрд человек, оборот глобального рынка электронной коммерции составил более 3,5 трлн долларов. В России оборот вырос в 11 раз с 2010 г. и достиг 3 трлн рублей в 2020 г.

В 2022 г. объем продаж на розничном рынке России, согласно оценкам *Data Insight*, составил 5,7 трлн рублей и 2,8 млрд заказов [2]. Ускорение темпов роста также обусловлено инвестициями крупных ритейлеров, таких как «Магнит», «*X*5», «Лента» и «Озон», в развитие бизнеса, трансформацию моделей интернет-маркетплейсов, рекламу и цифровую инфраструктуру. Откликаясь на готовность потребителей к онлайн-покупкам, что было усилено пандемией, российский ритейл стал больше уделять внимания бизнес-аналитике, оптимизации процессов, социальным сетям, обмену данными, поиску новых коммуникационных каналов с акцентом на клиентский опыт и удовлетворение потребностей.

COVID-19 стимулировал развитие цифровой экономики. Согласно прогнозам *Data Insight* средние ежегодные темпы роста рынка онлайн-торговли и электронной коммерции составят не менее 6 % до 2024 г. Общий дополнительный прирост за счет пандемии превысит 4 трлн рублей из 23 трлн рублей прогнозируемого объема рынка [2].

Триггерами цифровой трансформации, по мнению руководителя отдела данных агентства *Rufus Leonard* Х. Кинга, являются изменения в спросе, технологиях и конкуренции. Кинг определяет цифровую трансформацию как масштабную трансформацию бизнес-функций и инфраструктуры предприятия на основе цифровых технологий [4]. В свою очередь, российский исследователь В. Меспорян рассматривает цифровую трансформацию как революционные преобразования бизнес-моделей с помощью цифровых решений, что приводит к коренным изменениям на рынке и значительному повышению конкурентных позиций компаний. Суть цифровой трансформации, по его мнению, заключается в радикальном обновлении подходов к ведению бизнеса благодаря использованию цифровых платформ и технологий, что дает мощный импульс для развития рынка и повышения эффективности деятельности организаций [3].

Позиция последнего автора отчасти совпадает с трактовкой цифровой трансформации, предложенной Х. Кингом, который подчеркивает необходимость трансформации бизнес-процессов и перехода к инновационным бизнес-моделям с целью достижения желаемого эффекта. Кинг акцентирует внимание на том, что цифровая трансформация предполагает изменение способов ведения бизнеса и переход к новым подходам к построению бизнес-моделей компаний для достижения поставленных целей. Предлагается следующее определение: цифровая трансформация – возможные изменения основных компонентов электронной коммерции, в частности, под влиянием инноваций и цифровизации, для повышения конкурентоспособности за счет онлайн-транзакций. Такая реструктуризация требует понимания рынка, времени и ресурсов, а также навыков руководства для кастомизации покупателей. Результаты включают сокращение затрат и рост эффективности.

Деятельность предприятий электронной коммерции базируется в первую очередь на специальных цифровых платформах. Внедрение платформ позволяет интегрировать всех участников рынка для создания новой экосистемы с взаимовыгодным сотрудничеством. Успешными станут компании, использующие бизнес-модели для трансформации цепочек создания стоимости.

Термин «экосистема бизнеса» введен в 1993 г. Д. Муром для обозначения сети взаимозависимых организаций и заинтересованных сторон, сосредоточенных вокруг ключевого продукта и развивающих свои возможности на принципах конкуренции и сотрудничества [5].

Цифровая платформа является основой электронной торговли, объединяя участников цепочки создания стоимости. Потребители имеют большую власть, так как могут участвовать в нескольких экосистемах одновременно.

Экосистема электронной торговли проходит этапы развития: создание, расширение, стабильность и обновление. На любом этапе инновации нарушают равновесие, требуя со-

вместных действий участников. Этап создания датируется 2015–2016 гг., когда взаимодействие торговли и программного обеспечения (**ПО**) повысило эффективность.

На этапе расширения развиваются новые бизнес-модели, применяются технологии, формируются омниканальность и логистика. В экосистему входят производители, логисты, покупатели, маркетплейсы и организации, взаимодействующие в цифровой среде.

За последние годы маркетплейсы стали популярным каналом продаж. Сотрудничество с ними повышает продажи, открывая новые рынки при экономии затрат. Это одна из ведущих бизнес-моделей, активно развивающаяся с 2015 г.

Цель создания маркетплейса – обеспечить условия для взаимодействия экономических субъектов с целью извлечения прибыли путем посредничества между покупателями и продавцами вследствие максимального удовлетворения потребностей потребителей на основе использования цифровых платформ. С помощью статистических и аналитических инструментов, реализованных в электронных торговых площадках, участники рынка могут принимать решения по развитию бизнеса без дополнительных затрат.

Хотя маркетплейс не является собственником товаров, он обладает технологической инфраструктурой в виде интегрированных ИТ-систем, которые обеспечивают оптимальное взаимодействие всех участников рынка. На примере крупнейшего онлайн-ритейлера можно отметить, что лишь 10–15 % ассортимента в каждой категории принадлежит непосредственно компании, остальное представлено сторонними продавцами, несмотря на наличие полумиллиарда товарных позиций.

Функции маркетплейса представляется целесообразным изучить на примере *Wildberries*: формирование нормативно-правовой базы, привлечение партнеров, разработка логистических решений, создание веб-сайта и мобильных приложений, формирование инструментов электронной коммерции, обеспечение удобной модели взаимодействия при покупке, разработка контента, продвижение в социальных сетях, управление лояльностью и продажами, мониторинг СМИ и социальных сетей. Перечисленное демонстрирует неполный набор функций крупного маркетплейса, постоянно совершенствующегося.

Подводя итоги настоящего исследования, необходимо сформулировать следующие выводы.

Цифровая трансформация российского рынка электронной коммерции активно развивается в условиях пандемии *COVID*-19, способствуя качественному росту предприятий за счет доступа к данным, мобильности, управления изменениями и автоматизации бизнес-процессов. Поведение потребителей меняется, растет готовность совершать покупки онлайн. Интернет-ритейлеры совершенствуют бизнес-модели, акцентируя внимание на персонализации. Усиливается формирование экосистемы электронной торговли, требующей механизмов регулирования взаимоотношений партнеров. Маркетплейс является ядром экосистемы и дополнительным каналом продаж, позволяющим выйти на новые рынки сбыта. Несмотря на проблемы, цифровая трансформация приносит выгоду за счет онлайн-транзакций, роста удовлетворенности покупателей и повышения прибыли.

Список литературы

1. «Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 04.06.2019 № 7).

2. Маркетинговое исследование Интернет-торговля в России 2022. DataInsight [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://datainsight.ru/eCommerce_2022.

3. Меспорян, В. Цифровые платформы – новая рыночная власть / В. Меспорян. – М., 2018.

4. King, H. What is digital transformation? The Guardian. Thu, 21 Nov 2013.

5. Moore, J F. Predators and prey: A new ecology of competition / J.F. Moore // Harvard Business Review. – 1993. – Vol. 71. – No. 3. – P. 75–83.

References

1. «Pasport natsional'nogo proyekta «Natsional'naya programma «Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii» (utv. prezidiumom Soveta pri Prezidente RF po strategicheskomu razvitiyu i natsional'nym proyektam, protokol ot 04.06.2019 № 7).
2. Marketingovoye issledovaniye Internet-torgovlya v Rossii 2022. DataInsight [Electronic resource]. – Access mode : https://datainsight.ru/eCommerce_2022.
3. Mesporyan, V. Tsifrovyye platformy – novaya rynochnaya vlast' / V. Mesporyan. – M., 2018.

© Лю Хуацзянь, 2023

УДК 336.7

СЯ ЖУЙ
ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», г. Москва

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ МЕХАНИЗМА РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫНКА ФИНАНСОВЫХ УСЛУГ

Ключевые слова: векторы воздействия; инструменты; контроль; методы; механизмы регулирования; надзор; организационно-экономические аспекты; рынок финансовых услуг; факторы.

Аннотация. Целью статьи выступает анализ факторов, определяющих содержание организационно-экономических аспектов механизма регулирования рынка финансовых услуг. Основными задачами в рамках проведения исследования являются: идентификация факторов, определяющих конкретное наполнение содержания организационно-экономических аспектов и векторов их воздействия на систему механизма регулирования рынка финансовых услуг. К результатам исследования следует отнести выводы автора, связанные с идентификацией факторов, представленных исторически сложившимися моделями рынков финансовых услуг в рамках экономик стран мирового сообщества и уровнем их экономического развития; интенсивностью внедрения технологических инноваций платежных систем и разнообразием видов платежных операций; обеспечением доступа к международным рынкам капитала и обострившейся конкуренцией; макроэкономическими потрясениями, кризисами и политическими факторами, влияющими на функционирование системы мер, методов и инструментов, задействованных в процессах реализации организационно-экономических аспектов механизма регулирования.

Цель

Целью статьи выступает анализ факторов, определяющих содержание организационно-экономических аспектов механизма регулирования рынка финансовых услуг, призванный для улучшения функционирования системы мер, методов и инструментов в рамках реализации регуляторных подходов.

Задачи

Основными задачами в рамках проведения исследования выступают: идентификация факторов, определяющих конкретное наполнение содержания организационно-экономических аспектов и векторов их воздействия на систему механизма регулирования рынка финансовых услуг.

Методы

В процессе проведения исследования были использованы методы теории познания: анализ (процедура мысленного разделения исследуемых факторов организационно-экономических аспектов механизма регулирования рынка финансовых услуг) и синтез (обобщение и сведение векторов воздействия выявленных факторов на систему механизма регулирования рынка финансовых услуг).

Результаты

Актуальность проведения исследования связана с тем фактом, что организационно-экономические аспекты реализации системных мероприятий контроля и надзора по регулированию рынка финансовых услуг направлены на предотвращение кризисных явлений и достижение стабильности функционирования в рамках трансформирующейся архитектуры мирового

порядка – финансовой системы в целом.

Под организационно-экономическими аспектами механизма регулирования рынка финансовых услуг будем понимать составные элементы инструментария системы управления, базирующегося на нормативно-правовых актах и рычагах системы мер, реализуемых в качестве комплекса управляющих воздействий как со стороны регулятора, так и со стороны участников рынка в синергизме совокупных взаимодействий организационных структур, объектов и организационных форм [1; 3; 5].

В текущих условиях одним из основных факторов, определяющих конкретное наполнение содержания организационно-экономических аспектов механизма регулирования рынка финансовых услуг, выступает тип правовой системы, который функционирует в разных странах мирового сообщества. Типы правовых систем (англо-саксонская и континентальная) определяют подходы к структурам собственности и идеи реализации финансовых услуг, причем в первом случае содержание наполнения организационно-экономических аспектов механизма регулирования рынка определяет акционерный капитал, а во втором случае их определяет банковский капитал. При этом путь перераспределения финансовых ресурсов проходит либо через открытый рынок (в рамках англо-саксонской модели кредиторами выступают домохозяйства, которые выкупают долговые обязательства, акции), либо через финансовых посредников (в континентальной модели кредиторами выступают банковские учреждения, которым денежные средства для выкупа долговых обязательств, акций передают домохозяйства) [1; 2; 6].

Следовательно, наполнение содержания организационно-экономических аспектов механизма регулирования рынка финансовых услуг в англо-саксонской финансовой модели необходимо формировать с упором на пруденциальное регулирование деятельности его участников через соблюдение ими финансовой дисциплины, так как возникают проблемы, связанные со значительными долговыми обязательствами. Между тем наполнение содержания организационно-экономических аспектов механизма регулирования рынка в континентальной финансовой модели необходимо формировать с упором на развитие банковских гарантий с целью избегания риска дефолта прямых долговых обязательств.

Политические факторы определяют наполнение содержания организационно-экономических аспектов механизма регулирования рынка в контексте изменения финансовой структуры на базе новой регуляторной архитектуры при наборе голосов избирателей и выходе политических сил из рыночного механизма через его замену, например, на государственный бюрократический аппарат в кризисных условиях с целью защиты накоплений граждан или сохранности их вкладов, обеспечения прав инвесторов [2; 6].

Экономические кризисы и ведение военных конфликтов определяют наполнение содержания организационно-экономических аспектов механизма регулирования рынка финансовых услуг в контексте перераспределения экономических сил, так как финансовая система теряет свою устойчивость (потеря ликвидности, девальвация национальной валюты, волатильность на фондовых рынках, распространение финансовых махинаций и др.) и возникают препятствия для осуществления взаимодействия финансовых организаций [6]. По результатам развития кризисных явлений органам системы регулирования необходимо вносить масштабные изменения в пруденциальный надзор и контроль, а также ужесточать инвестиционную политику и требования к участникам рынка финансовых услуг.

Доступ к международному капиталу определяет наполнение содержания организационно-экономических аспектов механизма регулирования рынка финансовых услуг в контексте портфельных и прямых инвестиций через приток/отток капитала, который ведет либо к значительным экономическим выгодам, либо к масштабным негативным эффектам [1; 2]. Либерализация международного финансирования, проводимая регулятором в финансовой системе, способствует достижению долгосрочных целей, связанных с экономическим ростом, в то время как банковская несостоятельность, кризис баланса финансово-кредитных учреждений и правовые санкции являются следствием ограничений доступа к международному капиталу.

Международная конкуренция определяет наполнение содержания организационно-экономических аспектов механизма регулирования рынка финансовых услуг в контексте преодоления препятствий в международной финансовой

деятельности [2]. Координация регуляторных механизмов гармонизирует международные стандарты, снижает объем транзакционных издержек, способствует развитию партнерских программ по интеграции фондовых бирж и финансовых институтов, обеспечивает доступ к инвестиционному капиталу.

Уровень экономического развития национальной экономики стран определяет наполнение содержания организационно-экономических аспектов механизма регулирования рынка в контексте развития финансовых систем, так как в рамках перехода через аграрную, торговую, инвестиционную и потребительскую стадии изменяются спектр финансовых продуктов и спрос на финансовые услуги, следовательно, и система их регулирования [1].

Интенсивность внедрения технологических инноваций платежных систем (мобильных телефонов, банковских терминалов, интернет-банков и т.п.) и разнообразие видов платежных операций определяют наполнение содержания организационно-экономических аспектов механизма регулирования рынка в контексте устранения пробелов в финансовом обеспечении и являются причинами необходимости проведения изменений в системе регуляторных механизмов [4].

Таким образом, указаны идентифицированные факторы, определяющие наполнение содержания организационно-экономических аспектов механизма регулирования, такие как исторически сложившиеся типы правовых систем с моделями рынков финансовых услуг, действующие в рамках экономик стран мирового сообщества; уровни экономического развития государств; интенсивность внедрения технологических инноваций платежных систем и разнообразие видов платежных операций; обеспечение доступа к международным рынкам капитала и международная конкуренция; макроэкономические потрясения, военные конфликты, кризисы и политические факторы, определяющие векторы воздействия на систему механизма регулирования рынка финансовых услуг и влияющие на функционирование системы мер, методов и инструментов, задействованных в процессах реализации организационно-экономических аспектов механизма регулирования финансовых услуг.

Список литературы

1. Гришина, О.А. Регулирование мирового финансового рынка: теория, практика, инструменты: монография / О.А. Гришина. – М. : ИНФРА-М, 2021. – 410 с.
2. Гузнов, А.Г. Публично-правовое регулирование финансового рынка в Российской Федерации: монография. – М. : Издательство Юрайт, 2023. – 500 с.
3. Измалков, С. Теория экономических механизмов / С. Измалков, К. Сонин, М. Юдкевич. // Вопросы экономики. – 2018. – Вып. 1. – С. 4–26.
4. Миловидов, В.Д. Симметрия заблуждений: Факторы неопределенности финансового рынка в условиях технологической революции: монография / В.Д. Миловидов. – М. : Магистр, 2019.
5. Прокофьева, Т.Ю. Соотношение понятий «экономический механизм» и «организационно-экономический механизм» / Т.Ю. Прокофьева // Вестник Московского финансово-юридического университета. – 2017. – № 7. – С. 43–58.
6. Федосенко, Л.В. Регулирование рынка ценных бумаг / Л.В. Федосенко // Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины. – 2020. – Вып. 6. – С. 12–24.

References

1. Grishina, O.A. Regulirovaniye mirovogo finansovogo rynka: teoriya, praktika, instrumenty: monografiya / O.A. Grishina. – M. : INFRA-M, 2021. – 410 s.
2. Guznov, A.G. Publichno-pravovoye regulirovaniye finansovogo rynka v Rossiyskoy Federatsii: monografiya. – M. : Izdatel'stvo Yurayt, 2023. – 500 s.
3. Izmalkov, S. Teoriya ekonomicheskikh mekhanizmov / S. Izmalkov, K. Sonin, M. Yudkevich. // Voprosy ekonomiki. – 2018. – Vyp. 1. – S. 4–26.
4. Milovidov, V.D. Simmetriya zabluzhdeniy: Faktory neopredelennosti finansovogo rynka v

usloviyakh tekhnologicheskoy revolyutsii: monografiya / V.D. Milovidov. – M. : Magistr, 2019.

5. Prokof'yeva, T.YU. Sootnosheniye ponyatiy «ekonomicheskiy mekhanizm» i «organizatsionno-ekonomicheskiy mekhanizm» / T.YU. Prokof'yeva // Vestnik Moskovskogo finansovo-yuridicheskogo universiteta. – 2017. – № 7. – S. 43–58.

6. Fedosenko, L.V. Regulirovaniye rynka tsennykh bumag / L.V. Fedosenko // Gomel'skiy gosudarstvennyy universitet imeni Frantsiska Skoriny. – 2020. – Vyp. 6. – S. 12–24.

© Ся Жуй, 2023

УДК 349.232

М.В. ЧУДИНОВСКИХ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург

НОВЫЙ ВЕКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РФ

Ключевые слова: заработная плата; индексация; моделирование; трудовое право; управление персоналом.

Аннотация. Цель исследования – провести комплексный анализ индексации заработной платы с учетом правовых, финансовых и управленческих позиций. Задачи: систематизировать представления о понятии «индексация заработной платы»; представить юридические основы индексации; разработать модель оценки влияния индексации заработной платы на показатели прибыли и рентабельности. Гипотеза исследования: при принятии решения об индексации необходимо проводить комплексный экономико-правовой анализ, недостаточно ограничиваться исключительно экономическими или юридическими аспектами. При подготовке исследования использованы методы библиографического, сравнительного анализа и моделирования. По результатам исследования разработана модель, позволяющая оценить влияние индексации на финансовые показатели, дана оценка рисков отказа от индексации. Статья может представлять интерес для руководителей, *HR*-специалистов, юристов, а также тех, кто стремится сформировать системный взгляд на вопрос индексации заработной платы.

Индексация заработной платы – это процесс повышения уровня заработной платы сотрудников в соответствии с изменением экономических условий и ростом цен на товары и услуги. Изучение вопроса индексации заработной платы проводится с нескольких позиций. В рамках юридического подхода, представленного, например, в работах С.Ю. Головиной [5], Е.В. Козиной [6], проводится анализ законодательства, судебной и правоприменительной практики, однако не приводится экономических расчетов и обоснований. В рамках экономического подхода Б.А. Котляр основное внимание уделяет проведению расчетов [7]. По нашему мнению, наиболее обоснованным является междисциплинарный подход, который предлагают П.А. Аркин, В.А. Плотников, Е.П. Бородина [3].

Обязанность работодателя индексировать заработную плату установлена статьей 134 ТК РФ, которая гласит, что обеспечение повышения уровня реального содержания заработной платы включает индексацию заработной платы в связи с ростом потребительских цен на товары и услуги. Государственные органы, органы местного самоуправления, государственные и муниципальные учреждения производят индексацию заработной платы в порядке, установленном трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, другие работодатели – в порядке, установленном коллективным договором, соглашениями, локальными нормативными актами. Индексация может проводиться как на государственном уровне, так и на уровне отдельных организаций. В первом случае индексация проводится на основе единых нормативов и сроков, а во втором – дифференцированно на основе решений руководства компании.

Анализируя содержание статьи 134 ТК РФ, исследователи справедливо отмечают ее недостатки и декларативный характер [1; 2; 4; 9]. Расплывчатость ст. 134 ТК РФ приводит к формированию достаточно противоречивой судебной практики по вопросам индексации заработной платы. Анализ спектра представленных мнений позволяет очертить круг вопросов, которые стоят перед руководителем при принятии решения об индексации: это вопросы периодичности, процента индексации, а также учета возможностей организации нести дополнительные финансовые расходы. С юридической точки зрения индексация является обязанностью работодателя, а вопрос о ее пределах лежит уже в экономической плоскости. Исходя из этого, перед тем, как закрепить нормы об индексации

Таблица 1. Моделирование влияния индексации на прибыль и рентабельность

	До индексации	Индексация только окладной части на 5 %	Полная индексация на 5 %
Выручка, млн руб.	100	100	100
Себестоимость, млн руб.	80	80,65	81,3
Фонд оплаты труда млн руб.	20	20,5	21
в т.ч. окладная часть, млн руб.	10	10,5	10,5
премиальная часть, млн руб.	10	10	10,5
Отчисления на социальные нужды, млн руб.	6	6,15	6,3
Прибыль от продаж, млн руб.	20	19,35	18,7
Рентабельность, %	20	19,35	18,7

в локальных актах, рекомендуется провести ряд аналитических действий.

С экономической точки зрения вопрос индексации заработной платы связан с наличием реальных финансовых возможностей организации нести дополнительные расходы. Особенно остро эта проблема стоит перед коммерческими организациями. Решение вопроса о размерах индексации заработной платы должно основываться на тщательном экономическом анализе. Этот анализ можно разделить на два направления:

– внешний анализ (анализ рынка труда);

– внутренний анализ (анализ экономических показателей и возможностей организации по индексации заработной платы).

Процедура внешнего анализа включает в себя анализ средней заработной платы в организации по основным категориям должностей и сопоставление их с данными по основным конкурентам в региональном разрезе. Однако опираться только на данные внешнего анализа при принятии решения об индексации заработной платы недостаточно, так как организации имеют разную специфику работы, масштаб и финансовые возможности организации. Оптимальный вариант – провести моделирование и определить влияние индексации на себестоимость, прибыль и рентабельность.

Предположим, выручка организации составляет 100 млн руб., себестоимость продаж – 80 млн руб., в т.ч. фонд оплаты труда – 20 млн, отчисления на социальные нужды – 30 %. Прибыль от продаж – 20 млн, рентабельность продаж – 20 %. Для дальнейших расчетов в составе фонда оплаты труда выделено две части – окладная и премиальная. В данном примере окладная часть составляет 10 млн, премиальная – также 10 млн. На практике этот расчет может быть сделан более детально.

Далее необходимо определить, какое влияние на прибыль и рентабельность окажет индексация заработной платы на 5 %. При расчете уровень цен и выручки остается без изменений. Расчет проведен для двух вариантов. В первом варианте индексируется только окладная часть, во втором – повышение происходит для фонда оплаты труда целиком.

Результаты моделирования позволяют объяснить целый ряд закономерностей, связанных с индексацией заработной платы. Индексация заработной платы влечет за собой рост выплат во внебюджетные фонды, что приводит к росту себестоимости и снижению прибыли. Наиболее остро вопрос с индексацией заработной платы стоит в тех отраслях, где в составе расходов высокий удельный вес приходится именно на расходы на оплату труда. К таким секторам можно отнести медицину, образование, сферу услуг. В отраслях, где в структуре затрат преобладают материальные расходы, проблема индексации стоит менее остро. Именно поэтому вопрос повышения заработной платы значительно легче решается на крупных промышленных предприятиях. В случае если индексация заработной платы не компенсируется ростом цен на продукцию, предприятие столкнется с падением прибыли и рентабельности. Если рыночные условия позволяют повышать цены, индексация заработной платы ведет к увеличению цен

и является одним из механизмов раскручивания спирали инфляции.

В случае если рыночные цены не могут быть повышены по объективным причинам (например, из-за недостаточного платежеспособного спроса, государственного регулирования цен), жесткая необходимость индексации заработной платы может способствовать принятию решения о сокращении численности работников. На макроэкономическом уровне это ведет к увеличению безработицы. С финансовой точки зрения введение жестких фиксированных нормативов индексации заработной платы имеет больше отрицательных, чем положительных моментов. Индексация заработной платы оказывает существенное влияние на финансовые показатели, прибыль, рентабельность.

При решении вопроса об индексации важно также учитывать, что обязанность увеличивать реальное содержание заработной платы работников может быть исполнена работодателем и путем ее периодического повышения безотносительно к порядку индексации (в частности, путем увеличения должностных окладов, выплаты премий). Н.Т. Мелешенко отмечает, что сама по себе индексация не позволяет обеспечить повышение уровня «реального содержания заработной платы», так как даже повышение на уровень инфляции только компенсирует потери работников из-за роста цен [8]. Исходя из этого, нужно понимать, что индексация – это важный, но не единственный инструмент в сфере оплаты труда. Это базовая гарантия, закрепленная в Трудовом кодексе.

Таким образом, индексация заработной платы – это комплексная задача, включающая в себя правовые, финансовые и управленческие аспекты. Работодателям, которые планируют занимать лидирующие позиции на рынке труда, привлекать и удерживать высококлассных специалистов, важно держать этот вопрос в фокусе своего внимания. Индексация заработной платы должна выступать в качестве «золотого стандарта» политики оплаты труда современного предприятия. Определение размеров индексации может основываться на моделировании основных финансово-экономических показателей. Индексация заработной платы должна сопровождаться поисками резервов роста производительности труда.

Список литературы

1. Аббасова, Е.В. Индексация заработной платы: проблемы и пути их решения / Е.В. Аббасова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Право. – 2018. – Т. 18. – № 4. – С. 21–24.

