

Print ISSN 1991-6639
Online ISSN 2949-1940

Том 27 № 1



2025

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

**ИЗВЕСТИЯ
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО
НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН**



DOI: 10.35330/1991-6639

12+

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук» (КБНЦ РАН)

Научный журнал

ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Том 27 № 1 2025

Сквозной номер выпуска – 123

Журнал основан в 1998 г. Выходит 6 раз в год

ISSN 1991-6639 (печатная версия), ISSN 2949-1940 (электронная версия)

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-14936 от 20 марта 2003 г. выдано Министерством
Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

360010, Российская Федерация, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2
E-mail: ired07@mail.ru

© КБНЦ РАН, 2025

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation
Federal State Budgetary Scientific Establishment “Federal Scientific Center
“Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences” (KBSC RAS)

Science journal

NEWS OF THE KABARDINO-BALKARIAN SCIENTIFIC CENTER OF RAS

Vol. 27 No. 1 2025

Continuous issue number – 123

The journal was founded in 1998, 6 issues per year

ISSN 1991-6639 (print), ISSN 2949-1940 (online)

Certificate of registration PI No. 77-14936 March 20, 2003 issued by the Ministry
of Russian Federation of Press, Broadcasting and Mass Communications

ADDRESS OF THE EDITORIAL OFFICE:

360010, Russian Federation, Kabardino-Balkarian, Nalchik, 2 Balkarov street
E-mail: ired07@mail.ru

© KBSC RAS, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН Том 27 № 1 2025

Редакционная коллегия.....5

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Общее земледелие и растениеводство

Укоренение одревесневших черенков голубики высокорослой без применения туманообразующей системы

Е. М. ЕГОРОВА, Ф. Д. ТАУМУРЗАЕВА..... 11

Влияние микроволновой и паровой обработки почвы на подавление сорной растительности и повышение урожайности кукурузы

М. А. ШЕРЕУЖЕВ, М. А. ШЕРЕУЖЕВ, А. Ю. КИШЕВ..... 20

Современное состояние и перспективы повышения производства органической растениеводческой продукции в России на основе применения цифровых и умных технологий

В. М. ШУГАНОВ, А. М. ЛЕШКЕНОВ..... 31

Экономика

Региональная и отраслевая экономика

Актуальные проблемы трудоустройства инвалидов

З. М. КАЗОВА, Л. М. ЦИКАНОВА..... 42

Типологизация угроз и вызовов экономической безопасности предприятий пищевой отрасли Китая на примере мясоперерабатывающего свиного комплекса

НЮ СЮЭКЭ, Т. П. САЦУК..... 51

Цифровой ландшафт моделей BIG TECH бартерных операций в контексте эволюции логистики, маркетинга и услуг

*И. В. СОНЦ, С. Е. БАРЫКИН, С. М. СЕРГЕЕВ,
Е. А. МАКАРЕНКО, С. Г. БОЖУК*..... 62

Менеджмент

Ментальные информационно-статистические диверсии: особенности и проблемы противодействия

М. В. КАРМАНОВ, И. А. КИСЕЛЕВА, В. И. КУЗНЕЦОВ, А. М. ТРАМОВА..... 79

Филология

Фразеология с компонентом названий домашних и диких животных в разноструктурных языках (на материале карачаево-балкарского и ингушского языков)

М. З. УЛАКОВ, З. Х. КИЕВА, Л. Х. МАХИЕВА..... 89

Информационные технологии и телекоммуникации

Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования

| | |
|--|-----|
| Информационное моделирование строительных конструкций: создание арочной фермы в среде визуального программирования Dynamo <i>В. А. НИКИТЕНКО, Д. А. ВАСИЛЬЕВ</i> | 100 |
|--|-----|

Информатика и информационные процессы

| | |
|--|-----|
| Исследование основных методов автоматической обработки, группировки и аннотирования информации <i>Д. В. ТИХОНОВ</i> | 111 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| Системный подход к управлению документационным обеспечением в области информационной безопасности промышленных предприятий <i>И. Р. ЧЕКАНОВ, А. С. КУЗНЕЦОВ</i> | 120 |
|--|-----|

Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

| | |
|--|-----|
| Математическое моделирование взаимовлияния атмосферных осадков и гидролитосферных процессов на наклонные поверхности <i>М. А. ГЕОРГИЕВА, И. М. ПЕРШИН</i> | 133 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| Сравнительный анализ методов снижения дисбаланса классов при построении моделей машинного обучения в финансовом секторе <i>А. Ф. КОНСТАНТИНОВ, Л. П. ДЬЯКОНОВА</i> | 143 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| Основные принципы нейрокогнитивного моделирования сознания агента универсального искусственного интеллекта <i>З. В. НАГОЕВ</i> | 152 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| Задача обнаружения надводных объектов в условиях плохой видимости <i>Т. К. НГУЕН, М. Т. НГУЕН</i> | 171 |
|--|-----|

Юбиляры

| | |
|--|-----|
| <i>Геннадию Григорьевичу Матишову – 80 лет</i> | 181 |
| <i>Александру Леонидовичу Стемпковскому – 75 лет</i> | 183 |

| | |
|--|-----|
| Правила для авторов журнала | 184 |
|--|-----|

CONTENTS

News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS Vol. 27 No. 1 2025

| | |
|-------------------------------------|---|
| <u>Editorial Board</u> | 5 |
|-------------------------------------|---|

Agronomy, Forestry and Water Management

General farming and crop production

| | |
|--|----|
| Rooting woody cuttings of high-growing blueberry without mist system <i>E.M. EGOROVA, F.D. TAUMURZAYEVA</i> | 11 |
| Impact of microwave and steam soil treatment on weed suppression and corn yield improvement <i>M.A. SHEREUZHEV, M.A. SHEREUZHEV, A.Yu. KISHEV</i> | 20 |
| Current state and prospects for increasing production of organic crop products in Russia based on the use of digital and smart technologies <i>V.M. SHUGANOV, A.M. LESHKENOV</i> | 31 |

Economy

Regional and sectoral economics

| | |
|---|----|
| Current issues of employment of disabled people <i>Z.M. KAZOVA, L.M. TSIKANOVA</i> | 42 |
| Typologization of threats and challenges to economic security of China's food industry enterprises using the example of a meat processing at intensive pig farming <i>NU SUEKE, T.P. SATSUK</i> | 51 |
| Digital landscape of BIG TECH barter models in the context of the evolution of logistics, marketing and services <i>I.V. SONTI, S.E. BARYKIN, S.M. SERGEEV, E.A. MAKARENKO, S.G. BOZHUK</i> | 62 |

Management

| | |
|---|----|
| Mental informational-statistical sabotage: features and problems of counteraction <i>M.V. KARMANOV, I.A. KISELEVA, V.I. KUZNETSOV, A.M. TRAMOVA</i> | 79 |
|---|----|

Philology

| | |
|--|----|
| Phraseology with a component of names of domestic and wild animals in languages of different structure (based on Karachay-Balkar and Ingush languages) <i>M.Z. ULAKOV, Z.Kh. KIEVA, L.Kh. MAKHIEVA</i> | 89 |
|--|----|

Information Technologies and Telecommunications

Computer modeling and design automation

Information modeling of building structures:

creating an arched truss in the Dynamo visual programming environment

V.A. NIKITENKO, D.A. VASILIEV 100

Informatics and information processes

Research on main methods of automatic processing, grouping
and annotation of information

D.V. TIKHONOV 111

Systematic approach to documentation management in the field of information security
of industrial enterprises

I.R. CHEKANOV, A.S. KUZNETSOV 120

System analysis, management and information processing, statistics

Mathematical modeling of mutual influence of atmospheric precipitation
and hydrolithospheric processes on inclined surfaces

M.A. GEORGIEVA, I.M. PERSHIN 133

Comparative analysis of class imbalance reduction methods in building machine learning
models in the financial sector

A.F. KONSTANTINOV, L.P. DYAKONOVA 143

Basic principles of neurocognitive modeling of consciousness of an agent
of universal artificial intelligence

Z.V. NAGOEV 152

The task of detecting overwater objects in poor visibility conditions

T.C. NGUYEN, M.T. NGUYEN 171

Anniversaries

Gennady Grigorievich Matishov is 80 years old 181

Alexander Leonidovich Stempkovsky is 75 years old 183

Publishing regulations for the authors 184

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

Иванов Петр Мацович, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Кабардино-Балкарский научный центр РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Заместитель главного редактора:

Улаков Махти Зейтунович, доктор филологических наук, профессор, Институт гуманитарных исследований – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Ответственный секретарь:

Энеева Лиана Магометовна, кандидат физико-математических наук, Институт прикладной математики и автоматизации – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Члены редакционной коллегии:

Абазов Алексей Хасанович, доктор исторических наук, Институт гуманитарных исследований – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Адуков Рухман Хасаинович, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Москва, Россия

Алтухов Анатолий Иванович, академик РАН, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Москва, Россия

Амирханов Хизри Амирханович, академик РАН, доктор исторических наук, профессор, Институт истории, археологии и этнографии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Махачкала, Республика Дагестан, Россия

Бабенко Людмила Клементьевна, доктор технических наук, профессор, Таганрогский технологический институт ЮФУ, Таганрог, Россия

Барыкин Сергей Евгеньевич, доктор экономических наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Высшая школа сервиса и торговли, Санкт-Петербург, Россия

Бижоев Борис Чамалович, доктор филологических наук, Институт гуманитарных исследований – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Гукежев Владимир Мицахович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт сельского хозяйства – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Дзамихов Касболат Фицевич, доктор исторических наук, профессор, Институт гуманитарных исследований – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Дзюба Владимир Алексеевич, доктор биологических наук, профессор, неаффилированный автор, Краснодар, Россия

Дохолян Сергей Владимирович, доктор экономических наук, профессор, Федеральный научно-исследовательский социологический центр РАН, Москва, Россия

Завалин Алексей Анатольевич, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ВНИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, Москва, Россия

Закшевский Василий Георгиевич, академик РАН, доктор экономических наук, профессор, Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района РФ, Воронеж, Россия

Иванов Анатолий Беталович, доктор биологических наук, профессор, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Кибиров Алихан Яковлевич, доктор экономических наук, профессор, Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Москва, Россия

Клейнер Георгий Борисович, член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, профессор, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия

Комков Николай Иванович, доктор экономических наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Санкт-Петербург, Россия

Котляков Владимир Михайлович, академик РАН, доктор географических наук, профессор, Институт географии РАН, Москва, Россия

Кузьминов Валерий Васильевич, доктор физико-математических наук, Баксанская нейтринная обсерватория – центр коллективного пользования Института ядерных исследований РАН, Нейтрино, Приэльбрусье, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Кусраев Анатолий Георгиевич, доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Владикавказский научный центр РАН, Владикавказ, РСО–Алания, Россия

Мазлоев Виталий Зелимханович, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Москва, Россия

Малкандуев Хамид Алиевич, доктор сельскохозяйственных наук, Институт сельского хозяйства – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Мамбетова Фатимат Абдуллаховна, доктор экономических наук, доцент, Институт информатики и проблем регионального управления – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Маслиенко Любовь Васильевна, доктор биологических наук, Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта, Краснодар, Россия

Матишов Геннадий Григорьевич, академик РАН, доктор географических наук, профессор, Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия

Махощева Салима Александровна, доктор экономических наук, Институт информатики и проблем регионального управления – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Нагоев Залимхан Вячеславович, кандидат технических наук, Кабардино-Балкарский научный центр РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Нечаев Василий Иванович, доктор экономических наук, профессор, Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Москва, Россия

Попков Юрий Соломонович, академик РАН, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление», Москва, Россия

Псху Арсен Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент, Институт прикладной математики и автоматизации – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Пшихопов Вячеслав Хасанович, доктор технических наук, профессор, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

Ронжин Андрей Леонидович, доктор технических наук, профессор, профессор РАН, директор Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра РАН, Санкт-Петербург, Россия

Рехвиашвили Серго Шотович, доктор физико-математических наук, Институт прикладной математики и автоматизации – филиал КБНЦ РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Савин Игорь Юрьевич, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Российский университет дружбы народов, департамент рационального природопользования Института экологии, Москва, Россия

Семин Александр Николаевич, академик РАН, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Уральский государственный университет, Институт мировой экономики, Екатеринбург, Россия

Симаков Евгений Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха, Москва, Россия

Склярков Игорь Юрьевич, доктор экономических наук, профессор, Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

Склярова Юлия Михайловна, доктор экономических наук, профессор, Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

Стемпковский Александр Леонидович, академик РАН, доктор технических наук, профессор, Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН, Москва, Россия

Супрунов Анатолий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко, Краснодар, Россия

Темботова Фатимат Асланбиевна, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор, Институт экологии горных территорий им. А. К. Темботова РАН, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

Трамова Азиза Мухамадияевна, доктор экономических наук, доцент, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия

Филиошин Михаил Александрович, кандидат биологических наук, Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, Москва, Россия

Чочаев Алим Хусеевич, доктор экономических наук, профессор, Федеральное государственное унитарное предприятие «Агронаучсервис», Москва, Россия

Шевхужев Анатолий Фоатович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

Шогенов Юрий Хасанович, академик РАН, доктор технических наук, Отделение сельскохозяйственных наук РАН, Москва, Россия

Янбых Рената Геннадьевна, член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, доцент, профессор РАН, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

Editor in Chief:

Petr M. Ivanov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Merited Scientist of the Russian Federation, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Deputy Editor in Chief:

Makhti Z. Ulakov, Doctor of Philology, Professor, Institute for Humanitarian Research – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Responsible Secretary:

Liana M. Eneeva, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Institute of Applied Mathematics and Automation – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Members of the Editorial Board:

Aleksey Kh. Abazov, Doctor of Historical Sciences, Institute for Humanitarian Research – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Rukhman Kh. Adukov, Doctor of Economics, Professor, Merited Scientist of the Russian Federation, Federal Research Center for Agricultural Economics and Social Development of Rural Territories – All-Russian Research Institute of Economics of Agriculture, Moscow, Russia

Anatoly I. Altukhov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Professor, Merited Scientist of the Russian Federation, Federal Research Center for Agricultural Economics and Social Development of Rural Territories – All-Russian Research Institute of Economics of Agriculture, Moscow, Russia

Khizri A. Amirkhanov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Historical Sciences, Professor, Institute of History, Archeology and Ethnography of the Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia

Lyudmila K. Babenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Taganrog Institute of Technology, Southern Federal University, Taganrog, Russia

Sergey E. Barykin, Doctor of Economics, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Higher School of Service and Trade, St. Petersburg, Russia

Boris Ch. Bizhoyev, Doctor of Philology, Institute for Humanitarian Research – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Vladimir M. Gukezhev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Agriculture – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Kasbolat F. Dзамikhov, Doctor of Historical Sciences, Professor, Institute for Humanitarian Research – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Vladimir A. Dzyuba, Doctor of Biological Sciences, Professor, nonaffiliated author, Krasnodar, Russia

Sergey V. Dokholyan, Doctor of Economics, Professor, Federal Center of Theoretical and Applied Sociology of RAS, Moscow, Russia

Aleksey A. Zavalin, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, Moscow, Russia

Vasily G. Zakshevsky, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Professor, Research Institute for Economics and Organization of the Agro-Industrial Complex of the Central Black Earth Region of the Russian Federation, Voronezh, Russia

Anatoly B. Ivanov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Alikhan Ya. Kibirov, Doctor of Economics, Professor, Federal Scientific Center for Agricultural Economics and Social Development of Rural Territories – All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Moscow, Russia

Georgy B. Kleiner, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Professor, Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Nikolai I. Komkov, Doctor of Economics, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Economic Forecasting of RAS, St. Petersburg, Russia

Vladimir M. Kotlyakov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Valery V. Kuzminov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Baksan Neutrino Observatory – center of collective use of Institute for Nuclear Research, Neutrino, Elbrus region, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Anatoly G. Kusraev, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Merited Scientist of the Russian Federation, Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz, North Ossetia – Alania, Russia

Vitaly Z. Mazloev, Doctor of Economics, Professor, Merited Scientist of the Russian Federation, Federal Research Center for Agrarian Economics and Social Development of Rural Territories – All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Moscow, Russia

Khamid A. Malkanduev, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Agriculture – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Fatimat A. Mambetova, Doctor of Economics, Associate Professor, Institute of Informatics and Regional Management Problems – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Lyubov V. Maslienko, Doctor of Biological Sciences, All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V.S. Pustovoit, Krasnodar, Russia

Gennady G. Matishov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geography, Professor, Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

Salima A. Makhosheva, Doctor of Economics, Institute of Informatics and Regional Management Problems – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Zalimkhan V. Nagoev, Candidate of Technical Sciences, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Vasily I. Nechaev, Doctor of Economics, Professor, Federal Research Center for Agrarian Economics and Social Development of Rural Territories – All-Russian Research Center Institute of Agricultural Economics, Moscow, Russia

Yuri S. Popkov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Merited Scientist of the Russian Federation, Federal Research Center “Informatics and Control”, Moscow, Russia

Arsen V. Pskhu, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Institute of Applied Mathematics and Automation – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Vyacheslav Kh. Pshikhopov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Andrey L. Ronzhin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, Director of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

Sergo Sh. Rekhviashvili, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Institute of Applied Mathematics and Automation – Branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Igor Yu. Savin, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Peoples Friendship University of Russia, Department of Environmental Management of the Institute of Ecology, Moscow, Russia

Alexander N. Semin, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Professor, Ural State University, Institute of World Economy, Department of Strategic and Production Management, Ekaterinburg, Russia

Evgeny A. Simakov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, All-Russian Research Institute of Potato Economy named after A.G. Lorkh, Moscow, Russia

Igor Yu. Sklyarov, Doctor of Economics, Professor, Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

Yulia M. Sklyarova, Doctor of Economics, Professor, Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

Alexander L. Stempkovsky, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute for Design Problems in Microelectronics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Anatoly I. Suprunov, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, National Grain Center named after P.P. Lukyanenko, Krasnodar, Russia

Fatimat A. Tembotova, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor, Institute of Ecology of Mountain Territories named after A.K. Tembotov of RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Aziza M. Tramova, Doctor of Economics, Associate Professor, Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov, Moscow, Russia

Mikhail A. Filyushin, Candidate of Biological Sciences, Federal Research Center “Fundamental Foundations of Biotechnology” of RAS, Moscow, Russia

Alim Kh. Chochev, Doctor of Economics, Professor, Federal State Unitary Enterprise “Agronauchservis”, Moscow, Russia

Anatoly F. Shevkhuzhev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Russia

Yuri Kh. Shogenov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Renata G. Yanbykh, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economic Sciences, Professor, HSE University, Moscow, Russia