2. Алибекова, З.А. Индексация заработной платы / З.А. Алибекова, Е.В. Коваленко // Экономика и управление: проблемы, тенденции, перспективы развития : Сборник материалов II Международной научно-практической конференции , Чебоксары, 04 марта 2016 года. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью «Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2016. – С. 213–215.

3. Аркин, П.А. Индексация заработной платы как инструмент стимулирования социально-экономического развития Российской Федерации: методический инструментарий / П.А. Аркин, В.А. Плотников, Е.П. Бородина // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2020. – № 4(124). – С. 7–16.

4. Воробьева, О.А. Проблемы реализации индексации заработной платы / О.А. Воробьева, Ю.А. Полякова, О.С. Лапшина // Балтийский гуманитарный журнал. – 2020. – Т. 9. – № 2(31). – С. 337–342.

5. Головина, С.Ю. Индексация заработной платы как государственная гарантия по оплате труда работников / С.Ю. Головина // Российский юридический журнал. – 2019. – № 5(128). – С. 144–152.

6. Козина, Е.В. Индексация заработной платы: что сегодня нужно знать работодателям (по материалам судебной практики) / Е.В. Козина // Кадровик. – 2022. – № 7. – С. 23–31.

7. Котляр, Б.А. Индексировать или зарабатывать: как повысить реальную заработную плату? / Б.А. Котляр, А.М. Окуньков // Сталь. – 2015. – № 4. – С. 72–75.

8. Мелешенко, Н.Т. О законодательном регулировании индексации заработной платы / Н.Т. Мелешенко // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Право. – 2019. – № 1(57). – С. 198–211.

9. Федченко, А.А. Система оценки эффективности деятельности работников с целью их вознаграждения в условиях неопределенности / А.А. Федченко, И.В. Филимонова, В.Н. Ярышина // Управленец. – 2022. – Т. 13. – № 6. – С. 56–69.

References

1. Abbasova, Ye.V. Indeksatsiya zarabotnoy platy: problemy i puti ikh resheniya / Ye.V. Abbasova // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pravo. – 2018. – T. 18. – № 4. – S. 21–24.

2. Alibekova, Z.A. Indeksatsiya zarabotnoy platy / Z.A. Alibekova, Ye.V. Kovalenko // Ekonomika i upravleniye: problemy, tendentsii, perspektivy razvitiya : Sbornik materialov II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii , Cheboksary, 04 marta 2016 goda. – Cheboksary: Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Tsentr nauchnogo sotrudnichestva «Interaktiv plyus», 2016. – S. 213–215.

3. Arkin, P.A. Indeksatsiya zarabotnoy platy kak instrument stimulirovaniya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii: metodicheskiy instrumentariy / P.A. Arkin, V.A. Plotnikov, Ye.P. Borodina // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. – 2020. – № 4(124). – S. 7–16.

4. Vorob'yeva, O.A. Problemy realizatsii indeksatsii zarabotnoy platy / O.A. Vorob'yeva, YU.A. Polyakova, O.S. Lapshina // Baltiyskiy gumanitarnyy zhurnal. – 2020. – T. 9. – № 2(31). – S. 337–342.

5. Golovina, S.YU. Indeksatsiya zarabotnoy platy kak gosudarstvennaya garantiya po oplate truda rabotnikov / S.YU. Golovina // Rossiyskiy yuridicheskiy zhurnal. – 2019. – № 5(128). – S. 144–152.

6. Kozina, Ye.V. Indeksatsiya zarabotnoy platy: chto segodnya nuzhno znat' rabotodatelyam (po materialam sudebnoy praktiki) / Ye.V. Kozina // Kadrovik. – 2022. – № 7. – S. 23–31.

7. Kotlyar, B.A. Indeksirovat' ili zarabatyvat': kak povysit' real'nuyu zarabotnuyu platu? / B.A. Kotlyar, A.M. Okun'kov // Stal'. – 2015. – № 4. – S. 72–75.

8. Meleshenko, N.T. O zakonodatel'nom regulirovanii indeksatsii zarabotnoy platy / N.T. Meleshenko // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pravo. – 2019. – № 1(57). – S. 198–211.

9. Fedchenko, A.A. Sistema otsenki effektivnosti deyatel'nosti rabotnikov s tsel'yu ikh voznagrazhdeniya v usloviyakh neopredelennosti / A.A. Fedchenko, I.V. Filimonova, V.N. Yaryshina // Upravlenets. – 2022. – T. 13. – № 6. – S. 56–69.

© М.В. Чудиновских, 2023

УДК 339.137

С.В. ГРИБАНОВСКАЯ, Ю.Е. СЕМЕНОВА, А.Ю. ПАНОВА
ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург

ПРЕПЯТСТВИЯ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В АРКТИКЕ

Ключевые слова: Арктическая зона; барьеры развития; диверсификация регионального экономического развития; информационное обеспечение отрасли; Крайний Север; туристическая инфраструктура; туристическая отрасль.

Аннотация. В последнее время проблематике изучения перспектив развития русского Севера уделялось особое внимание, в том числе повышению привлекательности региона для современного туриста. Целью статьи является выявление проблем повышения привлекательности региона для российского туриста. Гипотеза исследования заключается в том, что большинство современных исследований посвящены по большей части изучению преимуществ и путей развития. На наш взгляд, препятствия для развития туристической отрасли Крайнего Севера обделены вниманием современных исследователей. При этом один из путей повышения эффективности развития туристической отрасли – выявление проблем и устранение их. По итогам исследования авторами сделаны выводы о необходимости более активного участия государства в решении выявленных проблем.

Русский север – очень интересный, сложный и разнообразный в географическом, экономическом и культурном отношениях регион. При этом туризм все еще играет незначительную роль в экономике Арктической зоны России, но потенциал его огромен. В будущем арктический туризм вполне может стать одним из направлений диверсификации регионального экономического развития.

Только с начала 2000-х гг. исследователи стали отмечать повышение спроса на арктический туризм, причем в основном эта тенденция связана с повышением популярности экологического туризма в мире. И до настоящего времени данный вид туризма все еще считается относительно новым и перспективным видом отдыха. Так, до пандемии *SARS-COVID*19 Арктику ежегодно посещало 1,2 миллиона туристов. Россия по этому показателю занимала четвертое место, уступив первенство только Северной Норвегии, Исландии и Аляске (США). При этом самыми популярными регионами среди туристов были: Мурманская область (40 %), Архангельская область (18 %), Республика Карелия (15 %), Ямало-Ненецкий автономный округ (15 %) [1].

Всероссийский центр изучения общественного мнения провел опрос о туристической привлекательности русского Севера. По мнению опрошенных, развитию северного туризма мешают в первую очередь внешние и внутренние преграды, на которые обратили внимание, соответственно, 80 % и 62 % респондентов, а также высокая стоимость путешествий (25 %).

В числе внешних преград участники опроса назвали недостаток информирования о туристическом направлении, отсутствие рекламы, плохую инфраструктуру и транспортную доступность, проблему соотношения цены и качества обслуживания.

К преградам внутреннего характера, сдерживающим путешествие на русский Север, респонденты отнесли неблагоприятный климат региона.

Таким образом, Арктический туризм в своем развитии столкнулся с рядом объективных проблем, в числе которых высокие экологические риски. Арктика на данный момент является одним из самых экологически чистых регионов на планете, однако активизация туристской деятельности несет потенциальную угрозу нарушения хрупкого экологического равновесия этой территории, и негативные последствия могут быть необратимыми. В данной связи большое значение имеют контроль государства и общества за охраной окружающей среды, совершенствование природоохранного законода-

тельства, повышение экологической сознательности туристов, оперативное реагирование в случае возникновения экологических проблем в регионе и т.д.

Стоит также упомянуть о том, что на территории Арктической зоны нашей страны создано несколько особо охраняемых природных территорий, в числе которых «Русская Арктика», «Остров Врангеля», «Таймырский», «Лапландский», «Большой Арктический», «Ненецкий» и др.

Еще одной особенностью и вызовом одновременно является удаленность арктических территорий. Значительная часть Арктики – одно из самых труднодоступных мест в мире. Вместе с тем без развитой транспортной инфраструктуры сложно себе представить полноценную реализацию инвестиционных проектов и развитие туризма. Так, например, прохождение транспортных и круизных судов по Северному морскому пути сквозь массивы льда возможно только с помощью ледоколов. Эксплуатация атомного ледокольного флота – затратное мероприятие, которое не позволяет сделать круизный туризм доступным и массовым [2].

Плотность сети автомобильных и железных дорог в Арктике – одна из самых низких в целом по стране. Например, в самом большом регионе РФ Республике Саха (Якутия) около 90 % всей территории находится в зоне «сезонного транспортного обслуживания», то есть добраться туда можно лишь по временным дорогам, которые прокладывают, когда устанавливаются постоянные минусовые температуры.

Что касается авиасообщения, то в Арктической зоне России на сегодняшний день насчитывается всего 39 аэродромов, а на Аляске, например, где люди живут в схожих условиях, аэропортов насчитывается более 450. Таким образом, расширение и модернизация аэродромной инфраструктуры, обновление парка воздушных судов – это также важнейшие задачи развития Арктической зоны России. В перспективе полярная авиация должна стать еще одним драйвером развития арктических территорий. Более того, планируется развитие новых видов авиационной техники – самолетов-амфибий, безаэродромных самолетов, экранопланов и т.п.

Препятствием на пути развития туризма в Арктике является относительно высокая стоимость большинства туров, которые пока не может себе позволить большинство россиян. По данным Аналитического центра НАФИ, 84 % россиян считают Арктику привлекательной для туризма, 71 % хотел бы совершить туда поездку в перспективе ближайшего года.

Главными барьерами для путешествий в Арктическую зону россияне называют высокую стоимость билетов и транспортировки (38 %), низкую транспортную доступность (30 %), суровый климат (30 %), удаленность от текущего места жительства (28 %), отсутствие опыта подобных путешествий (28 %), высокую стоимость поездки в эти регионы (25 %) и недостаточную информированность об этих регионах (24 %).

Дальнейшее успешное развитие арктического туризма будет зависеть в том числе и от того, насколько доступными будут путешествия в этот регион для туристов с различным уровнем доходов. Часть этих барьеров сформирована в условиях недостаточной информированности граждан. В этих условиях необходима не только работа по системному, наглядному информационному освещению доступности Арктической зоны для обычного туриста, но и усилия представителей локальной туристической отрасли.

Необходимо также развивать конкуренцию в логистике и в транспортном обслуживании [3; 5]. В иностранной научной литературе отдельной проблемой (актуальной и для нашей страны) в планировании путешествия и управлении арктическим туризмом указана трудность картирования (*mapping*) – информация, куда именно направляются туристы во время своего путешествия в Арктику и как они воздействуют на ее ландшафты и экосистемы [4].

Нельзя не сказать также о том, что для всего арктического региона характерно такое явление, как сезонность туризма, то есть цикличность туристской деятельности, которая повторяется год от года. Важной задачей в данной связи являются разработка и продвижение новых видов турпродукта, не подверженных сезонным колебаниям, что должно привести к существенному росту турпотока [4].

В 2022 г. был проведен экспертный опрос по проблематике арктического туризма в арктическом регионе – Мурманской области. В опросе приняли участие 35 экспертов – представителей туристско-рекреационного кластера Мурманской области. Метод изучения – интернет-опрос с преобладанием открытых вопросов, распространенный среди участников че-

Таблица 1. Результаты экспертного опроса

Оцените уровень туристского потенциала Мурманской области?	
Высокий	12
Скорее высокий	18
Средний	3
Скорее низкий	2
Низкий	0
Как Вы считаете, насколько эффективна государственная политика в сфере туризма в Вашем регионе?	
Политика эффективна	2
Политика скорее эффективна	7
Политика скорее неэффективна	21
Политика неэффективна	5
Как Вы считаете, что препятствует развитию туризма в Мурманской области?	
Отсутствие предложений, способных заинтересовать потенциальных туристов	2
Слабая информированность об имеющихся предложениях в сфере туризма в регионе	8
Низкий уровень квалификации сотрудников, работающих в туристской сфере	1
Высокая стоимость туристских услуг в регионе	9
Отсутствие заинтересованности со стороны инвесторов и структур управления в развитии туризма в регионе	5
Низкий уровень туристской инфраструктуры в регионе	9
Суровые климатические условия	1

рез центр кластерного развития Мурманской области.

Как можно отметить, большинство экспертов (33 из 35) оценило уровень туристского потенциала региона как высокий или очень высокий, три эксперта оценили как средний. Два эксперта оценили уровень туристского потенциала как низкий, мотивировав свой ответ отсутствием заинтересованности туристов в региональном туристском продукте.

Эксперты, представляющие отрасль, также отметили основные факторы, препятствующие развитию туризма в регионе, и наиболее значимые из них – слабая информированность об имеющихся предложениях в сфере туризма в регионе; низкий уровень туристской инфраструктуры в регионе; высокая стоимость туристских услуг в регионе; отсутствие заинтересованности со стороны инвесторов и структур управления в развитии туризма в регионе.

Также эксперты указывают на недостаточное внимание государства к отрасли, что в значительной мере затрудняет процесс преодоления барьеров развития туризма в районах Крайнего Севера и, как следствие, снижает экономический потенциал всего региона.

Список литературы

1. Агарков, С.А. Основные направления повышения эффективности хозяйственной деятельности в Арктической зоне Российской Федерации / С.А. Агарков, А.В. Козлов, С.В. Федосеев, А.Б. Тесля // Записки Горного Института. – 2018.

2. Runge, C.A. Quantifying Tourism Booms and the Increasing Footprint in the Arctic with Social Media Data / C.A. Runge, R.M. Daige, V.H. Hausner // Plos One. – 2020.

3. Курочкина, А.А. Развитие социально-экономического потенциала Арктической зоны /

А.А. Курочкина, С.В. Арапов, Т.В. Бикезина [и др.] // 2-е издание, исправленное и дополненное. – Санкт-Петербург, 2021.

4. Panova, A.Yu. The Potential of Telemedicine in Preserving Public Health in the Arctic Zone of Russia / A.Yu. Panova, S.V. Gribanovskaya, Yu.E. Semenova // Reports Scientific Society. – 2022. – No. 4(32). – P. 9–14.

5. Грибановская, С.В. Преимущества и мотивы для интеграции в современной экономической среде / С.В. Грибановская // Качество науки – качество жизни : Материалы 11-й научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 12 апреля 2018 года / Российский государственный гидрометеорологический университет; Межрегиональная общественная организация «Фонд развития культуры». – СПб, 2018. – С. 95–98.

References

1. Agarkov, S.A. Osnovnyye napravleniya povysheniya effektivnosti khozyaystvennoy deyatel'nosti v Arkticheskoy zone Rossiyskoy Federatsii / S.A. Agarkov, A.V. Kozlov, S.V. Fedoseyev, A.B. Teslya // Zapiski Gornogo Instituta. – 2018.

3. Kurochkina, A.A. Razvitiye sotsial'no-ekonomicheskogo potentsiala Arkticheskoy zony / A.A. Kurochkina, S.V. Arapov, T.V. Bikezina [i dr.] // 2-ye izdaniye, ispravlennoye i dopolnennoye. – Cankt-Peterburg, 2021.

5. Gribanovskaya, S.V. Preimushchestva i motivy dlya integratsii v sovremennoy ekonomicheskoy srede / S.V. Gribanovskaya // Kachestvo nauki – kachestvo zhizni : Materialy 11-y nauchno-prakticheskoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 12 aprelya 2018 goda / Rossiyskiy gosudarstvennyy gidrometeorologicheskiy universitet; Mezhregional'naya obshchestvennaya organizatsiya «Fond razvitiya kul'tury». – SPb, 2018. – S. 95–98.

© С.В. Грибановская, Ю.Е. Семенова, А.Ю. Панова, 2023

УДК 339.7

ДЖАЛИЛИ АБДУЛ КАВИ
ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва

ТЕХНОЛОГИЯ БЛОКЧЕЙН НА МИРОВОМ ФИНАНСОВОМ РЫНКЕ: ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Ключевые слова: безопасность; мировой финансовый рынок; рыночная стоимость; технология блокчейн; транзакция; финансовые операции; финансовые услуги; цифровая трансформация.

Аннотация. В статье указывается важность практического применения технологии блокчейн на современном мировом финансовом рынке, что является одним из направлений внедрения современных финансовых технологий (финтеха) в структуру общественных отношений, возникающих на нем. Цель исследования – выявить особенности практического применения технологии блокчейн на мировом финансовом рынке. Для достижения цели решались следующие задачи: раскрыть сущность технологии блокчейн; исследовать статистические показатели практического применения данной технологии на мировом финансовом рынке; выявить перспективные направления применения блокчейн на исследуемом рынке. Гипотеза исследования заключается в предположении о том, что в современных условиях развития мирового финансового рынка блокчейн находит активное применение. Для подтверждения гипотезы применялись следующие методы: теоретические (описание, обобщение, дедукция), статистические, графические. Достигнутые результаты исследования показали, что ключевым преимуществом технологии блокчейн является способность обеспечить безопасность и сократить уровень мошенничества при совершении транзакций.

В современных условиях развития мирового финансового рынка блокчейн предлагает широкий спектр приложений, выходящих за рамки цифровых валют, охватывая различные сектора экономики, включая в первую очередь финансы. Технология блокчейн развивается во всем мире. Ее широкое распространение можно объяснить появлением в эпоху цифровой трансформации, в условиях, при которых технологическими компаниями уже заложена основа цифровой инфраструктуры, необходимой для реализации данной инновационной концепции. Потенциальные возможности применения технологии блокчейн в бизнесе и промышленности безграничны. Обеспечивая переход к новым бизнес-моделям и оптимизируя процессы, блокчейн предлагает множество преимуществ. В данных условиях вопрос о практическом применении технологии блокчейн на мировом финансовом рынке вызывает повышенный интерес с точки зрения выявления наиболее перспективных путей развития данного рынка.

По своей сути блокчейн – это распределенный реестр, транзакции в котором регистрируются сразу на нескольких компьютерах или узлах. Каждая транзакция (или блок) связана с предыдущей, образуя цепочку блоков. Все транзакции при этом открыты для любого желающего и каждая отражается в виде комбинации символов, указывающей на детали транзакции, такие как сумма, отправитель, получатель и время совершения сделки, что облегчает прямые транзакции между равноправными участниками в единой сети. Такая децентрализованная структура устраняет необходимость в посредниках для проверки и расчета транзакций. Вместо этого участники сети коллективно проверяют и поддерживают целостность реестра посредством механизма консенсуса [3]. Следовательно, любая транзакция в блокчейне представляет собой информацию, проверяемую впоследствии независимыми участниками и встраиваемую в глобальную историю транзак-

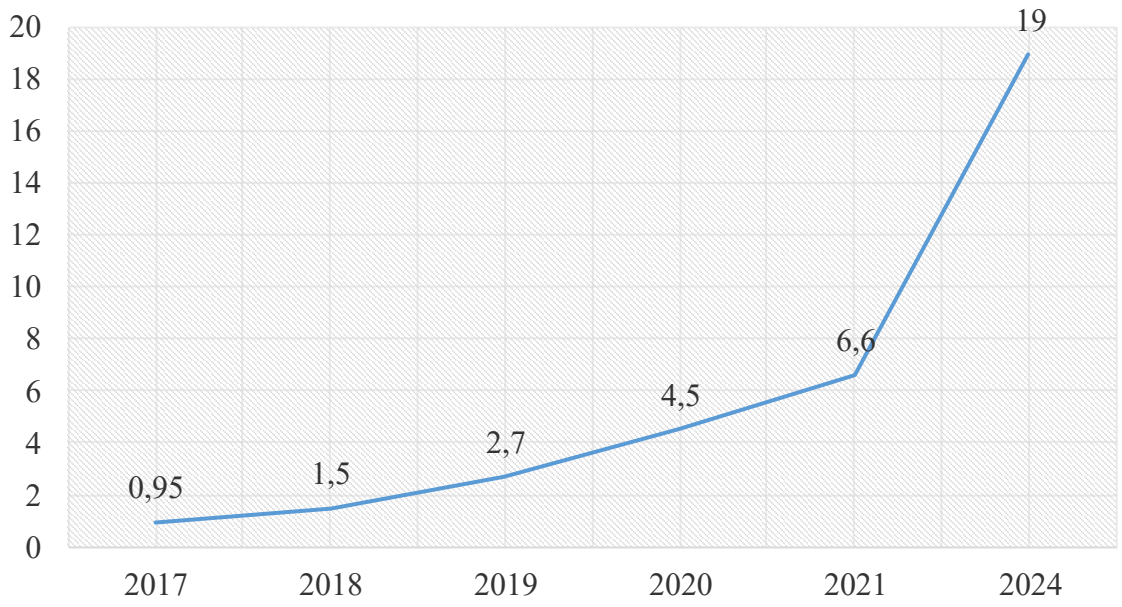


Рис. 1. Динамика глобальных трат на блокчейн решения 2017–2024 гг., млрд долл. [5]

ций, что, более того, обеспечивает независимость и прозрачность исследуемой технологии, поскольку, используя блоки транзакций, можно отслеживать верность каждой из них [2]. Банк как традиционный посредник сделок для данной модели не требуется, поскольку все транзакции между поставщиком и покупателем наблюдаются другими участниками сети, которые имеют доступ к деталям транзакции, поскольку вся информация хранится локально на их компьютерах. В настоящее время технология блокчейн находит различные применения на мировом финансовом рынке, среди которых могут быть выделены следующие.

1. Использование в качестве платежного средства и осуществления денежных переводов. В первую очередь технология блокчейн революционизирует способы проведения платежей и денежных переводов, поскольку если традиционные трансграничные транзакции зачастую медленны, дороги и зависят от посредников, то платежные системы на основе блокчейна, такие как *Ripple*, устраняя посредников и используя цифровые валюты и платежные системы на основе блокчейна, обеспечивают более быстрое время расчетов и снижение комиссий за транзакции, а также их безопасность, что приносит значительные выгоды как частным лицам, так и предприятиям [6].

2. Проверка личности с использованием технологии блокчейн, способной обеспечить надежное решение данной задачи путем создания децентрализованной и защищенной от несанкционированного доступа системы цифровой идентификации.

3. Проведение смарт-контрактов, представляющих собой самоисполняющиеся соглашения с заранее определенными правилами и условиями. Такие контракты хранятся и исполняются в блокчейне, что устраняет необходимость в посредниках и снижает связанные с ними затраты и риски [1]. Смарт-контракты могут автоматизировать различные финансовые процессы, такие как страховые выплаты, торговые расчеты и управление цепочками поставок. Устраняя необходимость ручного вмешательства и обеспечивая прозрачность, смарт-контракты могут оптимизировать операции и снизить неэффективность в самых разных сферах человеческого взаимодействия.

4. Повышение доступности финансовых услуг. Блокчейн обладает потенциалом для решения проблемы финансовой изоляции, предоставляя доступ к финансовым услугам для населения, не охваченного банковскими услугами, которое, имея смартфон и подключение к Интернету, может участвовать в экосистеме блокчейна, открывая возможности для сбережений, платежей и инвестиций. Более того, платформы на основе блокчейна могут обеспечить равно-

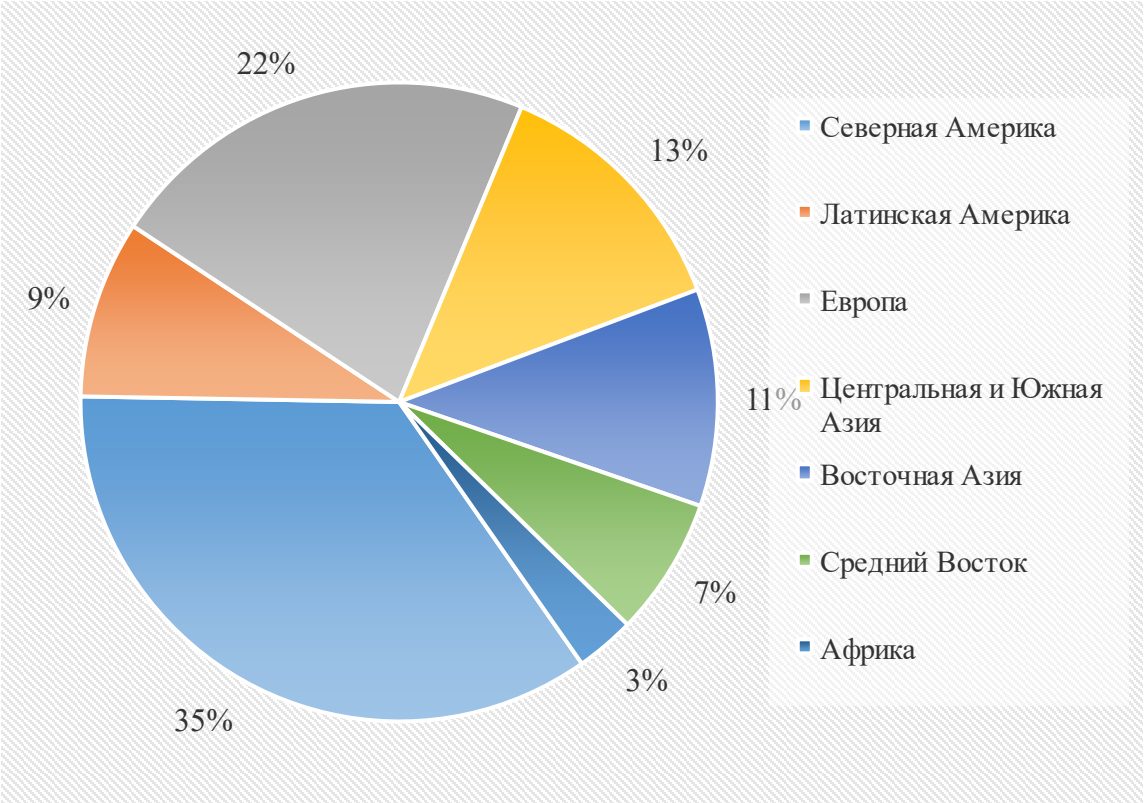


Рис. 2. Распределение рыночной стоимости блокчейна в разрезе географического призрака [5]

правное кредитование, микрофинансирование и денежные переводы, предоставляя людям в недостаточно обслуживаемых регионах возможность участвовать в мировом финансовом рынке.

5. Обеспечение законности финансовых операций благодаря тому, что технология блокчейн может облегчить соблюдение нормативных требований, а регулирующим органам предоставить эффективную систему мониторинга и обеспечения соблюдения финансовых правил. Кроме того, решения на основе блокчейна могут автоматизировать процессы отчетности и проверки, снижая административную нагрузку на финансовые учреждения [4]. Повышая прозрачность и подотчетность, блокчейн может помочь снизить риски и предотвратить финансовые преступления, такие как отмывание денег и мошенничество. Исследование практического применения технологии блокчейн на мировом финансовом рынке свидетельствует о том, что в период с 2017 г. по 2021 г. увеличиваются объемы глобальных трат на блокчейн решения на 594,7 %, причем планируется дальнейшее повышение значения данного показателя к 2024 г. по сравнению с 2021 г. на 187,9 % (рис. 1).

Наибольшая доля рыночной стоимости блокчейна при этом приходится на страны Северной Америки (35 % от общего объема рыночной стоимости) и Европы (22 %). В общей сумме их доля составляет на данный момент более половины доходов криптовалютного рынка. Следовательно, можно сделать вывод о том, что в развитых странах мира наиболее активно развиваются блокчейн решения (рис. 2).

В условиях активного развития технологии блокчейн наиболее перспективным направлением ее применения в настоящее время признается обеспечение безопасного обмена информацией. Второе место по популярности применения блокчейна занимает его использование в качестве цифровой валюты; третье – с целью отслеживания активов и цифровой идентификации (рис. 3). При этом следует отметить, что, несмотря на свой потенциал, технология блокчейн по-прежнему сталкивается с рядом проблем, которые необходимо решить для обеспечения ее наиболее широкого внедрения. Сюда следует отнести, в частности, масштабируемость, функциональную совместимость, нормативно-

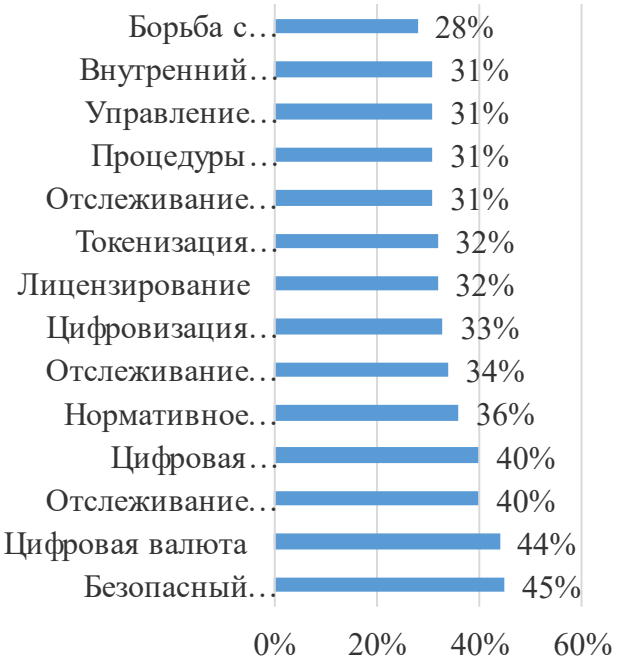


Рис. 3. Направления применения блокчейн решений в компаниях [7]

правовое регулирование и др., которые требуют дальнейшего развития и стандартизации. Кроме того, необходимо тщательно решать проблемы конфиденциальности, защиты данных и управления, чтобы обеспечить ответственное и этичное использование исследуемой технологии.

Более того, технология блокчейн в настоящее время все еще остается на начальной стадии развития. В связи с этим возникает вопрос, готова ли глобальная экономика к внедрению блокчейна и обладает ли блокчейн операционными возможностями, необходимыми для бизнеса, учитывая, что даже высокоразвитые системы, такие как Биткойн, могут обрабатывать только от пяти до восьми транзакций в секунду, тогда как современные сети кредитных карт способны обрабатывать в 10 000 раз большие объемы транзакций [8]. Хотя следует отметить, что новые компании, разрабатывающие блокчейн, работают над решениями, которые будут конкурентоспособны в таких условиях. Заинтересованность регулирующих органов в прозрачности блокчейна также ограничивается отсутствием стандартизации вследствие недостаточного развития исследуемой технологии. Законодателям в связи с этим необходимо будет решить соответствующие проблемы надежности и другие правовые вопросы.

На уровне же бизнеса, хотя блокчейн обеспечивает безопасность, ни одна технология не может быть абсолютно надежной, а привлечение значительных средств, более того, делает его целью для цифровых злоумышленников, что также потенциально препятствует его широкому распространению. И все же, хотя потенциал блокчейна для бизнеса огромен, разработка основных корпоративных приложений все еще продолжается, что обусловлено двумя основными причинами:

– во-первых, зрелость технологии блокчейн недостаточна для обработки объемов транзакций, необходимых для большинства приложений корпоративного масштаба;

– во-вторых, установление правил управления для отраслевых корпоративных приложений потребует значительного времени и консенсуса.

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать вывод о революционном характере влияния технологии блокчейн, привнесшей значительные инновации в способы проведения, регистрации и проверки транзакций, на мировой финансовый рынок. Первоначально представленный в качестве базовой техноло-

гии, лежащей в основе криптовалют, таких, как Биткойн, блокчейн эволюционировал и теперь предлагает широкий спектр приложений, выходящих за рамки цифровых валют. Будучи децентрализованной и прозрачной системой, имея данные характеристики в качестве ключевых особенностей, эта технология трансформировала различные сектора экономики, и в первую очередь именно финансы. При этом ключевым преимуществом технологии блокчейн следует назвать именно способность обеспечить безопасность и сократить уровень мошенничества при совершении транзакций.

Также анализ статистических данных свидетельствует о подавляющем использовании блокчейн решений в финансовой сфере. Значительный рост трат на блокчейн решения, в свою очередь, очевидно указывает на внимание бизнеса к развитию исследуемой технологии. Однако в первую очередь это касается развитых стран Европы и Северной Америки, где наиболее активно развиваются соответствующие блокчейн решения, наиболее популярным направлением для которых является обеспечение безопасного обмена информацией. Будучи системой, в первую очередь децентрализованной и прозрачной, она предлагает множество преимуществ для бизнеса. Однако, поскольку блокчейн продолжает развиваться, финансовые учреждения, регулирующие органы и предприятия при использовании данной технологии должны учитывать ее проблемы, чтобы оставаться конкурентоспособными и полностью раскрыть ее потенциал.

Список литературы

1. Апатова, Н.В. Анализ влияния блокчейн-технологии на финансовую систему / Н.В. Апатова, О.Л. Королев, А.П. Круликовский // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2019. – № 6. – С. 31.

2. Кузьминых, Е.С. Влияние блокчейн технологий на современное общество / Е.С. Кузьминых, М.А. Маслова // Научный результат. Информационные технологии. – 2022. – Т. 7. – № 1. – С. 49–56.

3. Птицын, С.Д. Технология блокчейн: влияние на финансовый рынок и перспективы развития / С.Д. Птицын, А.В. Хромова // Электронный научный журнал «Вектор экономики». – 2019. – № 11. – С. 11–13.

4. Taniev, A.B. The Role of Financial Technologies in the Global Economy / A.B. Taniev // International Journal of Trend in Scientific Research and Development. – 2020. – № 1 – P. 245–249.

5. Blockchain for Business Statistics [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://imaginovation.net/blog/blockchain-statistics-trends.

6. Financial Services Global Market Report 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.thebusinessresearchcompany.com.

7. General Blockchain Statistics 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.demandsage.com/blockchain-statistics.

8. Global Market Data [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.juniperresearch.com/data.

References

1. Apatova, N.V. Analiz vliyaniya blokcheyn-tekhnologii na finansovuyu sistemu / N.V. Apatova, O.L. Korolev, A.P. Krulikovskiy // Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. – 2019. – № 6. – S. 31.

2. Kuz'minykh, Ye.S. Vliyaniye blokcheyn tekhnologiy na sovremennoye obshchestvo / Ye.S. Kuz'minykh, M.A. Maslova // Nauchnyy rezul'tat. Informatsionnyye tekhnologii. – 2022. – T. 7. – № 1. – S. 49–56.

3. Ptitsyn, S.D. Tekhnologiya blokcheyn: vliyaniye na finansovyy rynok i perspektivy razvitiya / S.D. Ptitsyn, A.V. Khromova // Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Vektor ekonomiki». – 2019. – № 11. – S. 11–13.

4. Taniev, A.B. The Role of Financial Technologies in the Global Economy / A.B. Taniev // International Journal of Trend in Scientific Research and Development. – 2020. – № 1 – P. 245–249.

5. Blockchain for Business Statistics [Electronic resource]. – Access mode : https://imaginovation.net/blog/blockchain-statistics-trends.
6. Financial Services Global Market Report 2023 [Electronic resource]. – Access mode : https://www.thebusinessresearchcompany.com.
7. General Blockchain Statistics 2024 [Electronic resource]. – Access mode : https://www.demandsage.com/blockchain-statistics.
8. Global Market Data [Electronic resource]. – Access mode : https://www.juniperresearch.com/data.

© Джалили Абдул Кави, 2023

УДК 338.47

Е.А. МАКАРОВА
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения», г. Новосибирск

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В КОНЦЕПЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ

Ключевые слова: индикатор; количество; метод; модель; оценка; результат; система показателей; фактор; цель; эффективность.

Аннотация. Целью научного исследования является обсуждение вопросов формирования и реализации механизма оценки эффективности функционирования и развития предприятий по энергообеспечению железнодорожного транспорта. Рассмотрена структура механизма оценки эффективности социально-экономической системы. Для экономической оценки предприятия по энергообеспечению предложена сбалансированная система показателей, отражающих степень достижения целей управления предприятием и конечные результаты его функционирования. В результате предложена поэтапная методика оценки эффективности путем определения степени достижения стратегических и тактических целей предприятия.

Еще в 2002 г. в большом экономическом словаре хозяйственный механизм был определен как «совокупность организационных структур и конкретных форм и методов управления, а также правовых норм, с помощью которых реализуются действующие в конкретных условиях экономические законы, процесс воспроизводства» [1].

Если говорить об оценке эффективности функционирования и развития сложных экономических систем исходя из концепции экономических механизмов, то к оценке необходимо подходить не как к простой процедуре, а как к механизму. Механизм оценки функционирования и развития организации как сложной социально-экономической системы должен включать в себя согласованную систему теоретических оснований; методологических концепций; целей; задач; методов получения информации, оценки и принятия решений; критериев и условий.

Концепция оценки эффективности функционирования и развития организации относительно поставленных целей строится на понимании эффективности как степени достижения ее стратегических и тактических целей.

Исходя из теории управления, необходимо в структуре механизма особо выделить управляющую подсистему, которая включает в себя функциональную управляющую подсистему (научно-практический инструментарий) и обеспечивающую подсистему (организационно-технологическое, нормативно-правовое, информационно-аналитическое обеспечение). Общая структура механизма оценки эффективности социально-экономической системы представлена на рис. 1.

Рассмотрим этапы методики оценки эффективности предприятия по энергообеспечению инфраструктуры ОАО «РЖД».

Этап I. Изучение теории и лучшей практики оценки эффективности предприятия.

Началом формирования любого методического инструментария является изучение теории и лучшей практики в данной предметной области. Теоретические основы инструментария оценки эффективности организаций позволяют в рамках данного исследования следующее.

1. Оценку эффективности организации определять в виде степени достижения стратегических и тактических целей в ее ключевых подсистемах. Количественно эффективность будем измерять путем моделирования интеграции оценок достижения целей. Оценки степени

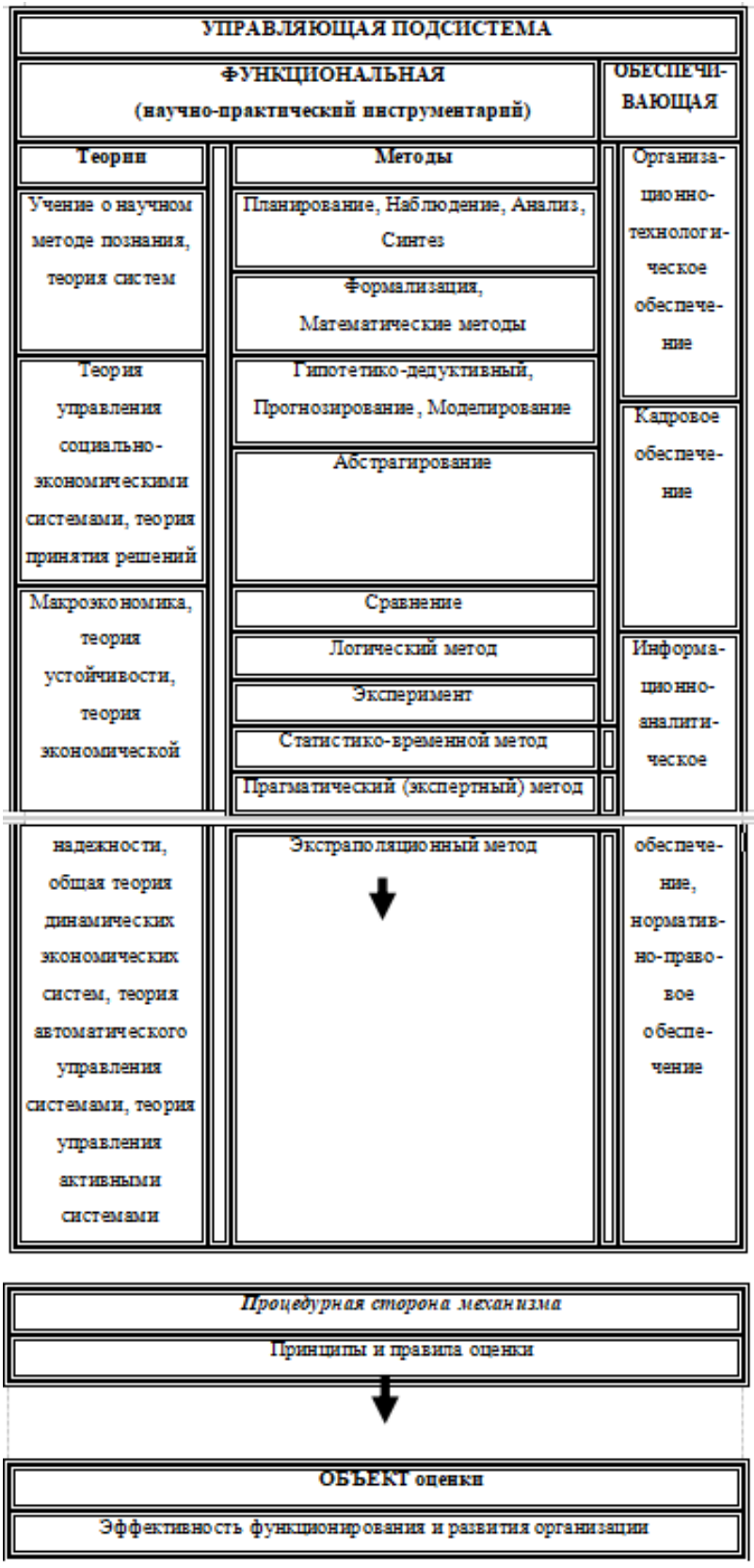


Рис. 1. Структура механизма оценки эффективности социально-экономической системы

Таблица 1. Структурно-логическая схема методики оценки эффективности предприятия по энергообеспечению инфраструктуры ОАО «РЖД»

<table>
<tr><td colspan="3">I. Изучение теории и лучшей практики оценки эффективности предприятия</td></tr>
<tr><td colspan="3">II. Мониторинг внешней и внутренней среды функционирования и развития предприятия</td></tr>
<tr><td colspan="2">Внешняя среда: государственные и региональные органы власти и местного самоуправления; управляющие и надзорные органы ОАО «РЖД»; потребители услуг; партнеры; стейкхолдеры.

Мониторинг: нормативно-правовые акты в области регулирования функционирования и развития субъектов энергетики ОАО «РЖД»; статистическая, финансовая и управленческая информации о состоянии сферы энегообеспечения инфраструктуры ОАО «РЖД»; методики и критерии оценки устойчивости предприятий</td><td>Внутренняя среда: бизнес-процессы и их параметры.

Мониторинг: внутренние ресурсы; наличие формализованных целей; возможности автоматизации и цифровизации управления бизнес-процессами; возможности в области управления изменениями</td></tr>
<tr><td colspan="3">III. Оценка эффективности и перспектив деятельности предприятия по энергообеспечению инфраструктуры ОАО «РЖД» на основе методик лучшей практики, действующих методик, рекомендованных нормативно-правовыми актами и отраслевыми инструкциями:</td></tr>
<tr><td>отраслевой</td><td>социальной</td><td>коммерческой</td></tr>
<tr><td colspan="3">IV. Определение целей, задач, категорий, концепций и принципов оценки эффективности с учетом выявленных особенностей, тенденций и ограничений в управлении предприятием</td></tr>
<tr><td colspan="3">V. Создание информационно-аналитической системы и обеспечивающих подсистем оценки эффективности предприятия по энергообеспечению инфраструктуры ОАО «РЖД»:</td></tr>
<tr><td colspan="3">архива мониторинга; каталога факторов внешней и внутренней среды функционирования и развития предприятия; банков методов, моделей, индикаторов и критериев оценки эффективности предприятия; банков методов и приемов управленческих воздействий</td></tr>
<tr><td colspan="3">VI. Формирование и совершенствование методики оценки эффективности предприятия относительно поставленных целей на основе принципов целеполагания, использования системы сбалансированных показателей, бенчмаркинга, метода «эталонного» структурного подразделения (предприятия) и «эталонного» процесса с учетом экономической динамики:</td></tr>
<tr><td>эффективность входных параметров (удовлетворенность смежных служб, эффективность работы поставщиков, финансовые показатели);</td><td>процессная эффективность (технологические и оперативные показатели, показатели безопасности, финансовые показатели);</td><td>эффективность показателей на выходе из системы (удовлетворенность смежных служб, финансовые показатели, отсутствие браков и отказов);</td></tr>
<tr><td colspan="3">эффективность корпоративного управления</td></tr>
<tr><td colspan="3">VII. Оценка эффективности предприятия с учетом управляющих воздействий: расчет показателей по блокам оценки; сравнение значений показателей эффективности с эталонами; интегральная оценка эффективности:</td></tr>
<tr><td colspan="2">в случае соответствия результата оценки эталону;</td><td>в случае несоответствия результата оценки эталону;</td></tr>
<tr><td colspan="2">выход на уровень координации процесса управления эффективностью</td><td>разработка управляющих воздействий, процесс повторяется до тех пор, пока не будет уровень эффективности соответствовать эталону</td></tr>
<tr><td colspan="3">VIII. Внедрение оценки эффективности в практику корпоративного управления предприятий по энергообеспечению инфраструктуры ОАО «РЖД»:</td></tr>
<tr><td colspan="2">применение Прототипа ИАС «ЭТАЛОН», разработанного в среде Microsoft Excel на встроенном алгоритмическом языке VBA с использованием в ка-</td><td>унификация системы организационно-распорядительной документации по единым правилам и требованиям с включением информации, необходимой для оценки эффективности</td></tr>
</table>

честве реляционных баз данных электронных таблиц для проведения расчетов	

Таблица 2. Цели, задачи, категории и концепция оценки эффективности предприятия

Цели, задачи	
Стратегические цели	Устойчивое функционирование ключевых сфер функциональной структуры предприятия и внесение вклада в его развитие на основе определения и преодоления несоответствия между целью и жизненной ситуацией; достижение высоких ключевых результатов взаимодействия заинтересованных сторон; обеспечение предприятию устойчивого конкурентного преимущества
Функциональные цели	Информационно-аналитическое обеспечение принятия и реализации управляющих решений в процессе управления эффективностью предприятия для достижения его стратегических и тактических целей
Задачи	Разработка программы оценки; идентификация и выявление факторов, определяющих эффективность предприятия; моделирование неопределенности внешней и внутренней среды; формирование сбалансированной системы показателей эффективности; определение алгоритмов их расчета; определение содержания исходной информации для расчета показателей; выбор базы сравнения и инструментария интегрирования показателей с целью комплексной интегральной оценки эффективности; поиск адекватных управленческих решений в корпоративном управлении
Категории оценки	
Процесс, цель, результат, эффективность, удовлетворенность, мотивация, фактор, метод, модель, количество, качество, показатель, индикатор и др.	
Концепция	
Концепция оценки эффективности функционирования и развития предприятия относительно поставленных целей строится на понимании эффективности как степени достижения его стратегических и тактических целей в целом и его структурных подразделений	

достижения целей (индексы) будем проводить с использованием сбалансированной системы показателей (количественных, качественных).

2. Применять междисциплинарный подход к разработке методических основ оценки.

3. В разработке методического инструментария оценки использовать системный, комплексный и интерактивный подходы.

Этап II. Мониторинг внешней и внутренней среды функционирования и развития предприятия.

Мониторинг внешней и внутренней среды функционирования и развития предприятия позволяет идентифицировать основные параметры внешней и внутренней его среды и определить их значимость для его функционирования и развития.

Этап III. Оценка эффективности и перспектив деятельности предприятия по энергообеспечению инфраструктуры ОАО «РЖД» на основе методик лучшей практики, действующих методик, рекомендованных нормативно-правовыми актами и отраслевыми инструкциями.

Используя результаты мониторинга, методики лучшей практики, действующие методики, рекомендуемые нормативно-правовыми актами, отраслевые инструкции, национальные и региональные стандарты, проводится оценка результатов и перспектив деятельности предприятия.

Полученный материал дает возможность адаптации основных положений методик и ключевых показателей оценки к особенностям функционирования и развития исследуемого предприятия.

Этап IV. Определение целей, задач, кате-

Таблица 3. Принципы оценки эффективности предприятия

Принципы
Общие принципы наличия стратегии, целенаправленности, социальной ответственности, системности, комплексности
Принципы реализации функций менеджмента: наличие простых и ясных целей и задач; возможность роста и развития предприятия и каждого его структурного подразделения; информированность всех членов предприятия о целях; эффективность управления предприятием должна отражать конечный результат его функционирования и развития за определенный период; количественная оценка эффективности представляет собой определение степени достижения целей предприятия; невозможность подмены фактов устоявшимися взглядами; принятие решений на основе фактов и формализованных признаков; обеспечение актуальности информации; материальное поощрение как стимул эффективной работы
Принципы организационного механизма оценки экономичности, приоритетности выявления тенденций и закономерностей, обоснованности используемой совокупности показателей, непрерывности, регулярности, действенности, координации
Принципы обработки информации, сочетания информационной открытости и конфиденциальности, однозначности и простоты алгоритмов показателей объективности, точности, конкретности, необходимости и достаточности, непротиворечивости

горий, концепций и принципов оценки эффективности с учетом выявленных особенностей, тенденций и ограничений в управлении предприятием (табл. 2).

В процедурах оценки эффективности функционирования и развития предприятия применяются такие общие принципы, как принцип наличия стратегии, объективности, научности, комплексности, целенаправленности, системности, сопоставимости, регулярности, конкретности и др. Кроме общих принципов используются принципы реализации функций менеджмента в области оценки эффективности, принципы организационного механизма оценки и др. (табл. 3).

Этап V. Создание информационно-аналитической системы и обеспечивающих подсистем оценки эффективности предприятия по энергообеспечению инфраструктуры ОАО «РЖД».

Информационно-аналитическая система включает в себя: архив мониторинга; каталог факторов внешней и внутренней среды функционирования и развития предприятия, влияющих на его эффективность; банки методов, моделей, индикаторов и критериев оценки эффективности предприятия; банк методов и приемов управленческих воздействий.

Этап VI. Формирование и совершенствование методики оценки эффективности предприятия относительно поставленных целей на основе принципов целеполагания, использования системы сбалансированных показателей, бенчмаркинга, метода «эталонного» структурного подразделения (предприятия) и «эталонного» процесса с учетом экономической динамики.

В рамках данного исследования эффективность оценивается по следующим блокам управления: эффективность входных параметров (удовлетворенность смежных служб, эффективность работы поставщиков, финансовые показатели); процессная эффективность (технологические и оперативные показатели, показатели безопасности, финансовые показатели); эффективность показателей на выходе из системы (удовлетворенность смежных служб, финансовые показатели, отсутствие браков и отказов); эффективность корпоративного управления.

Этап VII. Оценка эффективности предприятия с учетом управляющих воздействий: расчет показателей по блокам оценки; сравнение значений показателей эффективности с эталонами; интегральная оценка эффективности.

Методические подходы к расчету показателей эффективности по блокам оценки основаны на методе сравнения. При сравнении результатов оценки с эталонами может быть два исхода: соответствие фактического значения показателя эталону и несоответствие. В случае соответствия результата оценки эталону фиксируется полученный результат в информационно-аналитической системе. В случае несоответствия результата оценки эталону разрабатываются управляющие воздействия и процесс повторяется до тех пор, пока не будет уровень эффек-

тивности соответствовать эталону.