УДК 634.739.1:631.535.6

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-11-19

EDN: BYIEDX

Научная статья

Укоренение одревесневших черенков голубики высокорослой без применения туманообразующей системы

Е. М. Егорова^{✉1}, Ф. Д. Таумурзаева²

¹Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова
360030, Россия, г. Нальчик, проспект Ленина, 1в

²Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства
360004, Россия, г. Нальчик, ул. Шарданова, 23

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по укоренению одревесневших черенков голубики высокорослой, проведенных в 2022–2024 годах в условиях отсутствия туманообразующей установки. Голубика высокорослая является тяжелоукореняемой культурой, поэтому требует определенного подхода, а именно: применения субстрата с оптимальным водно-воздушным режимом, использования регуляторов роста для повышения регенерационной способности, а также определенных микроклиматических условий, которые достигаются благодаря туманообразующей системе. Технические условия для туманообразования имеются не во всех хозяйствах, культивирующих голубику. **Цель исследования** – определить оптимальный состав грунта для укоренения и изучить влияние регуляторов роста, стимулирующих корнеобразование. В качестве субстратов испытывались торф, торф + перлит (3:1), торф + песок (3:1) и песок. Для стимуляции корнеобразования испытывались регуляторы роста Фитактив гель и Гетероауксин. Закладка опытов, наблюдения и учеты выполнялись по методике, принятой в агрономии. Установлено, что лучшим субстратом для укоренения одревесневших черенков голубики высокорослой является торфо-перлитная смесь. Без дополнительной стимуляции в этом субстрате укореняется существенно больше черенков, чем в контроле, и в 6 раз больше, чем в песке. Применение Фитактив геля в качестве стимулятора корнеобразования в отсутствие туманообразования повышает выход укорененных черенков, в среднем за три года исследования, до 58 % при хорошем качестве образовавшихся корней. Это позволяет получить необходимое для ремонта насаждений количество посадочного материала без затрат на оборудование туманообразования. Действие Гетероауксина в этом отношении, согласно нашим исследованиям, существенно слабее.

Ключевые слова: голубика, укоренение, корневая система, стимуляторы корнеобразования, каллус, торф, одревесневшие черенки

Поступила 03.02.2024, одобрена после рецензирования 13.02.2025, принята к публикации 14.02.2025

Для цитирования. Егорова Е. М., Таумурзаева Ф. Д. Укоренение одревесневших черенков голубики высокорослой без применения туманообразующей системы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 11–19. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-11-19

Rooting woody cuttings of high-growing blueberry without mist system

E.M. Egorova^{✉1}, F.D. Taumurzayeva²

¹Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov
360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin Avenue

²North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Gardening
360004, Russia, Nalchik, 23 Shardanova street

Abstract. The article presents results of studies on rooting cuttings of high-growing blueberries, conducted in 2022–2024 in the absence of a mist system. High-growing blueberries are a crop that is difficult to root, therefore they require a certain approach, i.e. use of a substrate with an optimal water-air regime, use of growth regulators to increase regeneration capacity, as well as certain microclimatic conditions that are achieved by mist system. Technical conditions for a mist are not available in all farms cultivating blueberries. The purpose of the study is to determine the optimal soil composition for rooting and to study the effect of growth regulators that stimulate root formation. Peat, peat + perlite (3:1), peat + sand (3:1) and sand were tested as substrates. To stimulate root formation, growth regulators Fitaktiv gel and Heteroauxin were tested. The experiments, observations and records were carried out according to the methodology adopted in agronomy. It has been established that the best substrate for rooting cuttings of high-growing blueberry is a peat-perlite mixture. Without additional stimulation, significantly more cuttings take root in this substrate than in the control and 6 times more than in sand. The use of Fitaktiv gel as a root formation stimulator in the absence of mist increases the yield of rooted cuttings, on average over three years of research, to 58% with good quality of the formed roots. This allows you to get the amount of planting material necessary for repairing plantings without spending on mist system. The effect of heteroauxin in this regard, according to our research, is significantly weaker.

Keywords: blueberries, rooting, root system, root formation stimulants, callus, peat, lignified cuttings

Submitted 03.02.2024,

approved after reviewing 13.02.2025,

accepted for publication 14.02.2025

For citation. Egorova E.M., Taumurzayeva F.D. Rooting woody cuttings of high-growing blueberry without mist system. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 11–19. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-11-19

ВВЕДЕНИЕ

Голубику высокорослую (*Vaccinium corymbosum* L.) ввели в культуру в США в XX веке. Высокий спрос на свежую ягоду, обладающую лечебными свойствами и приятным вкусом, привел к увеличению площадей для ее возделывания [1, 2].

Данное растение предъявляет особые требования к почвенно-климатическим условиям, с которыми связаны проблемы внедрения голубики высокорослой в промышленное производство [3–6]. Ввиду недостатка знаний и пока еще не усовершенствованной технологии выращивания в нашей стране на промышленных посадках наблюдаются выпадения растений.

В сложившихся условиях ввиду санкций поступление посадочного материала из-за рубежа затруднено, что дает предпосылки для самостоятельного размножения растений внутри хозяйств с целью их дальнейшего использования для ремонтных работ.

Так, в хозяйстве ООО «Юг Агро», которое с 2022 года занимается выращиванием ягод голубики, после появления выпадов встал вопрос о производстве собственных саженцев [7].

Голубика является трудноукореняемой культурой [8–11]. Для повышения ее регенерационной способности при черенковании необходимо внедрение высокотехнологичных элементов (тепличные условия с системой туманообразования для поддержания оптимального микроклимата, использование стимуляторов корнеобразования) [12–14].

Спрос на собственные саженцы в данном хозяйстве был небольшим, поэтому введение в эксплуатацию дорогостоящей системы туманообразования было нецелесообразным. В связи с этим было принято решение о размножении голубики методом укоренения одревесневших черенков на различных субстратах и с разными корнеобразователями.

Цель наших исследований – разработка технологии черенкования одревесневшими черенками без системы туманообразования в условиях ООО «Юг Агро».

Задачи исследований – изучение субстратов для укоренения одревесневших черенков голубики; изучение корнеобразующего действия препаратов Фитактив гель и Гетероауксин.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в условиях ООО «Юг Агро» (г. Нальчик, КБР) за период 2022–2024 гг.

Закладка опытов, наблюдения и учеты выполнялись по методике, принятой в агрономии [15, 16].

Объект исследования – одревесневшие черенки голубики высокорослой сорта «Дюк». Для укоренения во время зимней обрезки заготавливались одревесневшие побеги прошлого года. Далее были подготовлены черенки из средней части побегов без признаков поражения болезнями и вредителями. Черенки заготавливались на 3–4 почки, при этом две почки заглублялись в субстрат. После нарезки черенки дезинфицировались в течение 20 минут в слабом растворе перманганата калия.

Для укоренения одревесневших черенков голубики нами проводился подбор оптимального субстрата и стимулятора корнеобразования.

Варианты опыта:

| № п/п | Субстрат | Стимулятор корнеобразования |
|-------|---------------------|-----------------------------|
| 1. | Торф (контроль) | Без обработки |
| 2. | | Фитактив гель |
| 3. | | Гетероауксин |
| 4. | Торф + перлит (3:1) | Без обработки |
| 5. | | Фитактив гель |
| 6. | | Гетероауксин |
| 7. | Торф + песок (3:1) | Без обработки |
| 8. | | Фитактив гель |
| 9. | | Гетероауксин |
| 10. | Песок | Без обработки |
| 11. | | Фитактив гель |
| 12. | | Гетероауксин |

Укоренение в торфе мы считали контрольным. Способ применения корнеобразователей был следующим: Фитактив гель – обмакивание черенков; Гетероауксин – замачивание черенков в течение 20 часов (1 таблетка на 5 л воды – 0,002% раствор по д.в.).

Состав геля «Фитактив экстра плюс»:

- 1) ауксин-фуллереновый комплекс на основе индолилмасляной – 5 г/л;
- 2) витамины В1, В6, РР в суммарном количестве 300 мг/л;
- 3) аминокислота – 200 мг/л;
- 4) биоцид для защиты от грибных заболеваний¹.

Состав Гетероауксина: 695 г/кг 1-Н-индолил-3-этановой кислоты.

Каждый опытный вариант закладывался и учитывался в трех повторностях по 100 учетных черенков каждой повторности.

После закладки опыта проводился учет развития корневой системы растений голубики. Оценивались:

- укореняемость, %;
- среднее количество корней на 1 боковой грани, шт.;
- среднее количество корней по периметру субстрата, шт.;
- состояние развития корней, в баллах.

Качественные характеристики корневых систем, такие как дружность прорастания корешков, их толщину, цвет, степень обрастания тонкими всасывающими корешками оценивали визуально по 4-балльной системе:

1 балл – основные корешки очень тонкие, без визуально различимых дополнительных всасывающих корешков, коричневатые, рано отмирающие;

2 балла – корешки тонкие, но жизнеспособные, без визуально различимых или с редкими дополнительными всасывающими корешками, желтоватые;

3 балла – корешки более прочные, со средней степени визуально различимыми дополнительными всасывающими корешками, белые или немного желтоватые, кончики корней рано прекращают рост и могут темнеть;

4 балла – корешки прочные, белые, с густыми белыми дополнительными всасывающими корешками.

Полученные данные обрабатывались методом математического анализа по Б. А. Доспехову с применением ПК. В частности, вычислялась НСР₀₅ – наименьшая существенная разница на 95 %-ном уровне вероятности [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Усредненные данные за 3 года исследований по результатам черенкования с использованием различных субстратов и регуляторов роста с корнеобразующей эффективностью приведены в таблице 1.

¹<https://fitaktivagro.ru/extraplus?Ysclid=m5oz3v5yg3278628977>

Таблица 1. Эффективность укоренения одревесневших черенков голубики в зависимости от субстрата и использования корнеобразователей**Table 1.** Rooting efficiency of woody blueberry cuttings depending on the substrate and the use of root-forming agents

| Субстрат | Корнеобразователь | Укореняемость, % | Среднее количество корней | | Состояние корней, в баллах |
|------------------------|-------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| | | | на одной боковой грани | по периметру субстрата | |
| Торф (контроль) | Без обработки | 32 | 4,8 | 19,2 | 2 |
| | Фитактив гель | 47 | 6,2 | 24,8 | 4 |
| | Гетероауксин | 39 | 5,2 | 20,8 | 3 |
| Торф + перлит (3:1) | Без обработки | 36 | 5,1 | 20,4 | 3 |
| | Фитактив гель | 58 | 7,0 | 28,0 | 4 |
| | Гетероауксин | 43 | 5,3 | 21,2 | 3 |
| Торф + песок (3:1) | Без обработки | 34 | 4,9 | 19,6 | 2 |
| | Фитактив гель | 53 | 6,5 | 26,0 | 4 |
| | Гетероауксин | 41 | 5,1 | 20,1 | 3 |
| Песок | Без обработки | 6 | 2,0 | 8,0 | 1 |
| | Фитактив гель | 8 | 2,2 | 8,8 | 1 |
| | Гетероауксин | 6 | 2,1 | 8,4 | 1 |
| НСР ₀₅ | | 3,9 | 0,8 | 3,2 | |

На фоне применения Фитактив геля было отмечено образование каллуса на 5-7-й день после начала укоренения на всех исследуемых субстратах. Однако на варианте «песок» дальнейшего развития корневой системы из образовательной ткани практически не наблюдалось. Такое явление связано с плохими микроклиматическими условиями и недостаточной влажностью субстрата из-за отсутствия системы туманообразования.

На фоне применения Гетероауксина наблюдалось образование каллуса в более поздний срок, чем на фоне геля (через 2 недели после закладки опытов). В контроле, где не применялись корнеобразователи, образование каллуса было отмечено на 22-й день.

В результате двухлетних исследований были получены достоверные различия с контролем в вариантах: торф + перлит (3:1) и торф + песок (3:1) на фоне применения Фитактив геля. На фоне применения корнеобразователя Гетероауксин на всех исследуемых субстратах достоверного результата (согласно НСР₀₅) получено не было. Чистый песок показал результаты, которые были ниже контрольных. В данном случае корнеобразователи не оказали стимулирующего влияния на процесс укоренения, так как нами не было предусмотрено использование туманообразующей установки, что сказалось на плохих микроклиматических условиях.

Так, укореняемость черенков на варианте с перлитом при использовании Фитактива составила 58 % против 47 % в контроле; отмечено также лучшее развитие корневой системы (среднее количество корней на 1 боковой грани составляет 7 шт. против 6,2 шт. в контроле). При визуальной оценке состояние корневой системы на фоне всех субстратов, кроме песка, с использованием Фитактив геля оценивалось в 4 максимальных балла (рис. 1).



Рис. 1. Состояние черенков на торфо-перлитной смеси на фоне Фитактива

Fig. 1. The condition of cuttings on a peat-perlite mixture on the background of a phytactive

В варианте торф + песок (3:1) с использованием геля отмечена достоверная прибавка по укореняемости по сравнению с НСР₀₅. Здесь укореняемость достигла 53 %, что на 8,3 % ниже, чем на фоне перлита. По показателю «среднее количество корней на 1 боковой грани» результаты составили 6,5 шт., разница является недостоверной и превышает показатель в контроле на 0,5 шт. при НСР₀₅, равной 0,8 шт.

В условиях наших опытов без использования туманообразующей системы было сложно создать благоприятные микроклиматические условия для черенков, так как увлажнение производилось вручную с помощью пульверизатора. Поэтому было важно, чтобы субстрат имел высокую водоудерживающую способность. Под эти критерии подошла смесь торф + перлит (3:1).

Применение стимулятора корнеобразования Фитактив гель на фоне субстрата торф + перлит (3:1) оказало стимулирующее влияние на укоренение по сравнению с контролем и другими опытными вариантами с учетом НСР₀₅.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При черенковании голубики высокорослой без туманообразующей установки необходимо применять в качестве субстрата торф + перлит (3:1); для стимулирования корнеобразования обрабатывать черенки препаратом Фитактив гель путем погружения нижней части их в препарат и легкого подсушивания перед заглублением в субстрат. При этом укореняемость черенков составляет 58 %, что в производственных условиях в отсутствие технических возможностей для туманообразования позволяет получить количество посадочного материала, достаточное для компенсации выпадов при хорошем его качестве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мищенкова А. Р., Бражная И. Э. Исследование химического состава ягод голубики и перспективы использования в питании // Студенческая наука: Актуальные вопросы, достижения и инновации. 2021. С. 50–53.
2. Ермоленко А. В., Цыбулько Н. Н., Жукова И. И. Особенности накопления ¹³⁷Cs голубикой высокорослой (*Vaccinium x covellianum* But. Et Pl.) // Почвоведение и агрохимия. 2020. № 2. С. 185–197.
3. Павловский Н. Б. Возделывание голубики высокорослой // Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: Сборник отраслевых регламентов Национальной академии наук Беларуси / Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси; рук. разработ.: В. Г. Гусаков [и др.]. Минск: Белорусская наука, 2010. С. 375–393.
4. Ретамалес Дж. Б., Хэнкок Дж. Ф. Черника. Т. 27. Cabi, 2018. 352 с.
5. Даньков В. В., Скрипниченко М. М., Логинова С. Ф. и др. Ягодные культуры. СПб.: Лань, 2015. С. 19–24.
6. Гримашевич В. В. Рациональное использование ресурсов дикорастущих ягодных растений и съедобных грибов Беларуси в условиях рыночной экономики // Сб. науч. трудов / Институт леса НАН Беларуси. Гомель. 2005. № 64. С. 421–430.
7. Егорова Е. М., Таумурзаева Ф. Д., Абрегов А. А. Влияние карбонатов почвы на состояние растений голубики высокорослой в условиях КБР // Новые технологии. 2024. Т. 20(1). С. 136–145. DOI: 10.47370/2072-0920-2024-20-1-136-145
8. Воскобойников Ю. В., Акимова С. В., Мацкевич М. П. и др. Оптимизация технологии зеленого черенкования голубики высокорослой // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. Т. 59. С. 53–60. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-59-53-60
9. Пижьянова А. А., Балабак А. Ф. Влияние сорта и типа побега на укореняемость зеленых стеблевых черенков голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.). Plant Varieties Studying and Protection. 2013. № 2(19). С. 42–45. EDN: VIOGQT
10. Павловский Н. Б. Методы вегетативного размножения голубики высокой (*Vaccinium corymbosum* L.) // Плодоводство. 2010 Т. 22. № 1. С. 332–344. EDN: UWNVYU
11. Радкевич Т. В. Способы вегетативного размножения голубики высокорослой // Плодоводство. 2024. Т. 36. С. 117–125.
12. Гордей Д. В., Морозов О. В., Буга С. В. Практические рекомендации по выращиванию голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.): методические указания к практическим занятиям. Минск: БГТУ, 2020. 59 с.
13. Маштаков Д. А. и др. Укореняемость декоративных и лесных плодовых кустарников при использовании стимуляторов корнеобразования в условиях закрытого грунта УНПК «Агроцентр» г. Саратова // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства: Сборник статей V Международной научно-практической конференции. Пенза, 2022. С. 151–155. EDN: QNWVZD
14. Тяк Г. В., Курлович Л. Е., Макаров С. С. Размножение гибридных форм голубики узколистной одревесневшими черенками // Лесохозяйственная информация. 2022. № 3. С. 95–104. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.08
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
16. Лебедько Е. Я. Биометрия в msexel: учеб. пособие. М.: Изд-во «Лань», 2018. 593 с.