Как было сказано выше, ключевым моментом оценки эффективности является сбалансированная система показателей, отражающих степень достижения целей управления предприятием и конечные результаты его функционирования. Сбалансированной системе показателей присущ определенный недостаток, который заключается в том, что она в большей степени является инструментом управления без учета экономической динамики.

Для устранения этого недостатка возможно применение динамического подхода к оценке с использованием интегрального показателя, использующего сбалансированную систему показателей и консолидирующего процесс и результат оценки. При непрерывности процесса оценки возникает динамика показателей как факторных, так и результативных, что позволяет определить уровни значимости факторных показателей. Динамический подход предполагает возможность определения весов для всех составных показателей и определение итогового интегрального показателя эффективности.

Последовательность параметрической оценки эффективности функционирования и развития предприятия выглядит следующим образом: выделение основных параметров эффективности; формирование сбалансированной системы показателей (**ССП**) и индикаторов для оценки всех параметров; определение интегрального индикатора с учетом значимости входящих в него показателей.

Оценка всех индикаторов эффективности внутри каждой составляющей ССП производится в баллах. Для каждого индикатора определяется эталон на основе изучения научно-практической литературы; материалов нормативно-правовых актов России, регионов, отрасли; учета специфических особенностей деятельности предприятия и суждений привлекаемых экспертов.

Если показатель характеризуется наличием или отсутствием какого-либо признака явления или процесса, то оценка проводится по двоичной системе: да – 1 балл, нет – 0 баллов. Если показатель имеет количественную оценку, то предлагается шкала оценки. Для каждого показателя, который входит в систему оценки, необходимо определение идеального (или предпочтительного) значения индикатора (эталона), ему присваивается соответствующее количество баллов; для балльной оценки фактического значения индикатора строится шкала оценки отклонений значений фактического значения индикатора от эталона; в итоге каждый индикатор системы оценивается в баллах, и эти оценки складываются в интегральный индикатор уровня эффективности. Затем определяется шкала отнесения интегрального индикатора эффективности к определенной группе с качественной характеристикой уровня эффективности (высокий, допустимый, средний, низкий, недопустимый). Кроме того, возможна интегральная оценка эффективности в процентах, определяемая отношением фактической оценки эффективности в баллах к эталонному значению.

VIII. Внедрение оценки эффективности в практику корпоративного управления организаций по энергообеспечению инфраструктуры ОАО «РЖД».

В процессе внедрения оценки эффективности в практику корпоративного управления организаций по энергообеспечению инфраструктуры ОАО «РЖД» применялся Прототип ИАС «ЭТАЛОН», разработанный в среде *Microsoft Excel* на встроенном алгоритмическом языке *VBA* с использованием в качестве реляционных баз данных электронных таблиц для проведения расчетов, также проведена унификация системы организационно-распорядительной документации по единым правилам и требованиям с включением информации, необходимой для оценки эффективности. Реализация предлагаемого подхода в практике Дирекции по энергообеспечению конкретной железной дороги свидетельствует о жизнеспособности подхода и возможности применения его в производственном менеджменте энергетического комплекса ОАО «РЖД».

Список литературы

1. Борисов, А.Б. Большой экономический словарь / А.Б. Борисов. – М. : Книжный мир, 2002. – 895 с.

2. Бурков, В.Н. Основы математической теории активных систем / В.Н. Бурков. – М. : Наука, 1977. – 310 с.

References

1. Borisov, A.B. Bol'shoy ekonomicheskiy slovar' / A.B. Borisov. – M. : Knizhnyy mir, 2002. – 895 s.
2. Burkov, V.N. Osnovy matematicheskoy teorii aktivnykh sistem / V.N. Burkov. – M. : Nauka, 1977. – 310 s.

© Е.А. Макарова, 2023

УДК 339.137

Ю.Е. СЕМЕНОВА, Е.Н. ОСТРОВСКАЯ, А.Ю. ПАНОВА, С.В. ГРИБАНОВСКАЯ
ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург

ПРОБЛЕМЫ МОНОПОЛИЗАЦИИ РЫНКА РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ

Ключевые слова: монополизация рынка; розничная торговля; розничные торговые сети.

Аннотация. В настоящее время наблюдается монополизация рынка розничными торговыми сетями. Целью статьи является рассмотрение проблемы монополизации рынка розничной торговли крупными торговыми сетями. Гипотеза исследования заключается в том, что процесс монополизации не прекращается, это ведет к ухудшению обстановки в экономике в целом. Основные методы исследования в статье: анализ статистических данных, бизнес- и научной литературы. По итогам исследования авторами сделаны выводы о том, что монополизация рынка розничной торговли продолжается и требуется комплекс различных мер регулирования, которые могут способствовать формированию более справедливой и конкурентоспособной среды на рынке.

Монополизация розничной торговли торговыми сетями – это процесс, при котором несколько крупных компаний (торговых сетей) контролируют значительную долю рынка, подавляя конкуренцию и ограничивая выбор потребителей. Эта проблема носит глобальный характер и наблюдается не только в России, но и во многих других странах. Такие рынки характеризуются высокой концентрацией власти в руках нескольких крупных игроков. Например, в США существует высокая монополизация розничной торговли в таких сегментах, как продукты питания и электроника (наиболее крупные розничные сети *Walmart, Amazon*). Китайский рынок розничной торговли также характеризуется высокой монополизацией (компании *Alibaba* и *JD.com* имеют заметное присутствие в онлайн-рознице). В Великобритании в розничном секторе большую долю рынка занимают компании *Tesco, Sainsbury's, ASDA*. В Германии существует высокая концентрация в розничной торговле, особенно в секторе продуктов питания и домашнего оборудования. Некоторые отчеты указывают на то, что розничный рынок в Бразилии может быть сосредоточен в руках нескольких крупных компаний. В России лидером рейтинга в сегменте сетей товаров повседневного спроса (*FMCG*) остается *X*5 *Group* (1,35 трлн руб., +18,8 %). В топ-3 также находятся «Магнит» (1,11 трлн руб., +39 %) и входящие в *Mercury Retail Group* «Бристоль» и «Красное & Белое». Последние увеличили выручку на 33,8 % до 106,8 млрд руб. и на 31,5 % до 327,2 млрд руб. соответственно. Согласно отчету «Вкусвилл» занял восьмое место, обогнав сеть «Окей» [4]. Крупнейшим ритейлерам, в целом, удалось сохранить достаточно высокие темпы роста, но надо помнить, что во многом это было обеспечено преимущественно инфляционной составляющей, которая достигла пика в марте и апреле 2023 г.

Важно отметить, что концентрация рынка может различаться в зависимости от сегмента розничной торговли (продукты питания, электроника, одежда и т.д.) и других факторов. Уход иностранных конкурентов после начала специальной военной операции (**СВО**) повлек за собой выкупы их активов крупными российскими компаниями, то есть рыночная доля федеральных торговых сетей становится еще больше. Так, по данным АО «Кэпт» [8], индекс Херфиндаля-Хиршмана повысился в сегменте розничной торговли с 422 до 477 (13 %), а в сегменте розничной торговли топливом он вырос на 40 % за год (покупка заправок *Shell* ЛУКОЙЛом).

Процессы слияний и поглощений в отрасли могут привести к формированию крупных игроков и усилению позиции лидеров, что способствует появлению монополий или олигополий. Образование монополии в розничных торговых сетях может быть обусловлено различны-

ми факторами. Вот некоторые из основных причин.

Во-первых, за счет экономии масштаба. Крупные розничные сети, благодаря своим масштабам, могут минимизировать издержки в таких направлениях, как закупка товаров по более низким ценам, эффективное управление запасами, минимизация затрат на логистику. Это позволяет им предлагать товары и услуги по более низким ценам, чем мелким конкурентам, и тем самым привлекать больше клиентов.

Во-вторых, торговые сети имеют мощные маркетинговые стратегии, поскольку обладают значительными ресурсами для разработки и проведения крупномасштабных маркетинговых кампаний. Это помогает создать у них высокую узнаваемость бренда, установить доверие потребителей и делать их предпочтительными в глазах широкой аудитории.

В-третьих, доступ к финансированию. Крупные розничные сети имеют более легкий доступ к финансированию, что позволяет им инвестировать в развитие и расширение. Малые предприятия могут столкнуться с ограниченными возможностями по привлечению капитала.

В-четвертых, управленческие ресурсы. У крупных розничных сетей часто более развитая система управления и профессиональный штат, что обеспечивает эффективность в операционной деятельности и стратегическом планировании [7].

В-пятых, технологические инновации. Использование современных технологий и цифровых платформ может обеспечить конкурентное преимущество крупным розничным сетям, делая их более привлекательными для потребителей.

Имея больший объем закупок, крупные торговые сети могут легче диктовать условия поставщикам, включая цены на товары. Все эти факторы в совокупности могут создавать условия для формирования монополий в розничном сегменте рынка. Рассмотрим некоторые из основных механизмов, которые могут способствовать монополизации розничной торговли.

1. Формирование сильных брендов. Крупные торговые сети могут инвестировать в создание мощных брендов, которые становятся узнаваемыми и предпочтительными для потребителей. Это может сделать вход на рынок для меньших компаний сложным, поскольку у них может не быть таких масштабных рекламных и маркетинговых ресурсов.

2. Экономия масштаба. Крупные торговые сети могут использовать экономию масштаба, чтобы снизить себестоимость продукции и предоставить более низкие цены. Это, в свою очередь, может привести к тому, что мелкие магазины не могут конкурировать в ценовом отношении.

3. Вертикальная интеграция. Торговые сети могут контролировать не только розничные продажи, но и другие этапы торговой цепочки, такие как производство или дистрибуция [1]. Это дает им больший контроль над ценовой политикой и доступом к товарам.

4. Эксклюзивные договоры. Крупные торговые сети могут заключать эксклюзивные договоры с поставщиками, ограничивая доступ конкурентов к определенным товарам или услугам. Особенно болезненно это может проявляться в условиях существующих экономических санкций [2; 3].

5. Формирование сетевых эффектов. Крупные торговые сети могут создавать так называемые сетевые эффекты, когда большое количество потребителей предпочитает выбирать именно этого поставщика, усиливая тем самым его доминирование на рынке [6].

6. Ограничение доступа к ресурсам. Крупные компании могут ограничивать доступ к ключевым ресурсам, таким как недвижимость в привлекательных локациях, что затрудняет вход на рынок для новых участников. Небольшим компаниям сложнее получить банковские кредиты на выгодных условиях [5].

Монополизация розничной торговли может быть серьезнейшей проблемой для развития экономики страны. Монополии ограничивают конкуренцию, что может привести к отсутствию стимулов для снижения цен, улучшения качества товаров и услуг, а также инноваций. Без конкуренции монополисты могут устанавливать более высокие цены и предоставлять менее эффективные услуги. В условиях монополии потребители могут сталкиваться с ограниченным выбором, так как монополист контролирует рынок. Это может привести к снижению разнообразия товаров и услуг, которые предлагаются на рынке. Конкуренция стимулирует инновации и улучшения, так как компании стремятся дифференцировать свои товары и услуги. В условиях монополии может уменьшиться давление на внедрение новых и эффективных технологий.

В условиях отсутствия конкуренции монополисты могут не испытывать такой сильной

необходимости улучшать качество своих товаров и услуг, что может привести к снижению уровня обслуживания и удовлетворенности потребителей. Кроме того, монополии могут оказывать негативное воздействие на малые и средние предприятия, создавая препятствия для их входа на рынок и участия в конкуренции. Это может усугубить неравенство и ограничить возможности предпринимательства. В случае банкротства или кризиса в монопольной компании могут возникнуть серьезные экономические последствия, так как она может играть ключевую роль в розничной отрасли. Монополии могут использовать свое положение для подавления конкурентов, что может привести к нарушению принципов справедливой конкуренции и создать неравные условия для участников рынка.

Регулирование и поддержка конкуренции являются важными инструментами для предотвращения и уменьшения вреда от монополизации в розничной торговле. Поэтому максимально эффективно должны применяться антимонопольные законы и государственное регулирование для поддержания конкуренции на рынке. Уменьшение вреда от монополии розничных торговых сетей требует различных мер и регулирования, которые могут способствовать более справедливой и конкурентоспособной среде на рынке. Регулирование и поддержка конкуренции могут потребоваться для сбалансированного рыночного окружения. По нашему мнению, меры, которые могут помочь в этом направлении, следующие.

1. Антимонопольное регулирование. Государственные органы должны активно применять антимонопольные законы и регулировать деятельность розничных торговых сетей. Это включает в себя меры по предотвращению слишком высокой доли рынка в руках небольшого числа компаний.

2. Содействие малому и среднему бизнесу. Поддержка малых и средних предприятий может внести больше конкуренции в розничный сектор. Это может быть достигнуто через специальные программы финансирования, обучение и облегчение процесса входа на рынок.

3. Стимулирование инноваций. Поддержка инноваций и разнообразия товаров и услуг может сделать рынок менее зависимым от крупных сетей. Это также может способствовать появлению новых игроков и улучшению качества предложений.

4. Регулирование ценообразования. Введение механизмов контроля цен может помочь предотвратить недобросовестные практики ценообразования со стороны монополистов и обеспечить более справедливую ценовую конкуренцию.

5. Транспарентность и ответственность. Повышение уровня прозрачности в деятельности розничных торговых сетей и ужесточение требований к их ответственности перед потребителями может способствовать более сбалансированной рыночной динамике.

6. Развитие альтернативных каналов сбыта. Поддержка альтернативных каналов сбыта, таких как онлайн-рынки, рынки фермеров и другие формы мелкорозничной торговли, может создать дополнительные возможности для малых поставщиков и местных предпринимателей.

7. Государственная поддержка конкуренции. Правительство может активно поддерживать конкуренцию, создавая стимулы для разнообразия игроков на рынке и принимая меры для предотвращения доминирования нескольких крупных компаний.

8. Образование потребителей. Повышение осведомленности потребителей о влиянии монополий на рынок и их выбор может создать спрос на разнообразие и стимулировать конкуренцию.

Эти меры, взятые в совокупности, могут помочь смягчить вред от монополии розничных торговых сетей и содействовать более здоровой и конкурентоспособной розничной среде.

Список литературы

1. Копылова, Т.В. Проблемы развития и повышения конкурентоспособности малых и средних розничных торговых предприятий в Санкт-Петербурге / Т.В. Копылова, Ю.Е. Семенова // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 11-1(76). – С. 656–660.

2. Курочкина, А.А. Параллельный импорт как условие обеспечения экономической безопасности России / А.А. Курочкина, Ю.Е. Семенова, Т.В. Бикезина // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 11(137). – С. 69–72.

3. Курочкина, А.А. Специфика управления закупками в условиях санкций / А.А. Курочкина,

Ю.Е. Семенова // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 6(132). – С. 156–158.

4. Продуктовый ритейл в 2022 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://asset-group.ru/news/press-reliz/produktovyy-riteyl-v-2022-godu-.

5. Семенова, Ю.Е. Проблемы кредитования малого бизнеса в России / Ю.Е. Семенова, Т.С. Хныкина // Наука и бизнес: пути развития. – 2018. – № 3(81). – С. 68–70.

6. Kurochkina, A.A. Trends in Changing Consumer Behavior in the Local Goods Market / A.A. Kurochkina, Yu.E. Semenova, A.M. Baranova // Components of Scientific and Technological Progress. – 2021. – No. 2(56). – P. 10–13.

7. Semenova, Yu.Ye. Organization in Conditions of Chaos: How to Make Management Decisions Correctly / Yu.Ye. Semenova, Ye.N. Ostrovskaya, S.V. Gribanovskaya // Science and Business: Ways of Development. – 2022. – No. 6(132). – P. 139–141.

8. Сайт tinkoff.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.tinkoff.ru/invest/social/profile/30letniy_pensioner/426515da-979e-44b7-8cf5-06c5c849f5fb.

References

1. Kopylova, T.V. Problemy razvitiya i povysheniya konkurentosposobnosti malykh i srednikh roznichnykh torgovykh predpriyatiy v Sankt-Peterburge / T.V. Kopylova, YU.Ye. Semenova // Ekonomika i predprinimatel'stvo. – 2016. – № 11-1(76). – S. 656–660.

2. Kurochkina, A.A. Parallel'nyy import kak usloviye obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti Rossii / A.A. Kurochkina, YU.Ye. Semenova, T.V. Bikezina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 11(137). – S. 69–72.

3. Kurochkina, A.A. Spetsifika upravleniya zakupkami v usloviyakh sanktsiy / A.A. Kurochkina, YU.Ye. Semenova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 6(132). – S. 156–158.

4. Produktovyy riteyl v 2022 godu [Electronic resource]. – Access mode : https://asset-group.ru/news/press-reliz/produktovyy-riteyl-v-2022-godu-.

5. Semenova, YU.Ye. Problemy kreditovaniya malogo biznesa v Rossii / YU.Ye. Semenova, T.S. Khnykina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2018. – № 3(81). – S. 68–70.

6. Kurochkina, A.A. Trends in Changing Consumer Behavior in the Local Goods Market / A.A. Kurochkina, Yu.E. Semenova, A.M. Baranova // Components of Scientific and Technological Progress. – 2021. – No. 2(56). – P. 10–13.

7. Semenova, Yu.Ye. Organization in Conditions of Chaos: How to Make Management Decisions Correctly / Yu.Ye. Semenova, Ye.N. Ostrovskaya, S.V. Gribanovskaya // Science and Business: Ways of Development. – 2022. – No. 6(132). – P. 139–141.

8. Sayt tinkoff.ru [Electronic resource]. – Access mode : https://www.tinkoff.ru/invest/social/profile/30letniy_pensioner/426515da-979e-44b7-8cf5-06c5c849f5fb.

© Ю.Е. Семенова, Е.Н. Островская, А.Ю. Панова, С.В. Грибановская, 2023

УДК 614.2

В.М. СЕРГЕЕВА[1], Ю.С. ПОДЛЕСНОВА[2], С.В. ПАНАСЕНКО[2], Ю.Б. ЧЕРКАСОВА[2]
[1]ГАПОУ «Липецкий медицинский колледж», г. Липецк;
[2]ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», г. Тамбов

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Ключевые слова: государственное управление; здоровье; здравоохранение; квалифицированные кадры; Липецкая область; медицинские организации; национальный проект; оптимизация; пациенты.

Аннотация. Настоящая статья посвящается выявлению приоритетов развития системы здравоохранения в Липецкой области путем проведения анализа актуальных проблем, которые оказались незатронутыми при реализации национальных проектов. В целях развития здравоохранения Липецкой области очень важно обратить внимание на продвижение здорового образа жизни и доказательной медицины, также провести профилактические мероприятия, улучшить доступность лекарственных препаратов и качество медицинской помощи населению.

Преобразования, возникшие в системе здравоохранения Липецкой области в условиях всемирного экономического кризиса, и недостаточность финансирования привели к сокращению медицинского персонала, закрытию ряда медицинских учреждений, в том числе и в сельской местности.

В результате этого наблюдается снижение доступности медицинской помощи населению. Отмечается ухудшение ее качества и доступности, особенно это отражается на людях с низким материальным доходом. В свете всех выше изложенных обстоятельств становится понятной необходимость совершенствования управления здравоохранения в Липецком регионе.

Основной целью деятельности Управления здравоохранения в регионе является обеспечение граждан РФ качественной и доступной медицинской помощью, защитой их здоровья, а также развитием системы здравоохранения и инновационных технологий в медицине.

Для достижения этих целей государственная политика в области здравоохранения включает в себя следующие основные направления [3].

1. Развитие инфраструктуры здравоохранения, что подразумевает и включает в себя строительство и ремонт медицинских организаций, усовершенствование и обновление медицинского оборудования, разработку и развитие информационных технологий в здравоохранении.

2. Расширение гарантий бесплатного медицинского обслуживания: государство обеспечивает гражданам РФ бесплатную медицинскую помощь в рамках ОМС (обязательное медицинское страхование), а также развивает систему государственных медицинских учреждений и программ социального обеспечения.

3. Улучшение качества медицинской помощи: включает в себя повышение квалификации медицинского персонала, разработку и внедрение стандартов и протоколов медицинской помощи, а также контроль за качеством оказываемых медицинских услуг.

4. Развитие медицинской науки и инновационных технологий: государство поддерживает научные исследования в области здравоохранения, стимулирует разработку и внедрение новых технологий и лекарственных препаратов, а также сотрудничает с международными партнерами и организациями.

5. Профилактика заболеваний и формирование здорового образа жизни: государство осуществляет информационно-просветительскую деятельность в области здорового образа жизни, проводит превентивные мероприятия и вак-

цинацию, разрабатывает программы по борьбе с наркоманией, алкоголизмом и другими зависимостями.

В настоящее время здравоохранение в Липецкой области находится на особом контроле, и мероприятия, направленные на его развитие, продлятся до 2025 г. [1]. Недавно проведенные реформы в системе здравоохранения были предназначены для улучшения общего здоровья населения, повышения качества медицинской помощи и улучшения доступности услуг. Но, несмотря на все реализуемые программы и проекты, есть некоторые проблемы, которые пока что остаются нерешенными в области.

К ним относятся следующие аспекты.

1. Нехватка медицинских кадров. По данным, предоставленным Росстатом за 2020 г., Липецкая область остро нуждается в 250 врачах узконаправленной специальности. Главной причиной сложившейся ситуации является низкий уровень оплаты труда медицинских работников. Врачи и медсестры часто получают ниже средней зарплаты по сравнению с другими профессиями, требующими такого же уровня образования и ответственности. Отсутствие перспективы карьерного роста и развития в медицинской сфере, высокая нагрузка на существующих медицинских работников – все это может привести медиков к профессиональному выгоранию и отказу от работы в этой сфере.

2. Недоступность и низкое качество медицинской помощи в сельских районах региона. Одной из основных причин такого состояния является острый дефицит специалистов в этих районах. Часто молодые врачи предпочитают работать в крупных городах, где есть больше возможностей для профессионального и личного развития. Материально-техническая база сельского здравоохранения также не соответствует современным требованиям. Это включает в себя отсутствие современного медицинского оборудования, недостаточное количество медикаментов и ограниченные возможности для проведения сложных диагностических и лечебных процедур. Если рассмотреть период с 2013 по 2018 гг., в Липецкой области численность медицинских учреждений в сельской местности сократилась с 18 до 13 организаций, число фельдшерско-акушерских пунктов – с 399 до 379 штук. Пункты стоматологической помощи на 2018 г. отсутствуют.

3. Недоверие врачам и медицинским учреждениям со стороны пациентов. После проведения исследования Институтом общественного мнения «Анкетолог» выяснилось, что только 19 % опрошенных респондентов в случае легкого недомогания предпочитают обратиться в медицинскую организацию и посетить врача, а остальные 81 % чаще всего занимаются самолечением. Естественно, такой подход к своему здоровью может усложнить процесс постановки точного диагноза и выбора эффективного лечения. Отсутствие полной информации о симптомах, медицинской истории пациента, результатов тестов и обследований может привести к неправильному диагнозу или назначению неподходящего лечения.

4. Недоверие к доказательной медицине. В 2018 г. Всероссийским центром изучения общественного мнения было проведено исследование, в результате которого удалось определить, что более 50 % опрошенных россиян в случае различных заболеваний обращаются к народной медицине. Данная позиция у граждан сложилась под действием различных факторов, включая коммерцию и рост цен на медицинские услуги и лекарственные препараты. Это заставляет людей использовать альтернативные методы лечения, включая народную медицину. Однако проблема народной медицины заключается в том, что эти методы лечения не проходят научное тестирование и не проверяются по стандартам, установленным официальной медициной. Это означает, что эффективность и безопасность таких методов могут быть неизвестными или недостаточно доказанными. В случае отказа от официальной медицины и полного перехода на народные методы лечения существует опасность отсрочки диагностики заболеваний [2].

Решать проблемы в области здравоохранения необходимо путем создания материального обеспечения работы здравоохранения в регионе, которое осуществляется посредством проведения программы с государственными гарантиями предоставления жителям Липецкой области медицинской помощи на бесплатной основе [4].

Особое внимание необходимо обратить на то, что основная масса населения до сих пор не может ценностно относиться к собственному здоровью. Большое влияние на состояние общественного здоровья, как и прежде, имеют поведенческие факторы и вредные привычки. Для того чтобы проблема с формированием хорошего уровня здоровья была решена, необходимо проводить эффективную пропаганду здорового

образа жизни для граждан с помощью информационных программ, специально адаптированных к различным возрастным и социальным группам населения [4].

Для активной пропаганды доказательной медицины органам региональной власти в области здравоохранения необходимо использовать как можно больше различных агитационных способов, например, такие как СМИ, проведение научных конференций для учащихся, вывешивание плакатов на рекламных площадках. Также нужно проводить информационные кампании в СМИ, которые будут направлены на укрепление доверия между пациентами и медработниками [5].

Для того чтобы решить проблемы с доступностью получения медицинской помощи в сельской местности, можно использовать вахтовый метод работы с учетом повышенного денежного вознаграждения для медработников.

Главная способность, к которой система здравоохранения должна стремиться, – это адекватно отвечать нуждам и запросам граждан, а для этого нужно обращать внимание на развитие социальных институтов, при помощи которых граждане могут взаимодействовать с системой здравоохранения.

В итоге формируется вывод о том, что реализация государственных программ стремится к тому, чтобы активно и успешно влиять на здравоохранение Липецкой области, но тем не менее пока не удается в этих программах полностью охватить самые проблемные вопросы.