REFERENCES

1. Mishchenkova A.R., Brazhnaya I.E. Study of the chemical composition of blueberry berries and prospects for use in nutrition. Student science: Current issues, achievements and innovations. 2021. Pp. 50–53.
2. Ermolenko A.V., Tsybulko N.N., Zhukova I.I. Features of accumulation of ¹³⁷ Cs by tall blueberries (*Vaccinium x covellianum* But. Et Pl.). *Pochvovedeniye i agrokhimiya* [Soil science and agrochemistry]. 2020. No. 2. Pp. 185–197. (In Russian)
3. Pavlovsky N.B. Cultivation of tall blueberries. *Organizatsionno-tekhnologicheskiye normativy vozdeleyvaniya ovoshchnykh, plodovykh, yagodnykh kul'tur i vyrashchivaniya posadochnogo materiala: Sbornik otraslevykh reglamentov Natsional'noy akademii nauk Belarusi* [Organizational and technological standards for the cultivation of vegetable, fruit, berry crops and the cultivation of planting material: Collection of industry regulations of National academy of sciences of Belarus]. Institut sistemnykh issledovaniy v APK NAN Belarusi; ruk. razrab.: V.G. Gusakov [i dr.]. Minsk: Belorusskaya nauka, 2010. Pp. 375–393. (In Russian)
4. Retamales J.B., Hancock J.F. *Chernika* [Blueberries]. Cabi, 2018. Vol. 27. 352 p.
5. Dankov V.V., Skripnichenko M.M., Loginova S.F. and others. *Yagodnyye kul'tury* [Berry crops]. St. Petersburg: Spb.: Lan', 2015. Pp. 19–24. (In Russian)
6. Grimashevich V.V. Rational use of the resources of wild berry plants and edible mushrooms of Belarus in a market economy. *Sbornik nauchnykh trudov* [Collection of Scientific Papers]. Institut lesa NAN Belarusi. Gomel', 2005. No. 64. Pp. 421–430.
7. Egorova E.M., Taumurzaeva F.D., Abregov A.A. The influence of soil carbonates on highbush blueberry plants in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. *Novyye tekhnologii* [New Technologies]. 2024. Vol. 20(1). Pp. 136–145. DOI: 10.47370/2072-0920-2024-20-1-136-145. (In Russian)
8. Voskoboinikov Yu.V., Akimova S.V., Matskevich M.P. et al. Optimization of the technology of green cuttings of tall blueberries. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* [Fruit and berry growing in Russia]. 2019. Vol. 59. Pp. 53–60. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-59-53-60. (In Russian)
9. Pyjyanova A.A., Balabak A.F. Influence of the variety and type of shoot on the rootability of green stem cuttings of tall blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2013. No. 2(19). Pp. 42–45. EDN: VIOGQT
10. Pavlovsky N.B. Methods of vegetative propagation of high blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Plodovodstvo* [Fruit growing]. 2010. Vol. 22. No. 1. Pp. 332–344. EDN: UWNVYU. (In Russian)
11. Radkevich T.V. Methods of vegetative reproduction of tall blueberries. *Plodovodstvo* [Fruit growing]. 2024. Vol. 36. Pp. 117–125. (In Russian)
12. Gordey D.V., Morozov O.V., Buga S.V. *Prakticheskiye rekomendatsii po vyrashchivaniyu golubiki uzkolistnoy (Vaccinium angustifolium Ait.): metodicheskiye ukazaniya k prakticheskim zanyatiyam* [Practical recommendations for growing narrow-leaved blueberries (*Vaccinium angustifolium* Ait.): guidelines for practical exercises]. Minsk: BGTU, 2020. 59 p. (In Russian)
13. Mashtakov D.A. et al. Rootability of ornamental and forest fruit bushes when using root formation stimulators in closed ground conditions of the unpc "Agrocenter" Saratov. *Aktual'nyye problemy prirodopol'zovaniya i prirodoobustroystva* [Actual problems of environmental management and environmental management]. Sbornik statey V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Penza, 2022. Pp. 151–155. EDN: QNWXVZD. (In Russian)

14. Tyak G.V., Kurlovich L.E., Makarov S.S. Propagation of hybrid forms of narrow-leaved blueberries by lignified cuttings. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information]. 2022. No. 3. Pp. 95–104. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.08. (In Russian)

15. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. M.: Kniga po Trebovaniyu, 2012. 352 p. (In Russian)

16. Lebedko E.Ya. *Biometriya v msexel* [Biometrics in msexel]. *Uchebnoye posobiye* [Textbook]. Moscow: Izd-vo Lan', 2018. 593 p. (In Russian)

Вклад авторов:

Е. М. Егорова – концептуализация и проектирование исследований, участие в проведении опытов, анализ данных и их интерпретация, критический анализ текста рукописи, финальная доработка текста статьи;

Ф. Д. Таумурзаева – закладка и выполнение полевых опытов, сбор данных, подготовка рукописи.

Authors' contribution:

E.M. Egorova – conceptualization and design of research, participation in experiments, data analysis and interpretation, critical analysis of the manuscript, final revision of the article;

F.D. Taumurzaeva – laying out and performing field experiments, data collection, manuscript preparation.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Егорова Елена Михайловна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры агрономии, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова;

360030, Россия, г. Нальчик, проспект Ленина, 1в;

conf200606@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9559-4608>, SPIN-код: 1914-0691

Таумурзаева Фарида Даутовна, мл. науч. сотр., Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Шарданова, 23

Information about the authors

Elena M. Egorova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov;

360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin Avenue;

conf200606@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9559-4608>; SPIN-code: 1914-0691

Farida D. Taumurzayeva, Junior Researcher, North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Gardening;

360004, Russian Federation, Nalchik, 23 Shardanova street

УДК: 631.1

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-20-30

EDN: IANUSU

Научная статья

Влияние микроволновой и паровой обработки почвы на подавление сорной растительности и повышение урожайности кукурузы

М. А. Шереужев^{1,2}, М. А. Шереужев^{✉3}, А. Ю. Кишев¹

¹Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова
360030, Россия, Нальчик, проспект Ленина, 1в

²Институт информатики и проблем регионального управления –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360000, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а

³Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана
105005, Россия, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5

Аннотация. В работе рассмотрено влияние различных методов обработки почвы, включая паровую и микроволновую обработку, на подавление сорной растительности, рост и урожайность кукурузы. Проведен эксперимент с четырьмя типами обработки почвы, выполнен анализ роста растений и сорной растительности на разных этапах развития. Показано, что микроволновая обработка эффективно подавляет сорняки, улучшает условия для роста культурных растений и увеличивает урожайность. Полученные результаты подтверждают перспективность применения микроволнового метода в сельском хозяйстве для экологически безопасного и эффективного управления почвой.

Ключевые слова: микроволновая обработка почвы, подавление сорной растительности, рост кукурузы, экологически безопасные методы, управление урожайностью, альтернативные методы обработки почвы

Поступила 24.01.2025, одобрена после рецензирования 03.02.2025, принята к публикации 05.02.2025

Для цитирования. Шереужев М. А., Шереужев М. А., Кишев А. Ю. Влияние микроволновой и паровой обработки почвы на подавление сорной растительности и повышение урожайности кукурузы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 20–30. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-20-30

Original article

Impact of microwave and steam soil treatment on weed suppression and corn yield improvement

M.A. Shereuzhev^{1,2}, M.A. Shereuzhev^{✉3}, A.Yu. Kishev¹

¹Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov
360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue

²Institute of Computer Science and Problems of Regional Management –
branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street

³Moscow State Technical University named after N.E. Bauman
105005, Russia, Moscow, build. 5 corps 1 Baumanskaya street

Abstract. The study examines the impact of various soil treatment methods, including steam and microwave treatment, on weed suppression, corn growth, and yield. An experiment was conducted using four types of soil treatment, and an analysis of plant growth and weed presence at different stages of development was performed. It was demonstrated that microwave treatment effectively suppresses weeds, improves conditions for crop growth, and increases yield. The results confirm the potential of microwave treatment as an environmentally safe and efficient method for soil management in agriculture.

Keywords: microwave soil treatment, weed suppression, corn growth, environmentally safe methods, yield management, alternative soil treatment methods

Submitted 24.01.2025,

approved after reviewing 03.02.2025,

accepted for publication 05.02.2025

For citation. Shereuzhev M.A., Shereuzhev M.A., Kishev A.Y. Impact of microwave and steam soil treatment on weed suppression and corn yield improvement. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 20–30. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-20-30

ВВЕДЕНИЕ

Сорная растительность является одной из ключевых проблем в сельском хозяйстве, оказывая значительное влияние на урожайность культур за счет конкуренции за питательные вещества, свет и влагу. Традиционные методы борьбы с сорняками включают использование гербицидов, механическую прополку и парообработку почвы. Однако эти методы имеют свои ограничения: химические вещества загрязняют окружающую среду, а механические и паровые методы часто оказываются энергозатратными и менее эффективными на больших площадях.

В последние годы внимание исследователей привлекли альтернативные подходы для контроля роста сорной растительности с применением роботизированных комплексов с системами технического зрения для обнаружения и мониторинга роста сорняков [1]. С точки зрения роботизации интерес также представляют предпосевные методы обработки, такие как использование микроволнового излучения для обработки почвы. Микроволновая обработка уничтожает сорняки и их семена, вызывая разрушение клеточных стенок за счет локального повышения температуры [1–3]. Этот метод демонстрирует высокую эффективность, снижает зависимость от химических гербицидов и способствует улучшению свойств почвы.

Настоящая работа направлена на изучение влияния различных методов обработки почвы – паровой, микроволновой и их комбинации – на рост кукурузы и подавление сорняков. В ходе эксперимента проведено сравнение четырех различных подходов к обработке почвы, включая контрольный необработанный образец. Кукуруза, использованная в эксперименте, представлена семенами французской фирмы *Caussade Semens*. Для оценки эффективности обработки были проанализированы ранние стадии роста растений, состояние сорняков и урожайность.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ПОДГОТОВКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью настоящего исследования является изучение влияния различных методов обработки почвы на подавление сорной растительности, рост кукурузы и урожайность.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Изучить влияние паровой, микроволновой и комбинированной обработки почвы на подавление сорняков.

2. Оценить рост и развитие кукурузы на каждом этапе эксперимента при различных методах обработки.

3. Провести сравнение урожайности кукурузы для каждого типа обработки почвы.

4. Провести анализ состава почвы до и после обработки, чтобы оценить изменения, вызванные микроволновым и паровым воздействием.

Для достижения целей исследования была разработана методика эксперимента, включающая следующие этапы подготовки образцов, посадки семян кукурузы, обеспечения условий выращивания, оценки роста кукурузы, сорной растительности и урожайности.