Список литературы

1. Сайт администрации Липецкой области [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.admlip.ru.
2. Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.gks.ru.
3. Сайт Министерства здравоохранения Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.rosminzdrav.ru.
4. Баева, А.А. Проблемы регионального управления в системе здравоохранения / А.А. Баева // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. – 2017. – № 6. – С. 80–85.
5. Губайдуллина, А.Р. Организация взаимодействия органов государственной власти в управлении здравоохранением: основные проблемы / А.Р. Губайдуллина // Наука через призму времени. – 2018. – № 1(10). – С. 221–224.

References

1. Sayt administratsii Lipetskoy oblasti [Electronic resource]. – Access mode : www.admlip.ru.
2. Sayt Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki [Electronic resource]. – Access mode : www.gks.ru.
3. Sayt Ministerstva zdravookhraneniya Rossiyskoy Federatsii [Electronic resource]. – Access mode : www.rosminzdrav.ru.
4. Bayeva, A.A. Problemy regional'nogo upravleniya v sisteme zdravookhraneniya / A.A. Bayeva // Obrazovaniye i nauka bez granits: sotsial'no-gumanitarnyye nauki. – 2017. – № 6. – S. 80–85.
5. Gubaydullina, A.R. Organizatsiya vzaimodeystviya organov gosudarstvennoy vlasti v upravlenii zdravookhraneniyem: osnovnyye problemy / A.R. Gubaydullina // Nauka cherez prizmu vremeni. – 2018. – № 1(10). – S. 221–224.

© В.М. Сергеева, Ю.С. Подлеснова, С.В. Панасенко, Ю.Б. Черкасова, 2023

УДК 338.27

Д.А. СКВОРЦОВА, А.А. КУЗНЕЦОВ, Б.А. ШВАЙКО, Н.О. РОМАНОВ
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва

МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Ключевые слова: аддитивная свертка; мультипликативная свертка; показатели целей устойчивого развития; свертка показателей; устойчивое развитие.

Аннотация. В современных условиях остро стоит проблема разработки, анализа, оценки и внедрения показателей устойчивого развития. В связи с этим повышается актуальность исследования данной проблемы. Цель статьи – выявить основные математические методы анализа и оценки эффективности внедрения принципов устойчивого развития: методы линейного программирования и методы интегральной балльной оценки. Задачи: определить методы оценки показателей целей устойчивого развития (**ЦУР**), провести анализ и дать оценку эффективности различных методов свертки показателей системы устойчивого развития. Гипотеза исследования базируется на методах анализа показателей ЦУР и разработке путей их реализации на основе принципов устойчивого развития. Методы исследования: методы линейного программирования, интегральной балльной оценки, свертки показателей. Достигнутые результаты: проанализированы показатели целей устойчивого развития, предложен ряд математических методов их анализа и оценки.

Одним из вариантов анализа и оценки эффективности показателей целей устойчивого развития может служить метод линейной оптимизации: многокритериальной или бинарной. Применение многокритериальной оптимизации допустимо при введении нескольких групп показателей, например, качественное образование и экономический рост. Применение бинарной оптимизации допустимо при постановке задачи с выбором конкретных показателей из множества возможных. Другой группой методов оценки эффективности показателей ЦУР являются балльно-рейтинговые методы оценки эффективности. В качестве примеров методов данной группы можно привести методы аддитивной и мультипликативной свертки, балльные методы оценки показателей ЦУР [5]. Для определения комплексного показателя эффективности ЦУР в работе предложен метод свертки частных показателей, который позволяет обобщить группы показателей с различными критериями оценки в общий интегральный показатель эффективности $I_{эф}$ [2].

Существуют различные подходы к выбору методов свертки частных показателей: аддитивный, мультипликативный и другие способы свертки частных показателей. Выбор метода обусловлен тем, что показатели компенсируются при различной их направленности за счет суммирования.

В поставленной задаче анализа и оценки эффективности показателей разделим их на три группы.

1. *A* – показатели, характеризующие социальное развитие страны. В данную группу в первую очередь входят показатели, анализирующие создание стойкой инфраструктуры, обеспечение открытости, безопасности городов и пр.

2. *B* – показатели, связанные с показателями анализа и оценки экономического развития страны. В данную группу можно включить параметры укрепления средств осуществления и активизацию работы в рамках Глобального партнерства, сокращения неравенства внутри стран и пр. [4; 6].

3. *C* – показатели, связанные с экологическим развитием экономики страны. В первую очередь это обеспечение перехода к рациональным моделям потребления, защита и восстанов-

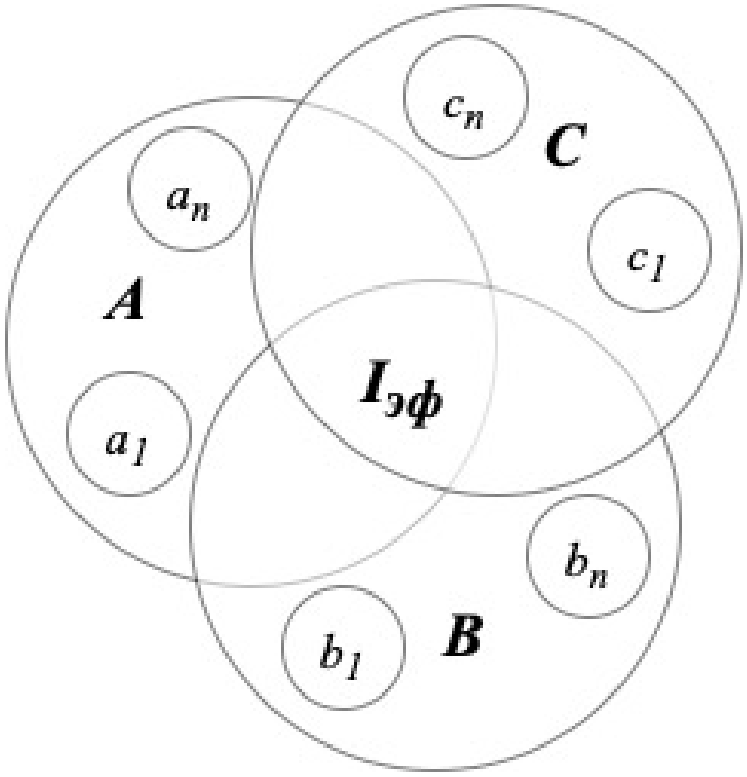


Рис. 1. Схема оценки нескольких групп показателей методом аддитивной свертки

ление экосистем [3].

Общая схема графического описания аддитивной свертки представлена на рис. 1.

Таким образом, применение аддитивной свертки позволяет оценить общий уровень экономической системы предприятия на основе оценок нескольких отдельных групп показателей [1].

В связи с тем, что все показатели принимают различные значения, необходимо провести операцию нормализации единичных параметров оценки системы показателей устойчивого развития. Суть нормализации заключается в том, что все значения параметров принимают значения от 0 до 1. При этом необходимость в нормализации относительных оценок отсутствует, т.к. все относительные оценки носят субъективный характер и лежат в интервале от 0 до 1. Нормализация с учетом максимизации и минимизации критериев:

$$K_i = \frac{k_i}{k_{\max}} = \left(\frac{k_i}{k_{\min}}\right)^{-1},$$

где K_i – значение нормализованного критерия; k_i – значение исходного размерного критерия; $i = \overline{1, N}$ – номер числового критерия; $k_{\max}$ – максимально допустимое значение критерия в области значений i; $k_{\min}$ – минимально допустимое значение критерия в области значений i.

Следующий этап – определение весовых коэффициентов параметров внутри групп. Для определения весовых коэффициентов частных показателей был выбран метод ранжирования на основе экспертных оценок. Данный выбор обусловлен простотой применения при возможности использования экспертных оценок. В каждой группе показателей проводится ранжирование показателей от самого важного к менее важному (1 – самый важный, n – самый неважный). После определения рангов необходимо провести расчет по формуле:

$$\mu_j = \frac{r_j}{\sum_{j=1}^{n} r_j},$$

где μ_j – вес j-го частного показателя; $j = \overline{1, n}$ – номер частного показателя; r_j – присвоенный j-ому показателю балл с помощью метода ранжирования.

При использовании метода ранжирования для определения весовых коэффициентов необходимо удостовериться, что сумма полученных весовых коэффициентов равняется единице:

$$\sum_{j=1}^{n} \mu_j = 1.$$

На следующем этапе следует провести расчет групповых показателей методом аддитивной свертки по формуле:

$$I_X = \sum_{i=1}^{n} \mu_i x_i,$$

где I_X – интегральный показатель группы X эффективности работы экономической системы; x_i – i-й показатель оценки эффективности работы экономической системы; μ_i – вес i-го показателя оценки эффективности работы экономической системы.

Расчет общего интегрального показателя эффективности показателей $I_{эф}$ осуществляется по формуле аддитивной свертки:

$$I_{эф} = \omega_1 I_a + \omega_2 I_b + \omega_3 I_c,$$

где $I_{эф}$ – интегральный показатель эффективности работы экономической системы; I_a – интегральный показатель временных параметров эффективности экономической системы; I_b – интегральный показатель качественных параметров эффективности работы экономической системы; I_c – интегральный показатель стоимостных параметров эффективности работы экономической системы; $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = 0{,}33$ – весовые коэффициенты групп показателей (принятыми равными в связи с равноценностью групп показателей).

Реализация предложенных авторами математических методов анализа и оценки показателей целей устойчивого развития позволит разрабатывать, внедрять и оценивать эффективность показателей целей устойчивого развития.

Список литературы

1. Бром, А.Е. Моделирование выпуска продукции в условиях выполнения требований качества обработки и минимизации производственных затрат / А.Е. Бром, А.В. Смирнов // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 5(131). – С. 148–152.

2. Бром, А.Е. Планирование производственной программы с учетом требований качества в условиях нечетких ограничений / А.Е. Бром, А.В. Смирнов // Контроль качества продукции. – 2023. – № 5. – С. 56–60.

3. Кузнецов, А.А. Принципы устойчивого развития в природоохранных проектах нефтехимического комплекса / А.А. Кузнецов // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 7(145). – С. 77–79.

4. Скворцова, Д.А. Разработка стратегии развития и внедрения инноваций на промышленных предприятиях / Д.А. Скворцова, Н.О. Романов // Управление устойчивым развитием. – 2023. – № 1. – С. 29–38.

5. Цели устойчивого развития в Российской Федерации. 2022: Крат. стат. сб. / Росстат. – М., 2022. – 87 с.

6. Швайко, Б.А. Внедрение системы менеджмента качества на машиностроительном предприятии в условиях цифровой трансформации / Б.А. Швайко, Ю.Г. Герцик // Устойчивое развитие и новая индустриализация: наука, экономика, образование : Материалы конференции, Москва, 17 декабря 2021 года. – Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2021. – С. 142–147.

References

1. Brom, A.Ye. Modelirovaniye vypuska produktsii v usloviyakh vypolneniya trebovaniĭ kachestva obrabotki i minimizatsii proizvodstvennykh zatrat / A.Ye. Brom, A.V. Smirnov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 5(131). – S. 148–152.

2. Brom, A.Ye. Planirovaniye proizvodstvennoy programmy s uchetom trebovaniy kachestva v usloviyakh nechetkikh ogranicheniy / A.Ye. Brom, A.V. Smirnov // Kontrol' kachestva produktsii. –

2023. – № 5. – S. 56–60.

3. Kuznetsov, A.A. Printsipy ustoychivogo razvitiya v prirodookhrannykh proyektakh neftekhimicheskogo kompleksa / A.A. Kuznetsov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 7(145). – S. 77–79.

4. Skvortsova, D.A. Razrabotka strategii razvitiya i vnedreniya innovatsiĭ na promyshlennykh predpriyatiyakh / D.A. Skvortsova, N.O. Romanov // Upravleniye ustoychivym razvitiyem. – 2023. – № 1. – S. 29–38.

5. Tseli ustoychivogo razvitiya v Rossiyskoy Federatsii. 2022: Krat. stat. sb. / Rosstat. – M., 2022. – 87 s.

6. Shvayko, B.A. Vnedreniye sistemy menedzhmenta kachestva na mashinostroitel'nom predpriyatii v usloviyakh tsifrovoy transformatsii / B.A. Shvayko, YU.G. Gertsik // Ustoychivoye razvitiye i novaya industrializatsiya: nauka, ekonomika, obrazovaniye : Materialy konferentsii, Moskva, 17 dekabrya 2021 goda. – Moskva: Moskovskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet imeni N.E. Baumana (natsional'nyy issledovatel'skiy universitet), 2021. – S. 142–147.

© Д.А. Скворцова, А.А. Кузнецов, Б.А. Швайко, Н.О. Романов, 2023

Раздел: Мировая экономика

УДК 332.1

А.Ю. ТИТОВЕЦ, М.Н. ГОНЧАРОВА
ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург

АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНЫХ МЕТОДИК РЕАКЦИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ПРОЦЕСС ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Ключевые слова: информатизация; критерии оценки; международный анализ; методики оценки; региональная экономика; социально-экономическое развитие; цифровые технологии.

Аннотация. Цель статьи – обобщить и систематизировать существующие международные методики оценки воздействия процесса информатизации на региональные экономические системы.

Задачи: представить и описать существующие методики; определить критерии оценки и показатели, используемые в различных методиках; выделить преимущества и недостатки методик; провести сравнительную оценку методик; представить перспективы развития и адаптации международных методик.

Гипотеза: существующие международные методики оценки воздействия процесса информатизации на региональные экономические системы охватывают множество различных аспектов и размерности взаимодействия информационных технологий (**ИТ**) и цифровых технологий с региональной экономикой, но существует необходимость совершенствования данных методик, разработки новых подходов и инструментов оценки, способных более полно и точно отражать специфику и особенности взаимодействия информационных и цифровых технологий с региональной экономикой.

Методы: эмпирические методы (наблюдение и сравнение) и теоретические методы (анализ и синтез).

Достигнутые результаты: представлены основные методики оценки воздействия процесса информатизации на региональные экономические системы, проведена сравнительная оценка методик и представлены перспективы развития и адаптации международных методик оценки реакции региональной экономической системы на информатизацию с учетом специфики различных регионов и изменяющихся технологических трендов.

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена стремительным развитием цифровых технологий и процессом глобальной информатизации, оказывающим глубокое и многогранное воздействие на все сферы жизни общества. Региональные экономические системы как важнейшие элементы национальных экономик оказываются в эпицентре этих трансформаций, что подчеркивает необходимость глубокого и всестороннего анализа методик оценки их реакции на процесс информатизации.

В условиях цифровой трансформации регионы сталкиваются с рядом вызовов и возможностей. Таким образом, исследование реакции региональных экономических систем на информатизацию становится приоритетной задачей, способствующей формированию эффективной государственной политики, направленной на сбалансированное и устойчивое развитие всех регионов страны [4; 6]. Для этого необходимо анализировать и адаптировать международный опыт, изучать успешные практики и выявлять наиболее перспективные подходы и инструменты оценки.

Специфика региональных экономических систем, их уникальность и разнообразие требуют комплексного подхода к оценке их реакции на процесс информатизации.

Важной задачей становится также выявление факторов, влияющих на процесс адаптации региональных экономических систем к

информатизации, определение их роли и значимости. Это позволит не только более точно оценить текущее состояние и перспективы развития регионов, но и выработать рекомендации по усиленному использованию потенциала информатизации для стимулирования социально-экономического прогресса [8; 9].

Основная часть

В мировой практике для оценки развития информационных технологий используются международные индексы оценки процессов информатизации на уровне страны, разработанные международными организациями [1]. Каждый рейтинг строится на совокупности определенных показателей. Среди них к наиболее авторитетным относятся Индекс развития ИКТ (*ICT Development Index, IDI*); Индекс готовности к сетевому обществу (*Network Readiness Index, NRI*); Индекс развития электронного правительства (*E-government Development Index, EGDI*).

Индекс развития ИКТ в странах мира рассчитывается по методике Международного союза электросвязи (**МСЭ**) – специализированного подразделения ООН, определяющего мировые стандарты в области ИКТ [2]. Первые попытки расчета данного индекса были предприняты в 2007 г., но итоговая концепция Индекса сформировалась только в 2009 г.

Индекс развития ИКТ – это комбинированный показатель, состоящий из 11 статистических показателей и характеризующий достижения стран мира с точки зрения развития информационно-коммуникационных технологий, а также отражающий практические навыки применения ИКТ населением 190 стран мира. Индекс отражает доступность и использование ИКТ.

В методику заложена трехступенчатая модель, которая отражает развитие ИКТ и эволюцию страны в направлении становления информационного общества. Ступени выделяются следующим образом.

1. Готовность к ИКТ – отражение уровня сетевой инфраструктуры и доступа к ИКТ.
2. Интенсивность ИКТ – отражение уровня использования ИКТ в обществе.
3. Влияние ИКТ – отражение результатов/последствий более эффективного использования ИКТ.

При этом специалисты МСЭ отмечают, что первые две ступени формируют чистый индекс развития ИКТ, а включение третьей ступени показывает развитие информационного общества. Соответственно, 11 статистических показателей агрегируются в три подындекса, которые с определенными весами формируют интегральный индекс.

Индекс может быть использован в качестве инструмента для проведения сравнительного анализа на глобальном, региональном и национальном уровнях [3]. Слабость данного индекса – это наличие показателей, не характеризующих информатизацию, а также отсутствие показателей, позволяющих оценить в полной мере весь процесс информатизации [2; 7].

Следующий индекс разработан международной организацией «Всемирный экономический форум» совместно с Международной школой бизнеса «*INSEAD*» и называется Индекс сетевой [4]. Индекс измеряет уровень развития ИКТ по 53 параметрам, объединенным в десять блоков, которые, в свою очередь, образуют четыре основные группы индекса: наличие условий для развития ИКТ (Подындекс А. Конъюнктура); готовность граждан, деловых кругов и государственных органов к использованию ИКТ (Подындекс В. Готовность сферы ИКТ); уровень использования ИКТ в общественном, коммерческом и государственном секторах (Подындекс С. Использование ИКТ) и оценка влияния на экономику и социальную сферу (Подындекс *D*. Эффекты).

В основном источником формирования и расчета показателей индекса сетевой готовности являются данные Всемирного экономического форума и исследования общественного мнения, проведенные данной организацией.

Данная методика расчета индекса достаточно сложная, так как в ходе расчета оцениваются в комплексе инфраструктурные, экономические, социальные, образовательные, правовые и управленческие характеристики [1]. Сильной стороной индекса является наличие многих важных показателей, необходимых для отражения процесса информатизации, таких как стоимость услуг в сфере ИТ. Слабой стороной индекса можно считать тот факт, что оцениваются не только показатели отрасли ИТ, но и условия, способствующие развитию ИКТ на территории, и показатели, отражающие развитие телефонной связи, а не ИТ. Также многие показатели данной методики носят экспертный

Таблица 1. Анализ существующих международных методик

	Индекс развития ИКТ	Индекс готовности к сетевому обществу	Индекс развития электронного правительства
Оценка условий развития	–	+	–
Рассчитаны только показатели по ИТ	–	–	–
Все показатели статистически обоснованы	–	+	–
Учтены показатели доступности ИТ (скорость и стоимость)	+	–	–
Учитывается развитие электронного правительства	–	–	+
Учитываются все аспекты процесса информатизации	–	–	–

характер, то есть субъективный.

Индекс развития электронного правительства включает три подындекса, характеризующих состояние человеческого капитала, ИКТ-инфраструктуры и веб-присутствия органов государственной власти [5]. Первые два основываются на официальных статистических данных, а последний строится на основе результатов обследования веб-сайтов правительства и пяти министерств: финансов, здравоохранения, образования, труда, социального обеспечения. Значение индекса рассчитывается как среднее арифметическое трех его подындексов [2]. Каждый из подындексов формируется на основе нормализованных значений показателей, входящих в его состав.

Данный Индекс представляет собой оценку одного из элементов информатизации – электронное правительство, то есть оценка информатизации деятельности органов власти. При этом оценка строится не только на исследовании информатизации государственных услуг, но и на доступности данных услуг для населения. Как и в остальных индексах, оценивается человеческий ресурс через показатели образованности. Данный индекс определят важность и необходимость оценки информатизации на уровне органов власти для оценки процессов информатизации, в том числе и на уровне субъектов страны (регионов).

Исходя из вышеперечисленных данных, сформируем общую таблицу с результатами анализа.

Анализ и сравнение основных международных методик оценки развития ИТ и информационного общества позволяют определить важные характеристики, которые необходимо учитывать для формирования качественной методики оценки информатизации.

Выводы

Проведенный анализ международных методик оценки реакции региональных экономических систем на процесс информатизации выявил ряд значимых тенденций и особенностей применения данных подходов [6].

В ходе исследования было установлено, что значительная часть методик базируется на схожих показателях и критериях оценки, что в некоторых случаях приводит к использованию одних и тех же блоков методики в рамках различных индексов и рейтингов. Это поднимает вопросы относительно уникальности и специфичности каждого отдельного инструмента оценки. С другой стороны, используются показатели, которые не отражают процесс информатизации.

В заключение следует отметить, что, несмотря на выявленные недостатки и ограничения существующих международных методик оценки реакции региональных экономических систем на информатизацию, их применение остается актуальным и важным инструментом анализа. Тем не менее необходимо продолжать работу по совершенствованию данных методик, разработке новых подходов и инструментов оценки, способных более полно и точно отра-

жать специфику и особенности взаимодействия цифровых технологий с региональной экономикой. Это, в свою очередь, способствует формированию более обоснованных и эффективных стратегий развития регионов в условиях глобальной информатизации.

Список литературы

1. Адаменко, А.А. Предпосылки возникновения и востребованность теории этноэкономики в контексте новой экономической реальности / А.А. Адаменко, Т.Е. Хорольская, Д.В. Петров // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2020. – № 1. – С. 104–109.
2. Зайцев, А.Г. Оценка реакций региональных социально-экономических систем на изменение национальных макроэкономических параметров / А.Г. Зайцев, И.Р. Ляпина // Управленческий учет. – 2018. – № 6. – С. 42–48.
3. Марков, Б.Е. Актуальность оценки реакций региональных социально-экономических систем на внешнее воздействие / Б.Е. Марков // Вестник научных конференций. – 2021. – № 12-1(76). – С. 71–74.
4. Марков, Б.Е. Федеральное финансирование ФАИП и бюджеты региональных экономик юга России / Б.Е. Марков // Экономика устойчивого развития. – 2020. – № 4(44). – С. 197–202.
5. Серков, Л.А. Кластерно-эконометрический инструментарий для исследования неоднородности регионов России / Л.А. Серков, М.Б. Петров, К.Б. Кожов // Journal of New Economy. – 2021. – Т. 22. – № 4. – С. 78–96.
6. Смирнов, Е.Н. Нестабильность международной торговли и подходы к оптимальному регулированию / Е.Н. Смирнов, С.А. Лукьянов // Управленец. – 2021. – Т. 12. – № 5. – С. 21–31.
7. Троцковский, А.Я. Риски и угрозы адаптации экономики и социальной сферы Алтайского края к изменениям внешней и внутренней среды / А.Я. Троцковский, А.М. Сергиенко, Л.В. Родионова // Экономика. Профессия. Бизнес. – 2019. – № 4. – С. 77–84.
8. Titovets, A. Smart roads in the Russian Federation: Regional informatization practice / A. Titovets, M. Goncharova, A. Nazarov // 2nd International Scientific Forum on Computer and Energy Sciences (WFCES-II 2021), Almaty, 11–12 ноября 2021 года. Vol. 2. – Almaty: AIP Conference Proceedings, 2022. – P. 020035.
9. Основные тренды развития отечественных информационных систем и возникающие проблемы в условиях импортозамещения / А.А. Копнин, А.В. Голубин, Е.В. Соколова, Д.В. Прокошев // Научное обозрение. Технические науки. – 2023. – № 1. – С. 5–9.

References

1. Adamenko, A.A. Predposylki vozniknoveniya i vostrebovannost' teorii etnoekonomiki v kontekste novoy ekonomicheskoy real'nosti / A.A. Adamenko, T.Ye. Khorol'skaya, D.V. Petrov // Gosudarstvennoye i munitsipal'noye upravleniye. Uchenyye zapiski. – 2020. – № 1. – S. 104–109.
2. Zaytsev, A.G. Otsenka reaktsiy regional'nykh sotsial'no-ekonomicheskikh sistem na izmeneniye natsional'nykh makroekonomicheskikh parametrov / A.G. Zaytsev, I.R. Lyapina // Upravlencheskiy uchet. – 2018. – № 6. – S. 42–48.
3. Markov, B.Ye. Aktual'nost' otsenki reaktsiy regional'nykh sotsial'no-ekonomicheskikh sistem na vneshneye vozdeystviye / B.Ye. Markov // Vestnik nauchnykh konferentsiy. – 2021. – № 12-1(76). – S. 71–74.
4. Markov, B.Ye. Federal'noye finansirovaniye FAIP i byudzhety regional'nykh ekonomik yuga Rossii / B.Ye. Markov // Ekonomika ustoychivogo razvitiya. – 2020. – № 4(44). – S. 197–202.
5. Serkov, L.A. Klasterno-ekonometricheskiy instrumentariy dlya issledovaniya neodnorodnosti regionov Rossii / L.A. Serkov, M.B. Petrov, K.B. Kozhov // Journal of New Economy. – 2021. – T. 22. – № 4. – S. 78–96.
6. Smirnov, Ye.N. Nestabil'nost' mezhdunarodnoy torgovli i podkhody k optimal'nomu regulirovaniyu / Ye.N. Smirnov, S.A. Luk'yanov // Upravlenets. – 2021. – T. 12. – № 5. – S. 21–31.