Этап подготовки образцов включает подготовку емкостей для почвы и предварительную обработку почвы. Четыре короба размером 1 м × 0,5 м × 0,5 м были заполнены почвой одинакового состава. Для каждого короба применены разные методы обработки. Почва в первом коробе оставлена необработанной (контрольный образец). Во втором коробе подвергнута парообработке при температуре 100°C. В третьем коробе обработана паром, а затем облучена микроволновым излучением. В четвертом коробе обработана только микроволновым излучением.

На этапе посадки во все образцы были посажены семена кукурузы французской фирмы *Caussade Semens*. Семена распределялись равномерно, чтобы исключить влияние плотности посадки.

На этапе обеспечения условий выращивания все короба находились в одинаковых условиях, включая освещение, влажность и температуру. Полив осуществлялся равномерно для каждого образца.

Для оценки роста и сорной растительности на 14-й, 25-й, 30-й и 40-й дни фиксировались визуальные данные о состоянии растений и наличии сорняков. Ростки кукурузы измерялись для оценки их высоты и состояния.

После завершения вегетационного периода проведен сбор урожая с последующим сравнением массы и размеров початков кукурузы для каждого образца.

Перед началом эксперимента был проведен анализ почвы, чтобы оценить ее исходное состояние. Проведены работы по определению типа и состояния почвы, в том числе определение содержания азота, ее кислотности и минерального состава (таблица 1). Эти параметры свидетельствуют о плодородности почвы, которая подходит для выращивания кукурузы.

Таблица 1. Результаты анализа состояния почвы.

Table 1. Results of soil condition analysis.

| № | Общий азот, мг/кг | P ₂ O ₅ , мг/кг | K ₂ O, мг/кг | Гумус, % | Кислотность, рН | Ca ²⁺ , мг экв./100 г | Mg ²⁺ , мг экв./100 г |
|---|----------------------|--|----------------------------|-----------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 92,8 высокое | >600,0 высокое | 525,0 высокое | 4,62 высокое | 6,6 нейтральная | 4,0 низкое | 3,05 высокое |
| 2 | 71,5 высокое | >600,0 высокое | 555,0 высокое | 4,65 высокое | 6,7 нейтральная | 4,5 низкое | 6,1 высокое |
| 3 | 80,8 высокое | >600,0 высокое | 630,0 высокое | 4,48 среднее | 6,9 нейтральная | 10,0 среднее | 4,9 высокое |
| 4 | 76,2 высокое | >600,0 высокое | 515,0 высокое | 4,50 среднее | 6,8 нейтральная | 3,0 низкое | 7,3 высокое |

ОЦЕНКА РОСТА КУКУРУЗЫ И ПОЯВЛЕНИЯ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

В ходе эксперимента наблюдались различные стадии роста кукурузы и динамика появления сорной растительности в образцах с различными методами обработки почвы. На каждом этапе проводилась визуальная фиксация состояния растений, результаты которой представлены на рисунках 1–3.

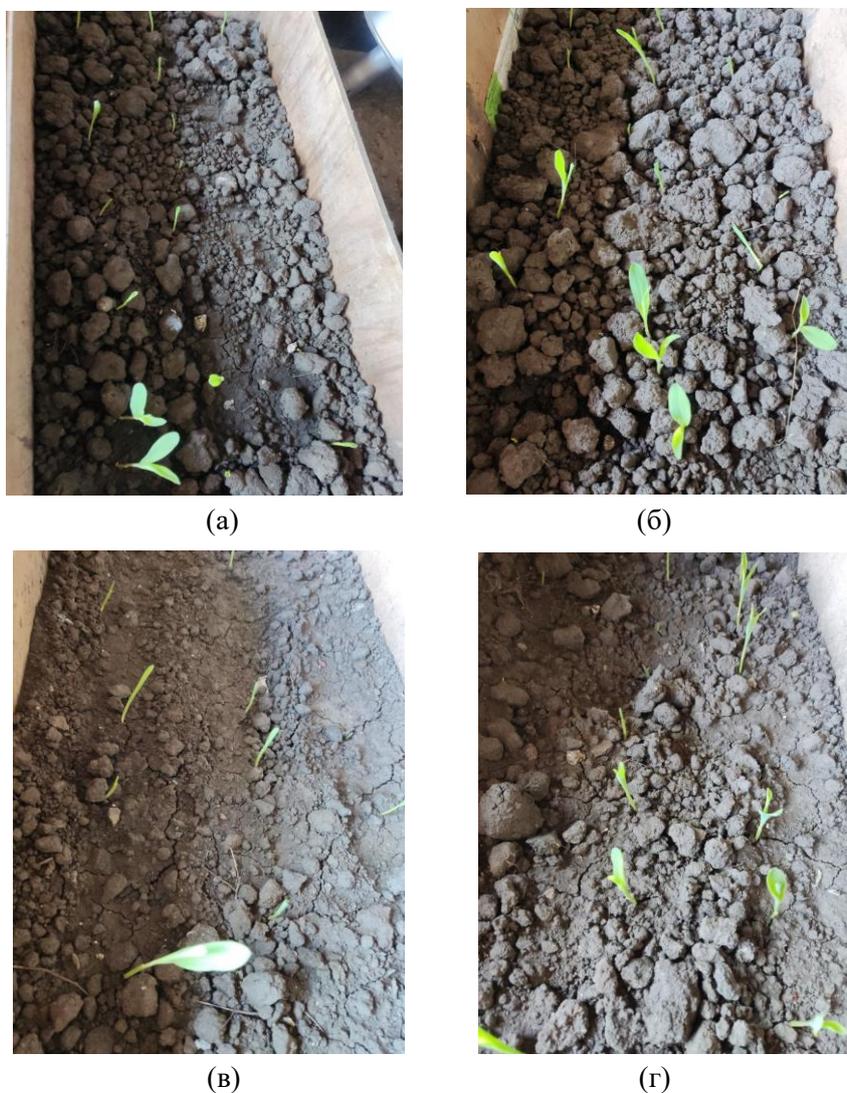


Рис. 1. Состояние засеянных образцов на 7-й день

Fig. 1. The state of seeded samples on day 7

На ранних стадиях роста (7-й и 14-й дни, рис. 1, рис. 2) все образцы находились в теневых условиях, что минимизировало появление сорной растительности. Основные наблюдения:

- Образец (а) – необработанная почва: ростки кукурузы демонстрируют меньшую высоту и менее равномерное развитие, что согласуется с результатами предыдущих исследований, где необработанная почва зачастую создает неблагоприятные условия для прорастания культурных растений из-за наличия конкурентных сорных семян [5].
- Образец (б) – паровая обработка почвы: ростки кукурузы несколько выше, но сорняков пока не наблюдается. Наблюдалось некоторое улучшение в росте кукурузы, что связано с

уничтожением части сорных семян за счет термического воздействия, однако это воздействие недостаточно для полной стерилизации почвы [6].

- Образцы (в) и (г) – микроволновая обработка: ростки кукурузы самые равномерные и заметно крупнее, что указывает на стимулирующее воздействие микроволнового излучения на рост растений. Это связано с разрушением клеточных структур сорных семян под воздействием микроволн, что улучшает конкуренцию в пользу культурных растений, как отмечено в работе [1].