7. Trotskovskiy, A.YA. Riski i ugrozy adaptatsii ekonomiki i sotsial'noy sfery Altayskogo kraya k izmeneniyam vneshney i vnutrenney sredy / A.YA. Trotskovskiy, A.M. Sergiyenko, L.V. Rodionova // Ekonomika. Professiya. Biznes. – 2019. – № 4. – S. 77–84.

9. Osnovnyye trendy razvitiya otechestvennykh informatsionnykh sistem i voznikayushchiye problemy v usloviyakh importozameshcheniya / A.A. Kopnin, A.V. Golubin, Ye.V. Sokolova, D.V. Prokoshev // Nauchnoye obozreniye. Tekhnicheskiye nauki. – 2023. – № 1. – S. 5–9.

© А.Ю. Титовец, М.Н. Гончарова, 2023

УДК 519.233

Ю.И. КАЗАРИНОВ
Филиал ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Нижневартовск

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ РАССОГЛАСОВАНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ КОМПАНИИ

Ключевые слова: анализ; математическая модель; нефтегазовая компания; параметры рассогласования; параметрические процессы; принятие решений; эффективное управление.

Аннотация. Целью работы является применение принципа параметрического рассогласования для эффективного управления нефтегазовыми компаниями. Задача исследования: построение математической модели определения заданного уровня показателя эффективности деятельности компании на основе методов теории надежности. Гипотеза: на основании предложенной расчетной модели представляется возможность оценить надежность достижения заданного уровня показателя эффективности деятельности компании на различных этапах ее жизненного цикла. Предлагаемая математическая модель – расчетный инструмент для принятия взвешенных управленческих решений.

Введение

Все реальные процессы подвержены воздействию «внешней и внутренней среды». С учетом воздействия различных факторов внешней среды на экономические, организационно-технологические, ресурсные и другие процессы компании, они должны рассматриваться не как детерминированные, а как безусловно вероятностные [2; 3].

Выделение информационных потоков, циркулирующих в организационной системе, обеспечивающих выполнение поведенческих и исполнительских функций определяет и различие в методах управления производственным процессом на различных уровнях. На низшем уровне управления (техническом) метрику параметров составляют натуральные показатели (объемы работ, ресурсы, время) на основе известных организационно-технологических моделей (линейные графики, циклограммы, сетевые графики). На этом уровне реализуются в основном исполнительские функции при ресурсных ограничениях.

В статье представлены исследования в двух параллельных направлениях: управление по реализации технических задач на исполнительском уровне, управление по обеспечению достижения заданных экономических показателей эффективности компании в целом.

На всех этапах производственного процесса и управлении компанией свои критерии и свои показатели оценки эффективности, однако есть общее условие: это обеспечение надежности достижения конечного результата.

Основная часть

Всякий процесс, протекающий в реальных условиях, подвержен случайному воздействию внутренних и внешних факторов, которые как влияют обособленно, так и оказывают некоторое результирующее воздействие, вступая между собой в сложное взаимодействие, иногда уменьшая это результирующее воздействие, а чаще усиливая его. Дать аналитическое описание этому процессу композиции случайных факторов практически невозможно, поэтому организация воспринимает это воздействие по отклонению параметров объекта управления как реакцию на это воздействие. Таким образом, реальные производственные процессы в их оценке по физическим или стоимостным параметрам всегда характеризуются как вероятностные.

Риск является вероятностной категорией, измеряется как вероятность определенного уровня потерь. Термин инвестиционного риска

Таблица 1. Обзор подходов к оценке экономических рисков

Методики оценки риска	Область применения
Статистические	1. Полная выборка данных по анализируемым параметрам. 2. Статистический анализ в фиксированном промежутке времени. 3. Прогнозный период за ограниченный интервал времени. 4. Степень влияния фактора риска поддается количественному изменению
Экспертные	1. Количественная оценка влияния факторов риска на оцениваемый процесс затруднена или невозможна. 2. Прогноз на весь жизненный цикл процесса (проекта) либо на отдельный его этап. 3. Анализ комплексного влияния совокупных факторов риска
Комбинированные	Проведение анализа чувствительности инвестиционного проекта для предотвращения неблагоприятных внутренних воздействий

подразумевает платную возмездную готовность инвестора вкладывать свой капитал в конкретный проект при осознанной вероятности возникновения убытков или недополучения доходов по сравнению с прогнозным вариантом.

В теории вероятностей категория неопределенности описывается взаимосвязанными показателями: риск и надежность. Иными словами, риск и надежность – это вероятностные, взаимодополняющие по своей природе категории, характеризующие два несовместных противоположных события, образующих полную группу; сумма вероятностей этих событий равна единице. Таким образом, риск компенсируется надежностью, и уровень этого поглощения характеризует способность системы противостоять неблагоприятным возмущениям. На различных этапах реализации проектов необходимо идентифицировать, измерить и разработать мероприятия по компенсации рисков. С этой целью риски классифицируют по источнику возникновения в сфере влияния и по структуре [3].

По структуре риски делятся на: простые (не зависят друг от друга); сложные (композиция простых и их взаимное влияние).

По источнику возникновения риски делятся на рыночные, инвестиционные и природные факторы влияния.

Рыночный риск возникает в результате неблагоприятного влияния факторов внешней среды (усиление конкуренции на рынке готовой продукции, недостаточно устойчивая маркетинговая база, конъюнктура рынка в прогнозном периоде).

Инвестиционный риск включает в себя бизнес-риск (отражает способность нефтегазовой компании поддерживать допустимый уровень дохода) и финансовый (процентный, валютный и кредитный) риск.

Факт существования различных методов оценки рисков предполагает индивидуальное применение каждого из них.

Объектом наших исследований являются параметрические процессы, состояние которых чаще всего плавно изменяется во времени, и их состояние во времени характеризуется некоторой интенсивностью рассогласования исходной «настройки».

В работе [4] рассматриваются вероятностные динамические процессы в допущении о «линейном дрейфе параметра»:

$$W_a = W_0 + W_t, \qquad (1)$$

где W_t – значение контролируемого параметра в момент времени t; W_0 – неслучайное значение контролируемого параметра, которое он имел в начале процесса раз регулирования; V – нормально распределенная случайная величина с математическим ожиданием μ и дисперсией γ^2.

Физический смысл параметра V – «скорость разрегулирования».

Реализации этого процесса рассматриваются как монотонно возрастающие, так и монотонно убывающие. Рассчитано, что при задании верхней W_b и нижней W_a допустимой границы соответствующие вероятности состояния контролируемого параметра не выйдут за обозначенные границы за период времени t:

$$\overline{F}(t) = \Phi\left(\frac{(W_b - W_0/t - \mu)}{\sigma}\right); \qquad (2)$$

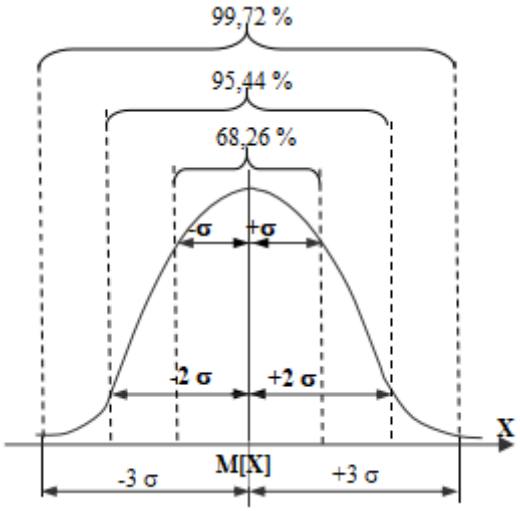


Рис. 1. Иллюстрация правила трех сигм для нормального распределения

$$\overline{F}(t) = 1 - \Phi\left(\frac{(W_a - W_0/t - \mu)}{\sigma}\right), \quad t > 0. \qquad (3)$$

Значительно реже процесс разрегулирования рассматривается как нелинейный [4]. При различных подходах к решению практически одной и той же задачи различные авторы сходятся в одном: что процесс рассогласования контролируемого параметра во времени является «веерным».

Если предположить наличие нормального закона распределения отклонений от прогнозируемого уровня (рис. 1), то в зависимости от ожидаемой вероятности прогноза будем иметь следующие значения прогнозного интервала.

Для уровня вероятности 99 % известна формула «трех сигм»:

$$Q_{np}^{99\%}(t) = Q(t) \pm 3\sigma \bullet \mu\, t, \qquad (4)$$

где μt – функция, зависящая от периода прогнозирования:

$$\mu(t) = \sqrt{1 + \frac{(2t + t_0 - 1)^2}{t_0^2 - 1}}, \qquad (5)$$

где t – время прогноза; t_0 – так называемый динамический ряд в «ретроспекции».

Достоверность прогнозирования уменьшается во времени, поэтому погрешности максимальных и минимальных значений прогнозируемого параметра расходятся в процессе времени «веером».

Результирующее состояние организации определяется развитием двух групп процессов, которые имеют горизонтальное развитие, обусловленное изменениями состояний жизненных циклов (процессов, проектов, технологий, товара) во времени и вертикальное, обусловленное субординацией этих же жизненных циклов. Очевидно, что также следует рассматривать и процессы надежности.

В соответствии с таким подходом будем определять параметрическую надежность, которая является результатом плавного рассогласования контролируемого параметра процесса во времени и системной надежности, как совокупный результат состояний контролируемых параметров в данный момент времени по всем определяющим жизненным циклам, характеризующим текущее состояние компании.

Определим показатели надежности, описывающие поведение единичного процесса во времени.

В исходный момент времени t_0 однозначно определяется значение контролируемого параметра по данным предыдущего этапа P_0. В дальнейшем процесс развития сопровождается стохастическим воздействием различных факторов внешней среды, в результате чего значение параметра P_t по аналогии с формулой (1) можно рассматривать как случайную величину:

$$P_t = P_0 + Vt, \qquad (6)$$

где t – текущее время, отсчитываемое от момента t_0; V – «скорость разрегулирования», которая считается распределенной по нормальному закону с параметрами – математическое ожидание μ, дисперсия σ.

Тогда параметры рассматриваемой веерной случайной функции будут:

– математическое ожидание:

$$M\left(P_t\right) = P_0 + \mu\, t;$$

–дисперсия:

$$Д\left(P_t\right) = \sigma^2 t^2.$$

Таким образом, задается фиксированный уровень показателя эффективности. Точки пересечения реализации случайного процесса $P_t = const$ соответствуют моментам времени окончания работ.

Из формулы (6) следует:

$$T = \left(P_1 - P_0\right) / V.$$

Плотность распределения T описывается α-распределением [1]:

$$f\left(t\right) = \frac{\theta\alpha}{t^2\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{\alpha^2}{2}\left(\frac{\theta}{t} - 1\right)\right], \qquad (7)$$

основными параметрами которого являются: $\alpha = \mu/\sigma$, $\beta = \left(P_1 - P_0\right)/\sigma$, то есть θ – медиана α-распределения, α мода t_p, при котором плотность распределения максимальна:

$$\alpha = t_э = \beta \Big/ 4\left(\sqrt{\alpha^2 + 8} - \alpha\right), \quad \left(t_м \text{ всегда } < \theta\right)\mu/\sigma. \qquad (8)$$

Когда задается предельная вероятность q достижения определенного уровня эффективности, то соответствующее этой вероятности время можно найти по формуле (1): $t = \beta/\left(Z + \alpha\right)$, где Z – аргумент нормированной функции Лапласа, соответствующий вероятности q.

Далее, зная параметры распределения конечного результата (время достижения заданного показателя эффективности или время выполнения заданного объема работ), рассчитываем время, соответствующее требуемой вероятности свершения события $t_{отн}$. Последующие управленческие действия должны обеспечивать безусловное выполнение поставленных условий в сроках $t_{отн}$. Следовательно, необходимо выбрать такой режим управления, чтобы обеспечиваемая им вероятность достижения результата была равна или выше назначенной ранее надежности $P_{упр} \geq P_{отн}$.

Заключение

На основании предложенной расчетной модели представляется возможность решить задачу по определению надежности достижения заданного уровня показателя эффективности деятельности компании на различных этапах ее деятельности. Как следует из приведенных выше формул, аргументом функции надежности является временной интервал, в пределах которого оценивается динамика изменения контролируемого параметра.

Список литературы

1. Байхельт, Ф. Надежность и технологическое обслуживание. Математический подход / Ф. Байхельт, П. Франкен. – М. : Радио и связь, 1988. – 392 с.

2. Евланов, Л.Г. Принятие решений в условиях неопределенности / Л.Г. Евланов. – М. : Наука, 1977. – 135 с.

3. Математическое моделирование задачи распределения ресурсов / И.В. Зайцева, А.Ф. Долгополова, Ю.В. Орел, А.С. Селезнева // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 9(135). – С. 12–15.

4. Эшби, У.Р. Введение в кибернетику / У.Р. Эшби. – М. : Издательство иностранной литературы, 1959. – 430 с.

References

1. Baykhel't, F. Nadezhnost' i tekhnologicheskoye obsluzhivaniye. Matematicheskiy podkhod / F. Baykhel't, P. Franken. – M. : Radio i svyaz', 1988. – 392 s.
2. Yevlanov, L.G. Prinyatiye resheniy v usloviyakh neopredelennosti / L.G. Yevlanov. – M. : Nauka, 1977. – 135 s.
3. Matematicheskoye modelirovaniye zadachi raspredeleniya resursov / I.V. Zaytseva, A.F. Dolgopolova, YU.V. Orel, A.S. Selezneva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 9(135). – S. 12–15.
4. Eshbi, U.R. Vvedeniye v kibernetiku / U.R. Eshbi. – M. : Izdatel'stvo inostrannoy literatury, 1959. – 430 s.

© Ю.И. Казаринов, 2023

Abstracts and Keywords

G.P. Bendersky, E.A. Lavrentiev, G.N. Ulyanov, A.N. Kivalov

The Method of Constructing a Difference-Rangefinder System of Equations for Positioning Sources of Radiation of Any Physical Nature

Keywords: hyperbolic; difference-rangefinder; unified time scale; positioning.

Abstract. The paper describes a method for constructing a system of equations for determining the coordinates of a radiation source of any physical nature, taking into account the accepted initial data: the coordinates of the receiving posts (RP) are set, the time of arrival of signals to each of the RP is fixed and remembered. The sequence of transformations of the difference-range equations leads to a system with an analytical solution for determining the rectangular coordinates of the radiation source. An algorithm is proposed for evaluating the accuracy of object positioning and substantiating the topology of the receiving points of the difference-rangefinder system.

A.A. Kopnin

Methods and Techniques of Machine Learning: Integration, Interaction and Complementation of Methods

Keywords: computer technologies; machine learning; digital technologies; machine learning; digital technologies; data mining; data science; clustering.

Abstract. This study introduces the methods and techniques of machine learning: integration, interoperability and complementation of methods. The study provides an overview of a variety of machine learning approaches, with an emphasis on integration and interaction between different methods. The article discusses the main methods of machine learning, such as supervised learning, unsupervised learning and reinforcement learning, as well as deep learning methods. The study also addresses the interactions between different machine learning techniques, highlighting how their combination can lead to synergistic effects and more accurate predictions.

T.V. Malysheva, T.V. Lapteva, A.S. Titovtsev

Modeling of Optimal Oil Production Parameters to Maintain the Level of Utilization of Associated Gas

Keywords: linear programming; modeling; oil production; associated petroleum gas; well flow rate; scatter diagram.

Abstract. The article discusses the problems of beneficial use of associated petroleum gas within the framework of legal regulation of reducing greenhouse gas emissions. The purpose of the article is to develop an approach to modeling the optimal values of oil production volume to maintain a high level of associated gas use. The main mathematical research tools used were the linear programming method to find target optimal values, as well as the scatterplot method to identify dependencies between variables. The article substantiates the negative dynamics of changes in the useful use of associated petroleum gas in 2017–2022. A relationship has been identified between the volume of oil production and the level of associated gas use, which puts forward a hypothesis about the possible moderation of the intensity of oil extraction to reduce the volume of gas flaring and reduce the impact on the environment. The optimal values of oil well flow rate were determined to maintain a high level of useful gas use, taking into account the limitations of oil extraction by artificial stimulation of the formation.

M.V. Sadovskiy, R.G. Vildanov

Improvement of the Electric Drive Control System for a Drilling Rig

Keywords: control system; drilling rig electric drive; computer model; rectifier-inverter.

Abstract. This article examines the development of a mathematical and computer model for the control system of adjustable electric drives for a drilling rig, along with the challenges of existing control systems for drilling rig electric drives. The aim of the study is to enhance the reliability and efficiency of the control system for the electric drive of a drilling rig. The main tasks include creating a mathematical model for the control system of the electric drive, analyzing existing control systems for electric drives, and developing a computer model for the control system of the electric drive. In experimental research aimed at improving the quality of automatic control of the electric drive, a mathematical simulation model was employed. This model was built based on initial data obtained from the selected object and implemented in Matlab Simulink, along with Clarke and Park transformations and their corresponding inverse transformations. The research results are focused on improving the quality of automatic control for the electric drive of a drilling rig. The obtained mathematical model enables a more effective analysis and optimization of the control system, increasing its reliability and efficiency under the operational conditions of drilling rigs.

I.V. Seng

The Role of Generative Artificial Intelligence in Automated Marketing Content Creation Using Large Linguistic Models (LLM): Effectiveness and Limitations

Keywords: Artificial Intelligence (**AI**); generative AI; content creation automation; marketing strategies; large linguistic models; SEO optimization.

Abstract. The purpose of this study is to evaluate the potential and identify the limitations of using generative AI in automating marketing content creation. The hypothesis is the ability of large linguistic models to efficiently generate original, unique, and SEO-optimized content while considering technical and ethical constraints. The research methodology includes analyzing current AI capabilities in the context of marketing tasks and evaluating their effectiveness. The novelty of the work lies in a comprehensive study of the impact of AI on content creation processes, identifying key factors affecting its quality and effectiveness. The findings of the study emphasize the importance of considering the limitations of AI related to content quality, relevance and uniqueness. Recommendations are given to marketers and developers to optimize AI-assisted content creation, thereby improving competitiveness in digital marketing and search engine optimization strategies.

M.I. Sizyakov, M.A. Shcherbakova

Mathematical Modeling of Oil Heating Process

Keywords: mathematical modeling; oil heating process; heat and mass transfer; distributed parameters; optimization of energy resources.

Abstract. This paper deals with mathematical modeling of the process of heating oil, which is a key aspect in increasing the efficiency and safety of operation of oil tanks and oil refineries. The main goal is to analyze mathematical models that can predict temperature changes in oil during heating, ensuring optimal management of energy resources and minimizing the risk of excessive heating or temperature variations. The work methodology is based on the principles of heat and mass transfer and includes both traditional approaches, such as the finite difference method, and new ones, for example, structural modeling methods. During the work, an analysis of existing mathematical models used to describe the oil heating process was carried out and it was revealed that an accurate understanding of heat and mass transfer processes in oil reservoirs is of key importance. The set of mathematical models presented in the studies reviewed makes it possible to formulate an integrated approach to describing the oil heating

process, taking into account both the physical aspects of heat transfer and operational risks. Combining different approaches and their further development can lead to the creation of optimized and safe oil heating techniques, which will help improve the efficiency and economic benefits of processes in the oil industry.

B.A. Shvaiko, D.A. Skvortsova, A.A. Kuznetsov, N.O. Romanov

Review of Methods for Normalizing Criteria of Sustainable Development

Keywords: aggregation methods of normalization; criteria for sustainable development; methods of standardization.

Abstract. Sustainable development should meet the basic needs of all people, providing equal opportunities for a better life. The fundamental principles of sustainable development include long-term growth, consideration of natural resource constraints, and the basic needs of people. The paper highlights the dynamic nature of sustainable development and the need to measure it through various criteria normalization methods. The article aims to review different methods for normalizing criteria of sustainable development, including ranking and standardization methods. These methods aim to organize and standardize criteria to facilitate comparison and analysis of data in the field of sustainable development, where economic, social, and environmental aspects need to be considered. The research objectives are to identify the most suitable method for standardizing indicators of sustainable development. The research hypothesis is as follows: all criteria for sustainable development indicators can be brought to a common form to simplify working with these data. The research methods include a systemic approach, generalization, and comparative analysis. The results are as follows: the main existing methods of data normalization have been analyzed, and those most suitable for further research have been identified.

S.G. Bednyak , E.P. Ponomareva

Preprocessing Techniques for Text Mining

Keywords: NLP systems; algorithms stop words elimination; stemming; tokenization; lemmatization; part-of-speech; named entity recognition.

Abstract. To prepare unstructured text data for machine learning, their preprocessing is necessary, including some unique steps. The article analyzes such preprocessing steps as lemmatization, tokenization, stemming, removal of stop words, marking of part of speech and recognition of named objects. The purpose of the study is to consider preprocessing methods for text mining. The objectives of the study are to consider the stages of text preprocessing, to determine the recognition of named objects, to study the methods of text mining. The hypothesis of the study is that data preprocessing determines the quality of execution, on which the possibility of obtaining qualitative results of the entire data analysis process depends. The study uses methods of data mining and plausible inference, in particular DSM-the method of automated support of scientific research, as well as methods of computational linguistics, machine learning, information retrieval, set theory, probability theory and mathematical statistics, cluster analysis, graph theory, theory of algorithms. The results of the study are to determine the methods of text mining, which allow you to gain preliminary knowledge about various methods of text preprocessing.

A.A. Bulbacheva, R.V. Astapov

Application of Artificial Intelligence Technologies in the Educational Process when Searching for Banned Content on the Internet

Keywords: automated system; adaptation; prohibited content; Internet; monitoring system; detection;

query processing; technical and forensic means; fixation.

Abstract. The purpose of this paper is to analyze the application of artificial intelligence technologies for detection of fixation and processing of requests. The main objectives of the article are to study the characteristics and functional capabilities of the artificial intelligence system of automatic search for prohibited content in the information network of the Internet, to analyze the application of methods of intellectual data analysis within the framework of this system and to evaluate its effectiveness. The obtained results are subjected to quantitative and qualitative analysis and presented in this article. Universal scientific principles of dialectical methodology of cognition served as the theoretical and methodological basis of the article. The following conclusions were made: the artificial intelligence program of automatic search for banned content in the Internet information network is a useful tool to combat banned content, but it cannot fully replace the human factor and requires constant updating and development to improve its capabilities.

A.N. Polikanin, S.N. Novikov

The Analysis of the Possibility of Occurrence and Methods for Determining the Range of the Thermal Imaging Channel of Information Leakage

Keywords: optical thermal imaging information leakage channel; thermal information objects; thermal imaging; detection; recognition and identification range.

Abstract. The purpose of the study is to analyze the possibility of an optical thermal imaging channel of information leakage when entering data from keyboards and touch screens. The objectives are to review the existing studies, as well as methods that allow calculating the limiting parameters of the channel by determining the detection range, recognition and identification of the specified thermal information objects. The research hypothesis is as follows: it is proposed to create a combined methodology and a mathematical model based on them, which allows taking into account all the parameters of the object, the environment and the thermal imager.

A.M. Rusakov, D.M. Klinevskaia, A.R. Salimova

Investigation of Apache Hadoop Application Features for Video Processing

Keywords: Apache Hadoop; HDFS; MapReduce; data processing; data; distributed storage; tool; programming; concepts.

Abstract. The main purpose of this article is to study the application areas and analyze the impact of Apache Hadoop framework integration on digital video data processing. The tasks are to study the advantages and disadvantages of the framework; to analyze programming languages that support Apache Hadoop; to study transcoding fragments of the video stream. When processing video data, methods such as video data compression (MPEG-2, H.264) and decoding of video stream fragments are used. As a result, the possibilities of using Apache Hadoop in the field of video streaming processing were considered, which gave an idea of its advantages and limitations. Also, the results of optimizing the performance of video data analysis when using the framework were shown. Thus, it can be concluded that firstly, Apache Hadoop can be successfully used for video data processing, providing high performance and the ability to process large amounts of information in a distributed manner. Also, using Hadoop MapReduce allows you to efficiently process video files, including compression, encoding and decoding operations. And finally, the use of Apache Hadoop can lead to a significant increase in the speed of processing video data compared to standard methods.

V.V. Varlashin, A.I. Pryadko, I.S. Barinkin

Approaches to Evaluation and Testing Methods for Industrial Exoskeletons

Keywords: industrial exoskeleton; personal protective equipment; heavy tool; evaluation; criterion.

Abstract. The article analyzes and systematizes existing approaches, methods and methods for measuring and assessing quality indicators of the effectiveness of the use of industrial exoskeletons. The goal of the work is to develop an approach to testing an industrial exoskeleton for working with heavy tools. The objectives of the work are an analytical review of scientific and technical literature, systematization of the information obtained in the field of approaches, methods and methods for measuring and assessing the quality indicators of exoskeletons and identifying the approaches most suitable for achieving the goal. The research method is the analysis of existing scientific and technical literature. A list of objective and subjective indicators used to evaluate exoskeletons, as well as their classification, is presented. A review of exoskeleton testing methods has been completed. An analysis of approaches to summarizing indicators to obtain an overall assessment of the effectiveness of the exoskeleton was performed. As a result of the work, criteria were obtained that are applicable for evaluating an industrial exoskeleton complex designed to increase the functionality of the operator when working with heavy tools.

Wassouf Yazan, A.V. Tarasenko, D.Yu. Osin

The Development of a Cruise Control System for Public Transport

Keywords: Assistant Driver Systems; Vehicle mechatronics; Cruise-control.

Abstract. The aim of this study is to investigate the design and development of a driver assistance system for speed control based on radar and camera data, known as cruise control. To achieve this goal, it is necessary to define the system requirements. The system is divided into several subsystems to attain the ultimate goal, which is to enhance road safety. As a result of the research, the requirements for the cruise control system were identified, sensor analysis was conducted, and a system structure was developed to improve road safety. The efficiency and reliability of the system were ensured through subsystem division and the selection of optimal technologies.