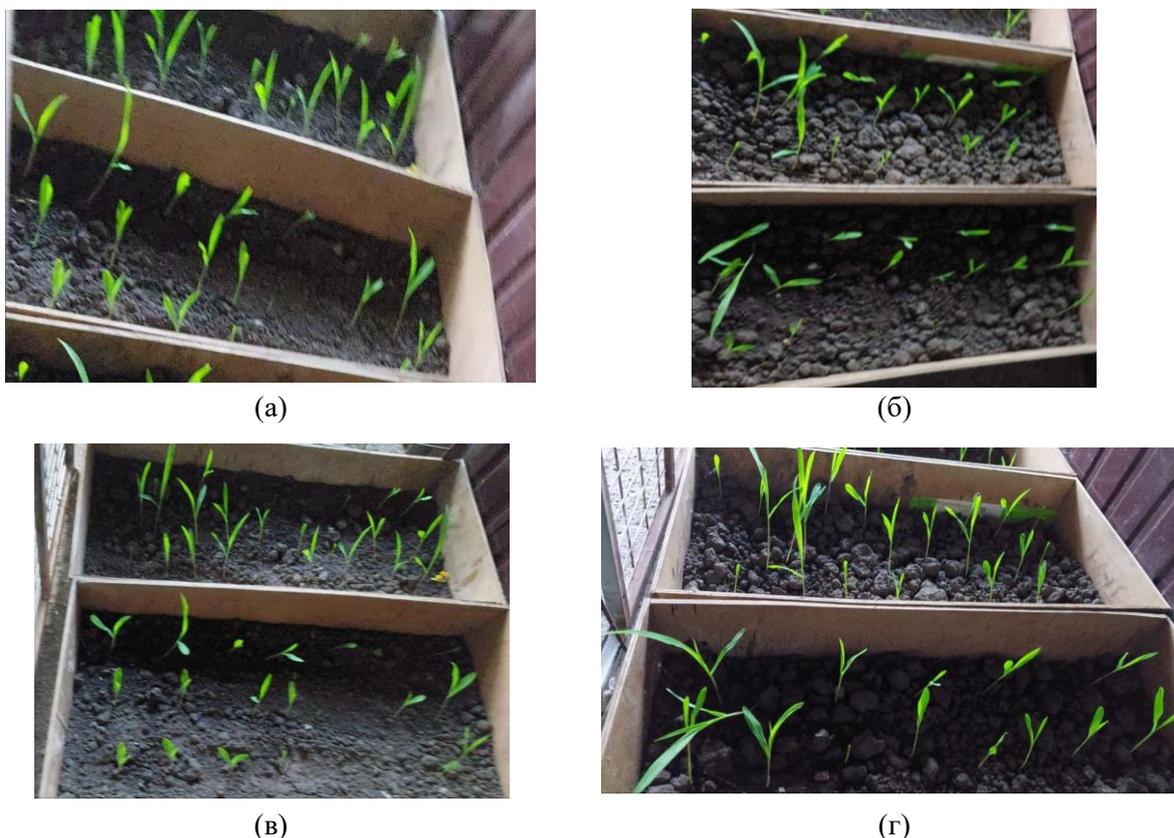


Рис. 2. Состояние засеянных образцов на 14 день

Fig. 2. The state of seeded samples on day 14

Появление сорной растительности (21-й день). После перемещения образцов на улицу (рис. 3) началось прорастание сорняков в образцах (а) и (б): образец (а) – необработанная почва: на поверхности активно росла сорная растительность, что затрудняло развитие кукурузы. Сорняки конкурировали за питательные вещества и свет, что соответствовало данным [6], где указано, что отсутствие обработки приводит к доминированию сорной растительности; образец (б) – парообработанная почва: количество сорняков меньше, однако их присутствие все еще заметно; образцы (в) и (г) – микроволновая обработка: сорняков не обнаружено, что свидетельствует о высокой эффективности метода в уничтожении семян сорняков.

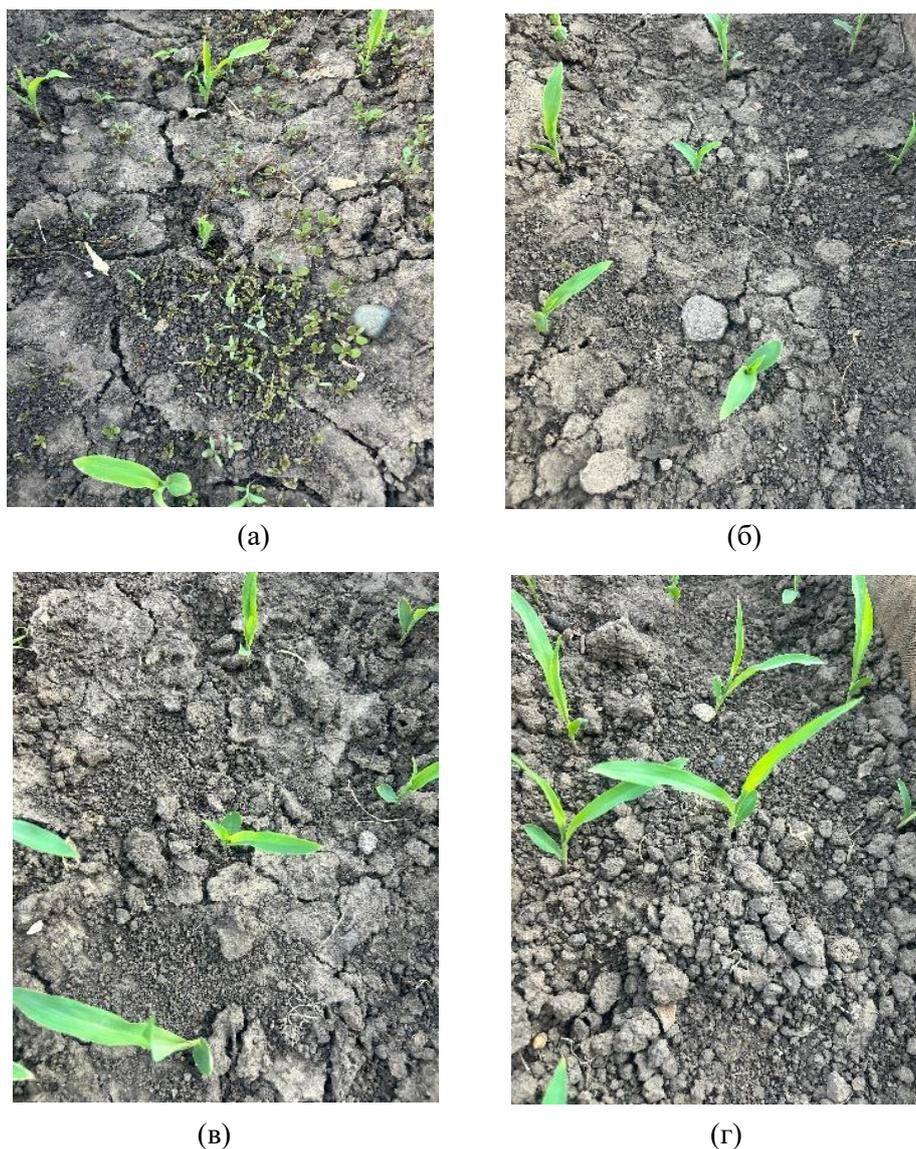


Рис. 3. Состояние засеянных образцов на 21-й день

Fig. 3. The state of seeded samples on day 21

Полученные данные подтверждают, что микроволновая обработка почвы оказывает двойное воздействие: подавляет сорняки за счет разрушения их семян и способствует более активному росту культурных растений. Эти результаты согласуются с исследованиями [1–4], которые отмечают, что микроволновая обработка минимизирует конкуренцию за ресурсы и улучшает условия для роста культур. В то же время парообработка дает промежуточный результат, а необработанная почва остается наименее эффективной средой.

ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА РОСТ И УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ

На 30-й день эксперимента в разных образцах были отмечены значительные различия в высоте и развитии растений, обусловленные методами обработки почвы. Полученные данные позволили оценить, как выбранные методы влияют на начальные этапы роста кукурузы и подавление сорной растительности.

• **Необработанная почва (образец а).** Растения в этом образце оказались наименее развитыми: они имеют слабую структуру, меньшую высоту и медленный темп роста. При этом на поверхности почвы наблюдается большое количество сорной растительности. Это подтверждает известные данные, что сорняки, конкурируя за питательные вещества, воду и свет, значительно угнетают развитие культурных растений. Как отмечается в работе [5], необработанная почва создает идеальные условия для прорастания сорных семян, которые доминируют на ранних стадиях роста.

• **Парообработанная почва (образец б).** В этом образце растения демонстрируют умеренный рост, который выше, чем в необработанном варианте, но сорняки все еще присутствуют. Парообработка почвы снижает конкуренцию со стороны сорняков за счет термического уничтожения их семян, однако этот метод не всегда гарантирует полное подавление нежелательной растительности. Это частично объясняется ограниченной глубиной проникновения пара и невозможностью уничтожить семена, расположенные в более глубоких слоях почвы, как указывается в исследованиях [6, 7].



(a)



(б)



(в)



(г)

Рис. 4. Состояние засеянных образцов на 30-й день

Fig. 4. Condition of seeded samples on day 30

• **Микроволновая обработка (образцы в и г).** Растения в этих образцах продемонстрировали наиболее интенсивный и равномерный рост. Высота кукурузы в этих образцах была наибольшей среди всех вариантов. При этом сорняков не наблюдалось, что подтверждает эффективность микроволновой обработки для уничтожения сорных семян. Согласно работе [1] микроволновое излучение разрушает клеточные стенки семян сорняков, эффективно предотвращая их прорастание. Более того, микроволновая обработка может оказывать стимулирующее воздействие на развитие культурных растений за счет повышения доступности питательных веществ в почве.

После завершения вегетационного периода был проведен сбор урожая, и полученные результаты продемонстрировали существенные различия в размере и качестве початков кукурузы между различными образцами (рис. 5). Эти данные позволяют сделать выводы о влиянии методов обработки почвы не только на начальные стадии роста растений, но и на их конечную продуктивность.

• **Необработанная почва (образец а).** Початки кукурузы из этого образца оказались самыми маленькими. Небольшой размер урожая обусловлен сильной конкуренцией со стороны сорняков, которые занимают ресурсы, необходимые для развития кукурузы. Это соответствует данным [5], где показано, что в условиях высокой конкуренции с сорняками урожайность культурных растений значительно снижается.

• **Парообработанная почва (образец б).** Початки кукурузы из этого образца оказались крупнее, чем в необработанном варианте, но все еще уступают микроволновым образцам. Это связано с тем, что несмотря на снижение числа сорняков, их полное подавление не было достигнуто.

• **Микроволновая обработка (образцы в и г).** Урожай из этих образцов был самым крупным и равномерным. Початки кукурузы значительно превышали по размеру те, что были получены из других образцов. Это подтверждает, что микроволновая обработка способствует улучшению условий для роста кукурузы, включая устранение конкуренции за ресурсы и, вероятно, улучшение доступности питательных веществ. Работа [1] указывает, что микроволновое воздействие не только подавляет сорняки, но и улучшает физико-химические свойства почвы, что может объяснить более высокую продуктивность растений.