A.E. Ilyasov, V.V. Varlashin

A Method for Reconstructing the RTC Trajectory for In-Line Diagnostics Using Fiducial Markers

Keywords: visual odometry; in-line pipeline diagnostics; trajectory recovery; fiducial markers.

Abstract. The paper describes the proposed method of trunk pipeline trajectory restoration at a distance of up to 5 kilometers by means of an in-pipe robotic diagnostic complex. The purpose of the research is to study the characteristics of the proposed method of restoring the motion of intra-pipe diagnostic RTC using fiducial markers. The main objectives of this work are: review and analysis of existing methods of trajectory restoration, construction of a computer model of RTC, conducting computer simulation to identify the characteristics of the method. The method of research is computer modeling using robot simulator. The results of the research allow us to estimate the accuracy of RTC motion trajectory restoration, the obtained relative error is 0.66 % of the trajectory length.

A.I. Pryadko, I.S. Barynkin, V.V. Varlashin

Issues in the Development of the Hip Joint of an Active Industrial Exoskeleton

Keywords: protection of the musculoskeletal system; exoskeleton; elastic energy storage devices; gas spring.

Abstract. The study describes the development of a hip joint for an industrial exoskeleton. The objectives are to consider the problems that arise in the development of active industrial exoskeletons - external mechanical supporting structures attached to the human body using cuffs; to resolve technical contradiction, which consists in the need to ensure the accumulation of the necessary supply of elastic energy to unload the operator's rise from a squat position with a load in such an organization of the functioning of the hip joint, which ensures the convenience of the operator in the exoskeleton in the mode of unconstrained walking in a vertical position, as well as ensuring the operation of an effective functioning of the exoskeleton in a wide range of operating temperatures permitted by sanitary standards of labor protection from –40 °C to +55 °C. The research methods are analysis of patents for existing solutions, information search for topical articles, and design work.

The results are as follows: a variant of the implementation of an active hip joint of combined action has been proposed, combining passive elastic energy storage devices – a gas spring and a helical compression spring, and an active drive for compressing the helical spring.

A.N. Timofeev, D.O. Dokhov

Problems of Designing Manipulation Systems for Small Volume Space

Keywords: remote control; manipulator hand; manipulation system; force sensing; narrow niches.

Abstract. The aim of this project is to develop and research the concepts of a manipulation system for working in small spaces to extract relatively massive and heavy objects of manipulation from narrow niches. To achieve this goal, the following tasks have been set and completed: methods to specify constraint degree of the niche are considered, the concept of a manipulation system is proposed, the processes of capturing and extracting objects are considered, and the layout of the gripping device is proposed. As a result of the research conducted, the characteristics inherent in a small space were specified, and the overall and functional parameters of the gripper and manipulator were proposed.

G.F. Babyuk

Treatment of Plasma Coatings by Thermal Cycling

Keywords: plasma coatings; thermal cycling; surfacing; wear resistance; laser exposure.

Abstract. The purpose of the study is to review the available technologies for processing plasma coatings by thermal cycling and to create a eutectic alloy of heterogeneous structure with high performance properties. The objective of the study is to analyze the effect of laser beam cycling on the structure and properties of plasma eutectic coatings. The research uses methods of analysis and experimental research. Our hypothesis is the assumption that laser surfacing and plasma coatings enhance their tribotechnical properties over a wide temperature range. Studies have shown that the alloyed layers on steels have a eutectic-type structure based on the Fe-BC system and consist mainly of two zones: the lower one, which crystallized as a columnar structure of borides, and the upper one is fine-grained, not detectable by conventional etchants. For elements of friction units operating at low temperatures, it is possible to recommend sprayed plasma coatings with additional thermal-cycle processing, and for operation at high temperatures – plasma remelted coatings.

A.V. Zagorskaya

The Interrelation of the Composition of R&D Support at the Stage of Engineering Surveys, Design and Construction

Keywords: R&D support; safety of buildings and structures; unique buildings and structures; increased level of responsibility; KC-3 class.

Abstract. The article considers the main works performed within the framework of the R&D support of surveys and design of facilities with a high level of responsibility, and their results; the main works performed within the framework of the R&D support of construction are considered and the relationship between the results of scientific and technical support of surveys and design and the works of the R&D support of construction is determined. Practical examples of the implementation of scientific and technical support at various stages of the life cycle of an object as a single set of works are given.

S.A. Krivolutsky, T.G. Oreshenko, S.I. Kulagina, I.V. Nazarov

Improving the Technology of FDM Printing with Plastics from Various Manufacturers

Keywords: plastic; 3D printing; preparing the model.

Abstract. This article discusses the features of FDM printing with plastics from various manufacturers. The relevance of the article lies in the need to select the highest quality plastic for printing. The purpose of the study is to compare the products of different plastic manufacturers and identify the best one. It is necessary to test printing with plastics from different manufacturers, identical samples, to establish optimal technological parameters that ensure the required quality of the resulting workpiece. The main objectives of the study are to examine each specimen separately and identify its defects; to draw up a summary comparative table to visualize the results; to identify the best plastic based on the fewest number of defects. The significance of the study is due to the widespread introduction of 3D printing technologies in various fields of human activity. The choice of the optimal plastic manufacturer is confirmed by data obtained from test tests of various materials, as well as by the production features of the material itself. The main research methodology is a comparative analysis of pre-prepared items, in which the optimal option is identified. The result of the research is the selection of the best plastic with the fewest defects.

N.N. Saveleva, S.N. Shed, Y.V. Savelev

The Analysis of Core Selection Using a Telescopic Wedding System

Keywords: anti-sticking system; sticking; core; core sampling; telescopic system.

Abstract. The problem of high-quality core selection for studying the geological structure and assessing deposit reserves is an urgent problem. The purpose of the study is to study the use of a telescopic wedge system in core sampling. The authors hypothesize that for successful core sampling, a telescopic wedge system can be used, which makes it possible to select core in difficult geological conditions and reduce time wasted on tripping operations. Since a special system of telescopic core receiving pipes, including one or two telescopic liners, which shift and move along with the jammed core, which allows you to continue core sampling without additional tripping operations. The research methods were the study of scientific research and patents in the field of core sampling. Based on scientific research, a special system of telescopic core collecting pipes has been developed. Based on the results of pilot tests of the telescopic system, it was proven that the quality of core sampling and the reduction of time for hoisting and hoisting operations during core sampling were proven.

N.A. Safonova, K.E. Amelina

The Advantages of Having an Intellectual Property Management System in Organizations

Keywords: management system; intellectual property objects; innovations; commercialization; knowledge management system.

Abstract. New configurations of available data can serve as a basis for innovation and ensure high competitiveness of an economic entity. The purpose of the work is to determine the place and role of intellectual property management processes in the organization's activities. The main task set by the authors was to analyze the advantages of having an intellectual property management system of a technical, organizational and legal nature. The research used methods of systematic, logical and economic analysis. It is concluded that the formation and development of the intellectual property management system affects the qualitative characteristics of the innovative development of subjects at various levels.

S.S. Stepanov

A Mathematical Model of Formation of Absolute Error of Measuring System in order to Improve Quality and Productivity of Precision Parts Manufacturing Process

Keywords: end length measures; technological process; measurement; contact deformation; tip radius.

Abstract. This article presents studies of the influence of radius and measuring force on contact deformation when measuring end length measures. The impact of contact deformation on the performance of control operations of the technological process of manufacturing end length measures has been determined. The purpose of the article is to study elastic deformation in the contact area of the measuring tip and part. To achieve the goal, the following problem was solved: the development of a mathematical model of elastic contact in the measurement zone.

The hypothesis of the work is to study the effect of elastic deformation on the error of measuring precision parts. This article used the method of comparison with the reference part, when using inductive converters with vacuum arresting. As a result of studies, contact deformations and permissible values of radii of measuring tips are determined.

E.G. Timchuk

Methodological Approach to the Evaluation of Effectiveness Technologies of Mechanical Engineering of Agro-Industrial and Fisheries Complexes

Keywords: methodological approach; efficiency assessment; mechanical engineering technology; agro-industrial and fisheries complex.

Abstract. The need to increase production efficiency is reflected in the strategic plans of the Russian Federation. But this process is impossible without a scientifically sound methodological basis that allows us to assess the current and expected future effectiveness of mechanical engineering technology. Therefore, this article is devoted to the development of a methodological approach to assessing the effectiveness of mechanical engineering technologies of agro-industrial and fisheries complexes.

V.A. Undozerov

Dynamic Scheduling in Construction Projects:
Theoretical Framework

Keywords: scheduling; dynamic scheduling; project management.

Abstract. The aim of the study is to investigate the theoretical foundations of dynamic scheduling in construction projects and provide some recommendations for further research. While the theory of "static" scheduling is the most developed, much less attention is paid to "dynamic" scheduling. At the same time, research shows that "dynamic" scheduling is most suitable for construction industry, especially for complex and large projects. To achieve the aim of the study, such tasks as the formulation of the problem associated with insufficient elaboration of scheduling dynamism and complexity issues in construction; a review of the scientific literature on this problem the formation of some possible directions for the development of the theory of dynamic scheduling, have been set. The research methods are analysis, synthesis, and review of scientific literature. The result of the study is recommendations on one of the directions of dynamic scheduling theoretical foundations' development in construction projects, namely scheduling visualization techniques on the example of the "spring chart" developed by the author. The relevance of the results is due to the fact that the developed recommendations can be useful to researchers in the field of project scheduling for a systematic study of the problem.

G.R. Musina, M.V. Shinkevich

The State and Prospects of the Introduction of Digital Technologies
at Enterprises in the Engineering Industry

Keywords: mechanical engineering; digitalization; digital twins; cost optimization; modeling.

Abstract. Reducing time and resources is possible due to the use of computer technology and software in the design and development of new products in mechanical engineering. The huge potential of digital technologies, especially in planning and design activities, lies in the creation of digital product models, conducting virtual tests and optimizing the design. Virtual modeling and simulation already at the design stage allow testing and optimization of structures. Automation of production processes using digital technologies reduces manual labor and reduces the likelihood of errors.

N.I. Nikolaev

Intraoperative Radiation Therapy – Basics and History

Keywords: intraoperative radiation therapy; linear accelerator; radiation medicine; medicine; radiation therapy.

Abstract. This article discusses the history of the development of radiation therapy. The purpose of the study is to review the stages of development of this technology. Using comparative analysis methods, it was revealed that intraoperative radiation therapy today is the most promising direction in the treatment of oncological diseases. Most of the existing expert opinions and scientific studies in this area have confirmed the hypothesis that intraoperative radiation therapy has the best prospects for development, especially in the context of modern technologies that significantly reduce the size of devices, but greatly increase the accuracy of operations. Technologies of intraoperative radiation therapy, methods of implementation and features are considered. In addition, the article discusses the current state of intraoperative radiation therapy and its areas of application.

Yu.I. Kazarinov

The Frequency of Operational and Prospective Control of Production Processes of Oil and Gas Companies

Keywords: analysis; probability; mathematical model; reliability; oil and gas company; event; management.

Abstract. The purpose of the work is to improve the management efficiency of oil and gas companies with an emphasis on assessing the intensity of management influence in the planned mode of a controlled technological process parameter. The research objective is the construction of a mathematical model of operational and long-term planning under various conditions for regulating a controlled parameter of a technological process in the management of oil and gas companies. The hypothesis is as follows: based on the calculation model, it is expected to develop such a process management regime so that the ensured probability of completing work on time is equal to or higher than the previously determined level of organizational and technological reliability. Probabilistic methods and analogies from the laws of mechanics were used in the article. As a result of combining these methods, it was possible to build a mathematical model of operational and long-term planning in the company under various conditions of regulation of the controlled time parameter.

O.-T.M. Bazarova, S.R. Khaltaeva

Regional Economic Policy: Regulatory Tools and Assessment of Results (Using the Example of the Republic of Buryatia)

Keywords: regional economic policy; regulatory instruments; economic development of the region.

Abstract. The article is devoted to the analysis of regional economic policy using the example of assessing the results of the entry of the Republic of Buryatia into the Far Eastern Federal District (**FEFD**). The assessment of results is based on a comparison of the effectiveness of using the public procurement system as a tool for regulating regional economic development. Data is provided on the number and value of contracts concluded in the Republic of Buryatia before joining the Far Eastern Federal District and after this event. The indicators of savings on trade procedures and its distribution to the republican budget are analyzed. The study shows that the entry of the Republic of Buryatia into the Far Eastern Federal District had a positive impact on the development of the region and an increase in the value of concluded contracts.

L.U. Gapuraeva, A.A. Daukaev

The Argun River and its Mountain Tributaries in Connection with Tourism and Recreational Activities on the Territory of the Chechen Republic

Keywords: river; Chechen Republic; river network; classification of rivers; water flows and resources; watercourses; valley; Argun.

Abstract. The purpose of the research was to study the tourist and recreational potential of the Argun River basin. The main objectives are to study the relationships between channel processes and the geological structure of the Argun River basin; the assessment of the attractiveness of the territory for the development of tourism and recreation; the study of the current state of the geoecological situation. The research hypothesis is the assumption that the Argun River basin is one of the favorable areas of the territory of the Chechen Republic (**CR**) for the development of tourism and recreational activities. The research methods are analysis and synthesis of reference and scientific literature. The article gives a general description of the hydrographic network of the Chechen Republic, focusing on the sights of buildings, architectural monuments and historical monuments in the Chanty-Argun section.

V.P. Zaikin, N.N. Kondratieva, T.E. Kirilova

Investments as a Factor of Agricultural Development

Keywords: investments; entrepreneurship; agriculture; investment attractiveness.

Abstract. The purpose of this study is to analyze investments in various types of activities, especially in agriculture. This article summarizes the scientific literature and conducts a study of investment activity in agriculture in the Nizhny Novgorod region and the Knyagininsky municipal district. The factors that limit investment activity in this area are considered. The hypothesis of the study is based on the assumption that additional investments in agriculture are needed to improve the attractiveness of the industry and reduce socio-economic tensions in the region, increase the level of well-being of the population, and ensure the influx of residents to rural areas.

A.A. Kurochkina, N. Khachatryan

Arctic Basin Gasification Prospects

Keywords: gasification; Russian Arctic; gasification methods; liquefied natural gas; power supply models.

Abstract. Today, one of the main tasks facing humanity and industrial developed countries, which own resources and related opportunities, is to combat energy poverty. Over the past few years, the Russian Arctic has taken an honorable place in the list of world centers for the production of liquefied natural gas. Liquefied natural gas is the most environmentally friendly type of fuel, which, when supplying industrial facilities and bunkering, helps to implement scenarios of sustainable development of the Arctic, as well as provides resistance to global environmental and climate challenges. The purpose of the work is to study the state, role and specifics of the gas industry in the Arctic zone. The objectives of the study: to identify the main criteria and methods for gasification of the territories of the Arctic; consider prospects for the development of liquefied natural gas production; determine possible methods of gasification of remote areas. The research methods are collection and analysis of information, analogy, classification and generalization of the data obtained. The result of the study is proposals for the implementation of a small-scale LNG power supply model, which can be implemented in close connection with the electricity generation model and the use of renewable energy sources (**RES**).

A.V. Tulina, T.S. Kravtsova

Attractiveness of the Transport Network of the Arctic Region among Tourists

Keywords: Arctic region; Murmansk region; transport; Kola highway; tourism.

Abstract. The Arctic zone of Russia has strategic natural potential and is becoming increasingly popular among residents and tourists. The purpose of this work is to identify the features and risks of using the transport network of the Murmansk region. The main objectives of the study are to analyze all types of transport in the Murmansk region, identify and calculate the risks of movement in the Arctic zone, and develop safe ways to visit the main tourist sites. The research hypothesis is the assumption that in the Arctic region there are a number of features that are not typical for the territories of central Russia. Collection, analysis and measurement were used as research methods. The expected result of the study is to identify features and risks that affect traffic flow and tourist attractiveness of the territories.

S.Yu. Ilyin

Modern Trends in the Production Development of Organizationss

Keywords: production; organizations; modern directions of development; sustainability.

Abstract. The purpose of the study is to develop tools for assessing the indicators of the sustainability of production of legal entities engaged in the system of the national economy functioning in modern economic conditions in the current historical realities. The objectives of the study are to consider the trends in the development of the production of modern organizations and to form methods for calculating indicators corresponding to this field of activity according to them. The study addresses the question of finding the semantic content of the formalized dependencies between the resulting and intermediate indicators of production sustainability of modern organizations. The research methods are the unity of the computational and constructive method and the methods of deduction and induction used in the formalization of the indicators selected for the study. The research resulted in building methods for assessing the indicators of production sustainability of modern organizations.

Yu.S. Kornev

Parametrizable Mathematical Model of a Leasing Calculator for Quick Calculations

Keywords: leasing calculator; payment calculation model in financial lease; automated accounting systems.

Abstract. The aim of the research is to seek and analyze highly efficient methods for calculating leasing payment schedules from a computational perspective for use in automated accounting systems. The ease with which a leasing company can meet the needs of its clients depends on the functional capabilities of the leasing calculator, which must account for a diverse range of parameters. The paper introduces a parameterizable leasing model, within which various business scenarios for determining payment schedule parameters are classified into two types of tasks. The author proposes two calculation methods: analytical and iterative, characterized by simple implementation and rapid convergence.

Liu Huajian

The Future of Retail: Prospects and Challenges of the Digital Economy

Keywords: digital transformation; e-commerce; e-trading ecosystem; marketplace; business model; digital technologies.

Abstract. The objectives are to analyze the features of digital transformation of the Russian e-commerce market. The tasks are to consider the stages of development of the electronic trading ecosystem, describe the functions of marketplaces, and analyze the impact of digital technologies on the business models of market participants. The methods include analysis of scientific literature, statistical data, and case studies of companies. The results are as follows: the main directions of digital transformation of the Russian e-commerce market are highlighted, the functions of marketplaces as the core of the ecosystem are analyzed, and changes in consumer behavior and business are considered.

Xia Rui

Factors Determining the Content of Organizational and Economic Aspects of the Mechanism of Regulation of the Financial Services Market

Keywords: financial services market; regulation mechanisms; organizational and economic aspects; factors; vectors of influence; supervision; control; tools; methods.

Abstract. The purpose of the article is to analyze the factors that determine the content of organizational and economic aspects of the mechanism of regulation of the financial services market. The main objectives of the study are: identification of factors that determine the specific content of organizational and economic aspects and vectors of their impact on the system of the mechanism of regulation of the financial services market. The results of the study include the author's conclusions related to the identification of factors represented by historically developed models of financial services markets within the economies of countries of the world community and the level of their economic development; the intensity of technological innovation of payment systems and the diversity of types of payment transactions; access to international capital markets and intensified competition; macroeconomic shocks, crises and political factors affecting the functioning of the financial services market in the world community.

M.V. Chudinovskikh

Modeling the Economic Consequences of Wage Indexation

Keywords: indexation; wages; labor law; personnel management; modeling.

Abstract. The purpose of the study is to conduct a comprehensive analysis of wage indexation, taking into account legal, financial and managerial positions. The objectives are to systematize ideas about the concept of “wage indexation”, to present the legal basis of indexation, to develop a model for assessing the impact of wage indexation on profit and profitability indicators. The research hypothesis is as follows: when making a decision on indexation, it is necessary to conduct a comprehensive economic and legal analysis; it is not enough to limit ourselves solely to economic or legal aspects. In preparing the study, methods of bibliographic, comparative analysis and modeling were used. Based on the results of the study, a model was developed that allows assessing the impact of indexation on financial indicators, and an assessment of the risks of refusing indexation was given. The article may be of interest to managers, HR specialists, lawyers, as well as those who seek to form a systematic view on the issue of wage indexation.

S.V. Gribanovskaia, Yu.E. Semenova, A.Yu. Panova

Difficulties of Tourism Development in the Arctic

Keywords: tourism industry; Far North; Arctic zone; diversification of regional economic development; development barriers; tourism infrastructure; information support for the industry.

Abstract. Recently, special attention has been paid to the study of the prospects for the development of the Russian North, including increasing the attractiveness of the region for modern tourists. The purpose of the article is to identify problems of increasing the attractiveness of the region for Russian tourists. The hypothesis of the study is that most modern research is devoted largely to the study of benefits and development paths. In our opinion, obstacles to the development of the tourism industry of the Far North have been neglected by modern researchers. At the same time, one of the ways to increase the efficiency of development of the tourism industry is to identify problems and eliminate them. Based on the results of the study, the authors drew conclusions about the need for more active participation of the state in solving the identified problems.

Jalili Abdul Qawi

Blockchain Technology in the Global Financial Market: Practical Application in the Modern World

Keywords: blockchain technology; global financial market; transaction; financial services; financial transactions; market value; security; digital transformation.

Abstract. The article points out the importance of the practical application of blockchain technology in the modern global financial market, which is one of the directions for the introduction of modern financial technologies (fintech) into the structure of public relations arising on it. The purpose of the study is to identify the features of the practical application of blockchain technology in the global financial market. To achieve this goal, the following tasks were solved: to reveal the essence of blockchain technology; to investigate statistical indicators of the practical application of this technology in the global financial market; to identify promising areas of blockchain application in the market under study. The hypothesis of the study is based on the assumption that in the modern conditions of the development of the global financial market, blockchain is actively used. The following methods were used to confirm the hypothesis: theoretical methods (description, generalization, and deduction), statistical methods, and graphical methods. The results of the study showed that the key advantage of blockchain technology is the ability to ensure security and reduce fraud in transactions.

E.A. Makarova

Methodology for Evaluating the Effectiveness of Enterprises Energy Supply of Railway Transport in the Concept of Economic Mechanisms

Keywords: goal; result; assessment; efficiency; factor; method; model; quantity; indicator system.

Abstract. The purpose of the scientific research is to discuss the formation and implementation of a mechanism for evaluating the effectiveness of the functioning and development of enterprises for the energy supply of railway transport. The structure of the mechanism for evaluating the effectiveness of the socio-economic system is considered. For the economic assessment of an energy supply enterprise, a balanced system of indicators is proposed that reflect the degree to which the goals of enterprise management are achieved and the final results of its operation. As a result, a step-by-step methodology for evaluating efficiency is proposed by determining the degree of achievement of strategic and tactical goals of the enterprise.

Yu.E. Semenova, E.N. Ostrovskaya, A.Yu. Panova, S.V. Gribanovskaia

Problems of Monopolization of the Retail Market

Keywords: retail trade; monopolization of the market; retail trade networks.

Abstract. Currently, there is a monopolization of the market by retail chains. The purpose of the article is to consider the problem of monopolization of the retail market by large retail chains. The hypothesis of the study is that the process of monopolization does not stop, which leads to a deterioration of the situation in the economy as a whole. The main research methods in the article are the analysis of statistical data, business and scientific literature. Based on the results of the study, the authors concluded that the monopolization of the retail market continues and a set of various regulatory measures is required that can contribute to the formation of a more fair and competitive environment in the market.

V.M. Sergeeva, Yu.S. Podlesnova, S.V. Panasenko, Yu.B. Cherkasova

Priority Directions of Regional Healthcare Development in the Lipetsk Region

Keywords: Lipetsk Region; healthcare; public administration; qualified personnel; health facilities; patients; health; national project; optimization.

Abstract. This article is devoted to the identification of priorities for the development of the

healthcare system in the Lipetsk region, by analyzing the current problems that were not affected by the implementation of national projects. In order to develop health care in the Lipetsk region, it is very important to pay attention to the promotion of a healthy lifestyle and evidence-based medicine, also to carry out preventive measures, improve the availability of medicines and the quality of medical care to the population.

D.A. Skvortsova, A.A. Kuznetsov, B.A. Shvaiko

Methods for Analysis and Evaluation of SDG Indicators

Keywords: sustainable development; SDG indicators; convolution of indicators; additive convolution; multiplicative convolution.

Abstract. In modern conditions, the problem of developing, analyzing, evaluating and implementing sustainable development indicators is acute. In this regard, the relevance of the study of this problem increases. The purpose of the article is to identify the main mathematical methods for analyzing and evaluating the effectiveness of implementing the principles of sustainable development: linear programming methods and methods of integral scoring. Objectives: to identify methods for evaluating SDG indicators, to analyze and evaluate the effectiveness of various methods of convolution of indicators of the sustainable development system. Research hypothesis: methods for analyzing the SDG indicators and developing ways to implement them based on the principles of sustainable development. Research methods: linear programming methods, integral scoring methods, the method of convolution of indicators. The results achieved are as follows: the indicators of the Sustainable Development Goals are analyzed, a number of methods for their implementation are proposed.

A.Y. Titovets, M.N. Goncharova

The Analysis of International Methods for the Response of a Regional Economic System to the Process of Informatization

Keywords: informatization; regional economy; assessment methods; digital technologies; socio-economic development; assessment criteria; international analysis.

Abstract. The article provides a comprehensive analysis of various international methods for assessing the impact of the informatization process on regional economic systems. The authors summarize and systematize existing approaches, highlighting their advantages and disadvantages, and also consider various aspects and dimensions of the interaction of digital technologies with the regional economy. Particular attention is paid to the analysis of evaluation criteria and indicators used in various methods, as well as identifying their impact on the socio-economic development of regions. The authors provide examples of specific studies and practical cases of using various techniques, analyze their results and offer recommendations for improving existing approaches. In conclusion, the article discusses the prospects for the development and adaptation of international methods for assessing the response of a regional economic system to informatization, taking into account the specifics of various regions and changing technological trends.

Yu.I. Kazarinov

Estimation of Mismatch Parameters of Parametric Processes in an Oil and Gas Company

Keywords: analysis; mathematical model; oil and gas company; mismatch parameters; parametric

processes; decision making; effective management.

Abstract. The purpose of the work is to apply the principle of parametric mismatch for the effective management of oil and gas companies. Research objective: constructing a mathematical model for determining a given level of a company's performance indicator based on methods of reliability theory. Hypothesis: based on the proposed calculation model, it is possible to assess the reliability of achieving a given level of a company’s performance indicator at various stages of its life cycle. The proposed mathematical model is a calculation tool for making informed management decisions.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
List of Authors

Г.П. БЕНДЕРСКИЙ доктор технических наук, генеральный директор Научно-производственного объединения «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина, г. Москва **E-mail:** info@raspletin.com	**G.P. BENDERSKY** Doctor of Engineering, General Director, Almaz Research and Production Association named after Academician A.A. Raspletin, Moscow **E-mail:** info@raspletin.com
Е.А. ЛАВРЕНТЬЕВ кандидат технических наук, заместитель генерального директора Научно-производственного объединения «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина, г. Москва **E-mail:** info@raspletin.com	**E.A. LAVRENTIEV** Candidate of Science (Engineering), Deputy General Director, Almaz Research and Production Association named after Academician A.A. Raspletin, Moscow **E-mail:** pinchuk.ivan@yandex.ru
Г.Н. УЛЬЯНОВ доктор технических наук Научно-производственного объединения «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина, г. Москва **E-mail:** info@raspletin.com	**G.N. ULYANOV** Doctor of Engineering, Almaz Research and Production Association named after Academician A.A. Raspletin, Moscow **E-mail:** info@raspletin.com
А.Н. КИВАЛОВ доктор технических наук Научно-производственного объединения «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина, г. Москва **E-mail:** info@raspletin.com	**A.N. KIVALOV** Doctor of Engineering, Almaz Research and Production Association named after Academician A.A. Raspletin, Moscow **E-mail:** info@raspletin.com
Ю.И. КАЗАРИНОВ кандидат технических наук, доцент кафедры нефтегазового дела филиала Тюменского индустриального университета, г. Нижневартовск **E-mail:** kazarinov.yury@yandex.ru	**YU.I. KAZARINOV** Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Oil and Gas Engineering, Branch of Tyumen Industrial University, Nizhnevartovsk **E-mail:** kazarinov.yury@yandex.ru
А.А. КОПНИН преподаватель Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург **E-mail:** kopnin_aa@usue.ru	**A.A. KOPNIN** Lecturer, Ural State Economic University, Ekaterinburg **E-mail:** kopnin_aa@usue.ru
Т.В. МАЛЫШЕВА доктор технических наук, профессор кафедры логистики и управления Казанского национального исследовательского технологического университета, г. Казань **E-mail:** tv_malysheva@mail.ru	**T.V. MALYSHEVA** Doctor of Engineering, Professor, Department of Logistics and Management, Kazan National Research Technological University, Kazan **E-mail:** tv_malysheva@mail.ru

Т.В. ЛАПТЕВА
доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой системотехники Казанского национального исследовательского технологического университета, г. Казань
E-mail: LaptevaTV@corp.knrtu.ru

T.V. LAPTEVA
Doctor of Engineering, Associate Professor, Head of Department of Systems Engineering, Kazan National Research Technological University, Kazan
E-mail: LaptevaTV@corp.knrtu.ru

А.С. ТИТОВЦЕВ
доктор технических наук, доцент, профессор кафедры интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами Казанского национального исследовательского технологического университета, г. Казань
E-mail: TitovtsevAS@corp.knrtu.ru

A.S. TITOVTSEV
Doctor of Engineering, Associate Professor, Professor of the Department of Intelligent Systems and Information Resources Management, Kazan National Research Technological University, Kazan
E-mail: TitovtsevAS@corp.knrtu.ru

М.В. САДОВСКИЙ
магистрант Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават
E-mail: mvsadovskiy@mail.ru

M.V. SADOVSKY
Master's student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry of Ufa State Petroleum Technical University (branch), Salavat
E-mail: mvsadovskiy@mail.ru

Р.Г. ВИЛЬДАНОВ
доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават
E-mail: mvsadovskiy@mail.ru

R.G. VILDANOV
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: mvsadovskiy@mail.ru

И.В. СЕНГ
сооснователница и генеральный директор платформы для развития IT-команд «Vectorly», г. Москва
E-mail: irina@vectorly.team

I.V. SENG
Co-founder and CEO of the Platform for the Development of IT Teams “Vectorly”, Moscow
E-mail: irina@vectorly.team

М.И. СИЗЯКОВ
генеральный директор ООО «Луховицкая нефтебаза»; сотрудник Московского государственного машиностроительного университета, г. Москва
E-mail: mixsiz@yandex.ru

M.I. SIZYAKOV
General Director, Lukhovitskaya Neftebaza LLC; employee of the Moscow State Engineering University, Moscow
E-mail: mixsiz@yandex.ru

М.А. ЩЕРБАКОВА
студент Российского технологического университета – МИРЭА, г. Москва
E-mail: mixsiz@yandex.ru

M.A. SHCHERBAKOVA
Student, Russian Technological University – MIREA, Moscow
E-mail: mixsiz@yandex.ru

Б.А. ШВАЙКО
аспирант Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва
E-mail: b.shvayko@bmstu.ru

B.A. SHVAIKO
Postgraduate Student, Bauman Moscow State Technical University (national research university), Moscow
E-mail: b.shvayko@bmstu.ru

Д.А. СКВОРЦОВА
кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной логистики Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва
E-mail: darya_skv@mail.ru

D.A. SKVORTSOVA
Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Industrial Logistics, Bauman Moscow State Technical University (national research university), Moscow
E-mail: darya_skv@mail.ru

А.А. КУЗНЕЦОВ
кандидат экономических наук, доцент кафедры промышленной логистики Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва
E-mail: kuznetsovaaa@bmstu.ru

A.A. KUZNETSOV
Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Industrial Logistics, Bauman Moscow State Technical University (national research university), Moscow
E-mail: kuznetsovaaa@bmstu.ru

Н.О. РОМАНОВ
аспирант Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва
E-mail: account4work@yandex.ru

N.O. ROMANOV
Postgraduate Student, Bauman Moscow State Technical University (national research university), Moscow
E-mail: account4work@yandex.ru

С.Г. БЕДНЯК
кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Самара
E-mail: s.bednyak@psuti.ru

S.G. BEDNYAK
Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Volga State University of Telecommunications and Informatics, Samara
E-mail: s.bednyak@psuti.ru

Е.А. ПОНОМАРЕВА
студент Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Самара
E-mail: ekaterina00078@gmail.com

E.A. PONOMAREVA
Student, Volga State University of Telecommunications and Informatics, Samara
E-mail: ekaterina00078@gmail.com

А.А. БУЛЬБАЧЕВА
кандидат юридических наук, старший научный сотрудник отдела планирования и контроля научных исследований научно-исследовательского центра Академии управления МВД России, г. Москва
E-mail: anit-b@mail.ru

A.A. BULBACHEVA
Candidate of Law, Senior Researcher, Department of Planning and Control of Scientific Research, Research Center of the Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow
E-mail: anit-b@mail.ru

Р.В. АСТАПОВ начальник кабинета специальных дисциплин кафедры обеспечения безопасности на объектах транспорта Белгородского юридического института МВД России имени И.Д. Путилина, г. Белгород **E-mail:** anit-b@mail.ru	**R.V. ASTAPOV** Head of Office of Special Disciplines of the Department of Security at Transport Facilities, I.D. Putilin Belgorod Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Belgorod **E-mail:** anit-b@mail.ru
А.Н. ПОЛИКАНИН старший преподаватель кафедры информационной безопасности Сибирского государственного университета геосистем и технологий, г. Новосибирск **E-mail:** polikanin.an@yandex.ru	**A.N. POLIKANIN** Senior Lecturer, Department of Information Security, Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk **E-mail:** polikanin.an@yandex.ru
С.Н. НОВИКОВ доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности информации и технологий Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Новосибирск **E-mail:** snovikov.sibsutis@yandex.ru	**S.N. NOVIKOV** Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Information Security and Technology, Siberian State University of Telecommunications and Informatics, Novosibirsk **E-mail:** snovikov.sibsutis@yandex.ru
А.М. РУСАКОВ старший преподаватель кафедры прикладных информационных технологий Российского технологического университета – МИРЭА, г. Москва **E-mail:** rusal@bk.ru	**A.M. RUSAKOV** Senior Lecturer, Department of Applied Information Technologies, Russian Technological University – MIREA, Moscow **E-mail:** rusal@bk.ru
Д.М. КЛИНЕВСКАЯ студент Российского технологического университета – МИРЭА, г. Москва **E-mail:** darya.klin@mail.ru	**D.M. KLINEVSKAIA** Student, Russian Technological University – MIREA, Moscow **E-mail:** darya.klin@mail.ru
А.Р. САЛИМОВА студент Российского технологического университета – МИРЭА, г. Москва **E-mail:** alnsalimova@mail.ru	**A.R. SALIMOVA** Student, Russian Technological University – MIREA, Moscow **E-mail:** alnsalimova@mail.ru
В.В. ВАРЛАШИН начальник лаборатории Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК), г. Санкт-Петербург **E-mail:** v.varlashin@rtc.ru	**V.V. VARLASHIN** Laboratory Head, Central Research and Development Institute of Robotics and Technical Cybernetics (CRI RTK), St. Petersburg **E-mail:** v.varlashin@rtc.ru
А.И. ПРЯДКО ведущий конструктор Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК), г. Санкт-Петербург **E-mail:** pryadko@rtc.ru	**A.I. PRYADKO** Leading designer, Central Research and Development Institute of Robotics and Technical Cybernetics (CSRI RTK), St. Petersburg **E-mail:** pryadko@rtc.ru

И.С. БАРЫНКИН
инженер Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК), г. Санкт-Петербург
E-mail: i.barinkin@rtc.ru

I.S. BARYNKIN
Engineer, Central Research and Development Institute of Robotics and Technical Cybernetics (CRI RTK), St. Petersburg
E-mail: i.barinkin@rtc.ru

ВАССУФ ЯЗАН
аспирант Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва
E-mail: Vassufya@student.bmstu.ru

WASSOUF YAZAN
Postgraduate Student, Bauman Moscow State Technical University (national research university), Moscow
E-mail: Vassufya@student.bmstu.ru

А.В. ТАРАСЕНКО
магистрант Московского авиационного института (национального исследовательского университета), г. Москва
E-mail: OsinDY@kamaz.ru

D.YU. OSIN
Master's Student, Moscow Polytechnic University, Moscow
E-mail: OsinDY@kamaz.ru

А.Е. ИЛЬЯСОВ
инженер Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК), г. Санкт-Петербург
E-mail: a.ilyasov@rtc.ru

A.E. ILYASOV
Engineer, Central Research and Development Institute of Robotics and Technical Cybernetics (CRI RTK), St. Petersburg
E-mail: a.ilyasov@rtc.ru

А.Н. ТИМОФЕЕВ
доктор технических наук, профессор Высшей школы автоматизации и робототехники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург
E-mail: timofeevan@inbox.ru

A.N. TIMOFEEV
Doctor of Engineering, Professor, Higher School of Automation and Robotics of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg
E-mail: timofeevan@inbox.ru

Д.О. ДОХОВ
аспирант, конструктор Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики, г. Санкт-Петербург
E-mail: DohovDO@mail.ru

D.O. DOKHOV
Postgraduate Student, Designer, Central Research and Development Institute of Robotics and Technical Cybernetics, St. Petersburg
E-mail: DohovDO@mail.ru

Г.Ф. БАБЮК
старший преподаватель кафедры нефтегазового дела Тюменского индустриального университета, г. Тюмень
E-mail: galina.babyuk@mail.ru

G.F. BABYUK
Senior Lecturer, Department of Oil and Gas Engineering, Tyumen Industrial University, Tyumen
E-mail: galina.babyuk@mail.ru

А.В. ЗАГОРСКАЯ кандидат технических наук, доцент кафедры технологий и организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва **E-mail:** zagorskayaAV@mgsu.ru	**A.V. ZAGORSKAYA** Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Technology and Organization of Construction Production, National Research Moscow State Construction University, Moscow **E-mail:** zagorskayaAV@mgsu.ru
С.А. КРИВОЛУЦКИЙ студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск **E-mail:** semenorigin@mail.ru	**S.A. KRIVOLUTSKY** Student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk **E-mail:** semenorigin@mail.ru
Т.Г. ОРЕШЕНКО кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматического управления Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск **E-mail:** semenorigin@mail.ru	**T.G. ORESHENKO** Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Automatic Control Systems, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk **E-mail:** semenorigin@mail.ru
С.И. КУЛАГИНА студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск **E-mail:** semenorigin@mail.ru	**S.I. KULAGINA** Student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk **E-mail:** semenorigin@mail.ru
И.В. НАЗАРОВ студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск **E-mail:** semenorigin@mail.ru	**I.V. NAZAROV** Student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk **E-mail:** semenorigin@mail.ru
Н.Н. САВЕЛЬЕВА кандидат педагогических наук, доцент кафедры нефтегазового дела Тюменского индустриального университета, г. Тюмень **E-mail:** nnsavelieva@yandex.ru	**N.N. SAVELEVA** Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Oil and Gas Engineering, Tyumen Industrial University, Tyumen **E-mail:** nnsavelieva@yandex.ru
С.Н. ШЕДЬ старший преподаватель кафедры нефтегазового дела Тюменского индустриального университета, г. Тюмень **E-mail:** nnsavelieva@yandex.ru	**S.N. SHED** Senior Lecturer, Department of Oil and Gas Engineering, Tyumen Industrial University, Tyumen **E-mail:** nnsavelieva@yandex.ru
Я.В. САВЕЛЬЕВ студент Тюменского индустриального университета, г. Тюмень **E-mail:** nnsavelieva@yandex.ru	**Y.V. SAVELEV** Student, Tyumen Industrial University, Tyumen **E-mail:** nnsavelieva@yandex.ru

Н.А. САФОНОВА
старший преподаватель кафедры безопасности в цифровом мире Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва
E-mail: safonova-natalya-2014@mail.ru

N.A. SAFONOVA
Senior Lecturer, Department of Security in the Digital World, Bauman Moscow State Technical University (national research university), Moscow
E-mail: safonova-natalya-2014@mail.ru

К.Е. АМЕЛИНА
кандидат юридический наук, директор Центра интеллектуальной собственности Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва
E-mail: amelks@mail.ru

K.E. AMELINA
Candidate of Law, Director of the Center for Intellectual Property, Bauman Moscow State Technical University (national research university), Moscow
E-mail: amelks@mail.ru

С.С. СТЕПАНОВ
старший преподаватель Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург
E-mail: stepanov56@mail.ru

S.S. STEPANOV
Senior Lecturer, Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg
E-mail: stepanov56@mail.ru

Е.Г. ТИМЧУК
кандидат технических наук, доцент кафедры управления техническими системами Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток
E-mail: timchuk.eg@dgtru.ru

E.G. TIMCHUK
Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Technical Systems Management, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok
E-mail: timchuk.eg@dgtru.ru

В.А. УНДОЗЕРОВ
кандидат технических наук, доцент кафедры строительства объектов тепловой и атомной энергетики Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва
E-mail: und-vadim@yandex.ru

V.A. UNDOZEROV
Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Department of Construction of Thermal and Nuclear Energy Facilities of the National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow
E-mail: und-vadim@yandex.ru

Г.Р. МУСИНА
аспирант Казанского национального исследовательского технологического университета, г. Казань
E-mail: gulnaz.musina.1994@mail.ru

G.R. MUSINA
Postgraduate Student, Kazan National Research Technological University, Kazan
E-mail: gulnaz.musina.1994@mail.ru

М.В. ШИНКЕВИЧ
доктор экономических наук, профессор кафедры логистики и управления Казанского национального исследовательского технологического университета, г. Казань
E-mail: leotau@mail.ru

M.V. SHINKEVICH
Doctor of Economics, Professor, Department of Logistics and Management, Kazan National Research Technological University, Kazan
E-mail: leotau@mail.ru

Н.И. НИКОЛАЕВ
студент Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова, г. Якутск
E-mail: nikita.i.nikolaev@gmail.com

N.I. NIKOLAEV
Student, North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk
E-mail: nikita.i.nikolaev@gmail.com

О.-Т.М. БАЗАРОВА
аспирант Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, г. Улан-Удэ
E-mail: oun-tuya@yandex.ru

O.-T.M. BAZAROVA
Postgraduate Student, East Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude
E-mail: oun-tuya@yandex.ru

С.Р. ХАЛТАЕВА
доктор экономических наук, доцент Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, г. Улан-Удэ
E-mail: oun-tuya@yandex.ru

S.R. KHALTAEVA
Doctor of Economics, Associate Professor, East Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude
E-mail: oun-tuya@yandex.ru

Л.У. ГАПУРАЕВА
аспирант Комплексного научно-исследовательского института имени Х.И. Ибрагимова РАН, г. Грозный
E-mail: laura.gapuraeva@yandex.ru

L.U. GAPURAEVA
Postgraduate Student, Complex Research Institute named after Kh.I. Ibragimov RAS, Grozny
E-mail: laura.gapuraeva@yandex.ru

А.А. ДАУКАЕВ
младший научный сотрудник Отдела топливно-энергетического комплекса и рационального природопользования Комплексного научно-исследовательского института имени Х.И. Ибрагимова РАН, г. Грозный
E-mail: daukaev_a_a@mail.ru

A.A. DAUKAEV
Junior Researcher, Department of Fuel and Energy Complex and Rational Environmental Management, Complex Research Institute named after Kh.I. Ibragimov RAS, Grozny
E-mail: daukaev_a_a@mail.ru

В.П. ЗАИКИН
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технических и биологических систем Нижегородского государственного инженерно-экономического университета, г. Нижний Новгород
E-mail: ilia9980@mail.ru

V.P. ZAIKIN
Doctor of Science (Agriculture), Professor, Department of Technical and Biological Systems, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, Nizhny Novgorod
E-mail: ilia9980@mail.ru

Н.Н. КОНДРАТЬЕВА
кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и автоматизации бизнес-процессов Нижегородского государственного инженерно-экономического университета, г. Нижний Новгород
E-mail: t.u.s.ya@yandex.ru

N.N. KONDRATIEVA
Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Automation of Business Processes, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, Nizhny Novgorod
E-mail: t.u.s.ya@yandex.ru

Т.Е. КИРИЛОВА
старший преподаватель кафедры экономики и автоматизации бизнес-процессов Нижегородского государственного инженерно-экономического университета, г. Нижний Новгород
E-mail: Kirilovatatianaevg@yandex.ru

T.E. KIRILOVA
Senior Lecturer, Department of Economics and Automation of Business Processes, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, Nizhny Novgorod
E-mail: Kirilovatatianaevg@yandex.ru

А.А. КУРОЧКИНА доктор экономических наук, профессор Высшей школы сервиса и торговли Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург **E-mail:** kurochkinaanna@yandex.ru	**A.A. KUROCHKINA** Doctor of Economics, Professor, Higher School of Service and Trade of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg E-mail: kurochkinaanna@yandex.ru
Н. ХАЧАТРЯН магистрант Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург **E-mail:** 1998nelchik@mail.ru	**N. KHACHATRYAN** Master's Student, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg **E-mail:** 1998nelchik@mail.ru
А.В. ТУЛИНА преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности и здоровьесберегающих технологий Петрозаводского государственного университета; слушатель Академии гражданской защиты МЧС России, г. Петрозаводск **E-mail:** nast.tulina2016@yandex.ru	**A.V. TULINA** Lecturer, Department of Life Safety and Health-Saving Technologies of Petrozavodsk State University; student of the Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Petrozavodsk **E-mail:** nast.tulina2016@yandex.ru
Т.С. КРАВЦОВА старший преподаватель кафедры туризма Петрозаводского государственного университета; аспирант Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Петрозаводск **E-mail:** dmitrieva@petrsu.ru	**T.S. KRAVTSOVA** Senior Lecturer, Department of Tourism, Petrozavodsk State University; postgraduate student, St. Petersburg State Economic University, Petrozavodsk **E-mail:** dmitrieva@petrsu.ru
С.Ю. ИЛЬИН кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и экономики Московского государственного юридического университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА), г. Москва **E-mail:** i.sergey777@gmail.com	**S.YU. ILYIN** Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Management and Economics, Moscow State Law University named after O.E. Kutafin (MSAL), Moscow E-mail: i.sergey777@gmail.com
Ю.С. КОРНЕВ ведущий эксперт ООО «Технопарк», г. Самара **E-mail:** kyser@mail.ru	**YU.S. KORNEV** Leading Expert, Technopark LLC, Samara **E-mail:** kyser@mail.ru
ЛЮ ХУАЦЗЯНЬ аспирант Московского педагогического государственного университета, г. Москва **E-mail:** xr931011@gmail.com	**LIU HUAJIAN** Postgraduate Student,Moscow Pedagogical State University, Moscow **E-mail:** xr931011@gmail.com
СЯ ЖУЙ аспирант Московского педагогического государственного университета, г. Москва **E-mail:** xr931011@gmail.com	**XIA RUI** Postgraduate Student, Moscow Pedagogical State University, Moscow **E-mail:** xr931011@gmail.com

М.В. ЧУДИНОВСКИХ кандидат юридических наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой экономики труда и управления персоналом Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург **E-mail:** chud-marina@mail.ru	**M.V. CHUDINOVSKIKH** Candidate of Law, Associate Professor, Deputy Head, Department of Labor Economics and Personnel Management, Ural State Economic University, Yekaterinburg **E-mail:** chud-marina@mail.ru
С.В. ГРИБАНОВСКАЯ старший преподаватель кафедры экономики предприятия природопользования и учетных систем Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург **E-mail:** avgrib@mail.ru	**S.V. GRIBANOVSKAIA** Senior Lecturer, Department of Economics of Environmental Enterprises and Accounting Systems of the Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg **E-mail:** avgrib@mail.ru
Ю.В. СЕМЕНОВА кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики предприятия природопользования и учетных систем Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург **E-mail:** avgrib@mail.ru	**YU.V. SEMENOVA** Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics of Environmental Enterprises and Accounting Systems, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg **E-mail:** avgrib@mail.ru
А.Ю. ПАНОВА кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики предприятия природопользования и учетных систем Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург **E-mail:** avgrib@mail.ru	**A.YU. PANOVA** Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics of Environmental Enterprises and Accounting Systems, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg **E-mail:** avgrib@mail.ru
ДЖАЛИЛИ АБДУЛ КАВИ аспирант Финансового университета при правительстве Российской Федерации, г. Москва **E-mail:** qawi_karim@yahoo.com	**JALILI ABDUL QAWI** Postgraduate Student, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow **E-mail:** qawi_karim@yahoo.com
Е.А. МАКАРОВА старший преподаватель кафедры менеджмента на транспорте Сибирского государственного университета путей сообщения, г. Новосибирск **E-mail:** makarovaea1974@bk.ru	**E.A. MAKAROVA** Senior Lecturer, Department of Transport Management, Siberian State University of Transport, Novosibirsk **E-mail:** makarovaea1974@bk.ru
Е.Н. ОСТРОВСКАЯ кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики предприятия природопользования и учетных систем Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург **E-mail:** avgrib@mail.ru	**E.N. OSTROVSKAYA** Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics of Environmental Enterprises and Accounting Systems, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg **E-mail:** avgrib@mail.ru

В.М. СЕРГЕЕВА старший преподаватель Липецкого медицинского колледжа, г. Липецк **E-mail:** patolog_spo@mail.ru	**V.M. SERGEEVA** Senior Lecturer, Lipetsk Medical College, Lipetsk **E-mail:** patholog_spo@mail.ru
Ю.С. ПОДЛЕСНОВА старший преподаватель кафедры патологии Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина, г. Тамбов **E-mail:** yuli4katgu@mail.ru	**YU.S. PODLESNOVA** Senior Lecturer, Department of Pathology, Derzhavin Tambov State University, Tambov **E-mail:** yuli4katgu@mail.ru
С.В. ПАНАСЕНКО кандидант медицинских наук, доцент кафедры патологии Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина, г. Тамбов **E-mail:** svp4nasenko@yandex.ru	**S.V. PANASENKO** Candidate of Science (Medicine), Associate Professor, Department of Pathology, Derzhavin Tambov State University, Tambov **E-mail:** svp4nasenko@yandex.ru
Ю.Б. ЧЕРКАСОВА кандидант медицинских наук, доцент кафедры патологии Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина, г. Тамбов **E-mail:** yulia2011vika@yandex.ru	**YU.B. CHERKASOVA** Candidate of Science (Medicine), Associate Professor, Department of Pathology, Derzhavin Tambov State University, Tambov **E-mail:** yulia2011vika@yandex.ru
А.Ю. ТИТОВЕЦ старший преподаватель кафедры региональной, муниципальной экономики и управления Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург **E-mail:** alisa.titovets@mail.ru	**A.YU. TITOVETS** Senior Lecturer, Department of Regional, Municipal Economics and Management, Ural State Economic University, Yekaterinburg **E-mail:** alisa.titovets@mail.ru
М.Н. ГОНЧАРОВА старший преподаватель кафедры региональной, муниципальной экономики и управления Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург **E-mail:** gonchmn@usue.ru	**M.N. GONCHAROVA** Senior Lecturer, Department of Regional, Municipal Economics and Management, Ural State Economic University, Yekaterinburg **E-mail:** gonchmn@usue.ru

НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ
SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS
№ 12(150) 2023
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Подписано в печать 23.12.2023 г.
Формат журнала 60×84/8
Усл. печ. л. 29,76. Уч.-изд. л. 17,44.
Тираж 1000 экз.