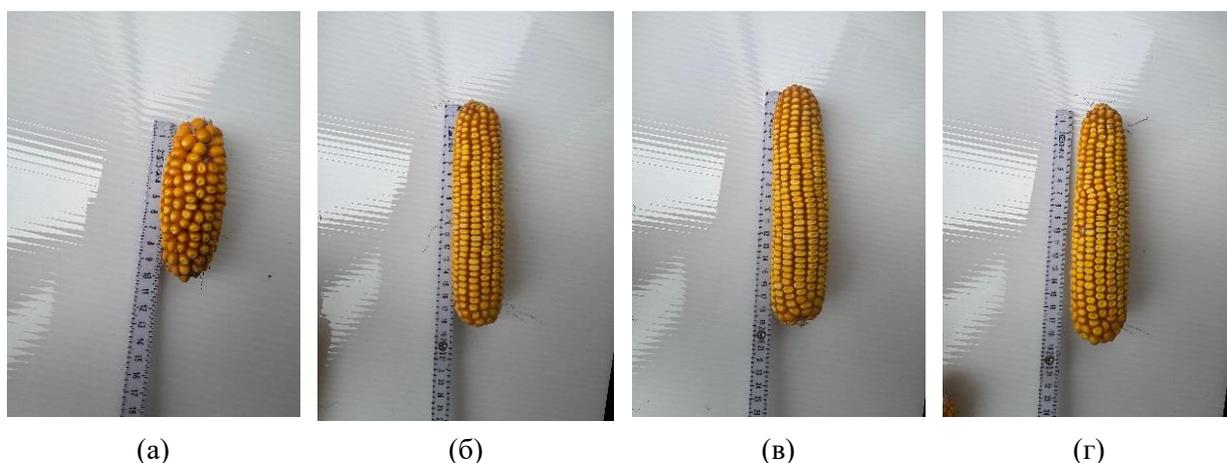


Рис. 5. Урожай кукурузы с засеянных образцов почвы

Fig. 5. Corn yield from seeded soil samples

Таблица 2. Оценка результатов эксперимента по выращиванию кукурузы в образцах обработанной почвы.**Table 2.** Evaluation of the results of the experiment on growing corn in samples of treated soil.

| Параметры оценки | Образец (а). Необработанная почва | Образец (б). Парообработанная почва | Образец (в). Микроволновая + парообработка | Образец (г). Только микроволновая обработка |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--|--|---|
| Наличие сорняков (21-й день) | Много | Умеренно | Нет | Нет |
| Высота растений (30-й день), см | Низкая | Средняя | Высокая | Высокая |
| Количество сорняков на 30-й день | Много | Мало | Нет | Нет |
| Средний размер початков кукурузы, см | Маленький | Средний | Крупный | Крупный |
| Уровень подавления сорняков | Низкий | Средний | Высокий | Высокий |
| Однородность роста кукурузы | Низкая | Умеренная | Высокая | Высокая |
| Биомасса растений (оценка визуальная) | Низкая | Средняя | Высокая | Высокая |
| Урожайность (оценка, г/короб) | Низкая | Средняя | Высокая | Высокая |

Пояснения к параметрам: наличие сорняков – качественная оценка количества сорняков, видимых на 21-й и 30-й дни эксперимента; высота растений – измерение средней высоты кукурузы на 30-й день; средний размер початков – длина початков кукурузы, собранных в конце эксперимента; уровень подавления сорняков – качественная оценка эффективности методов обработки; однородность роста – субъективная оценка равномерности роста растений; биомасса растений – визуальная оценка массы растений в каждом образце; урожайность – количество собранной кукурузы в граммах (при наличии данных).

Выводы

Результаты эксперимента подтверждают, что метод обработки почвы оказывает значительное влияние на рост и урожайность кукурузы. Необработанная почва способствует развитию сорной растительности, которая подавляет рост культурных растений, что приводит к минимальной урожайности. Парообработка почвы частично решает эту проблему, но ее эффективность остается ограниченной. Наиболее высокие показатели роста и урожайности были достигнуты при использовании микроволновой обработки. Этот метод не только эффективно подавляет сорную растительность, но и создает благоприятные условия для роста культурных растений, что подтверждает его потенциал в сельском хозяйстве как эффективного и экологически безопасного способа повышения урожайности.

Микроволновая обработка почвы может стать важной альтернативой традиционным способам борьбы с сорняками, снижая зависимость от химических гербицидов и минимизируя их негативное воздействие на окружающую среду. В будущем целесообразно продолжить исследования по оптимизации параметров микроволновой обработки, ее адаптации к различным типам почвы и интеграции с роботизированными сельскохозяйственными платформами, что откроет новые возможности для устойчивого и высокоэффективного сельского хозяйства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Шереужев М. А., Шереужев М. А., Кишев А. Ю. Вопросы выбора системы технического зрения сельскохозяйственных робототехнических комплексов для контроля сорной растительности // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 4(108). С. 84–95. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-4-108-84-95

Shereuzhev M.A., Shereuzhev M.A., Kishev A.Yu. Issues of choosing a technical vision system for agricultural robotic complexes for weed control. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 4(108). Pp. 84–95. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-4-108-84-95. (In Russian)

2. Brodie G., Pchel'nikov Y., Torgovnikov G. Development of microwave slow-wave comb applicators for soil treatment at frequencies 2.45 and 0.922 GHz (Theory, design, and experimental study). *Agriculture (Switzerland)*. 2020. 10(12). DOI: 10.3390/agriculture10120604

3. Brodie G., Ryan C., Lancaster C. Microwave technologies as part of an integrated weed management strategy: A review. *International Journal of Agronomy*. Article ID 636905. 2012. DOI: 10.1155/2012/636905

4. Hryshchyshe'n S., Brodie G., Pchel'nikov Y. Microwave soil treatment improves weed management in Australian dryland wheat. *Transactions of the ASABE*. 2018. Vol. 61(2). Pp. 671–680. DOI: 10.13031/trans.12504

5. Abdulridha J.J. et al. Evaluation of steam application for weed management in citrus. *Applied Engineering in Agriculture*. 2019. Vol. 35(5). Pp. 805–814. DOI: 10.13031/aea.13494

6. Carlesi S. et al. Effects of band steaming on weed control, weed community diversity and yield in organic carrot at three Mediterranean sites. *Weed Research*. 2021. Vol. 61(5). Pp. 385–395. DOI: 10.1111/wre.12496

7. Guerra N., Fennimore S.A., Siemens M.C., Goodhue R.E. Band Steaming for Weed and Disease Control in Leafy Greens and Carrots. *HortScience*. 2022. Vol. 57(11). Pp. 1453–1459. DOI: 10.21273/HORTSCI16728-22

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Шереужев Марат Артурович, аспирант кафедры «Агрономия», Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова;

360030, Россия, Нальчик, проспект Ленина, 1в;

стажер-исследователь лаборатории «Интеллектуальные среды обитания», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

marat.shereuzhev07@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7368-4691>

Шереужев Мадин Артурович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Робототехнические системы и мехатроника», Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана; 105005, Россия, Москва, улица 2-я Бауманская, 5, корп. 1; shereuzhev@bmstu.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2352-992X>

Кишев Алим Юрьевич, канд. с.-х. наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Агрономия», Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова; 360030, Россия, Нальчик, проспект Ленина, 1в; a.kish@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2838-6876>

Information about the authors

Marat A. Shereuzhev, Post-graduate Student, Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov;

360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue;

Trainee researcher of the Laboratory of Intellectual Habitats of the Institute of Computer Science and Regional Management Problems – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

marat.shereuzhev07@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7368-4691>

Madin A. Shereuzhev, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Robotic systems and mechatronics, Moscow State Technical University named after N.E. Bauman;

105005, Russia, Moscow, build. 5 corps 1 Baumanskaya street;

shereuzhev@bmstu.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2352-992X>

Alim Yu. Kishiev, Ph.D of Agricultural Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov;

360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue;

a.kish@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2838-6876>

УДК 631.1; 633.1

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-31-41

EDN: KPTDYQ

Научная статья

Современное состояние и перспективы повышения производства органической растениеводческой продукции в России на основе применения цифровых и умных технологий

В. М. Шуганов[✉], А. М. Лешкенов

Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

Аннотация. В статье отмечено современное состояние производства органической продукции в различных странах мира, тенденции и перспективы его развития в России. Среднегодовой прирост органической продукции в мире составляет 12–15 %, такой темп сохранится до 2025 г., когда объемы ее производства достигнут порядка 212–230 млрд долларов, или 3–5 % от рынка сельскохозяйственной продукции. Россия занимает 0,2 % мирового рынка органических продуктов. Рассмотрены основные технологии для оптимизации органического производства: повышение естественного плодородия почвы, планирование посадок, использование севооборотов, защита растений от сорняков, болезней и вредителей. Приводятся возможности внедрения цифровых и умных технологий на примере различных зарубежных и отечественных компаний, отмечается высокая эффективность применения дистанционного зондирования земли, использования беспилотных летательных аппаратов, автономных, мобильных робототехнических устройств, систем моделирования и прогнозирования, предиктивной аналитики, интернета вещей (IoT), онлайн-платформ, технологий искусственного интеллекта, интегрированной интеллектуальной системы «Умное поле». На основании исследований КБНЦ РАН, анализа данных отечественных и зарубежных ученых в области сельского хозяйства дано обоснование и отмечена целесообразность разработок агротехнических, цифровых и умных технологий при производстве органической растениеводческой продукции.

Ключевые слова: сельское хозяйство, растениеводство, органическая продукция, автоматизация, роботы, беспилотные летательные аппараты, цифровые технологии, агротехнологии

Поступила 24.10.2024, одобрена после рецензирования 12.11.2024, принята к публикации 09.01.2025

Для цитирования. Шуганов В. М., Лешкенов А. М. Современное состояние и перспективы повышения производства органической растениеводческой продукции в России на основе применения цифровых и умных технологий // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 31–41. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-31-41

Original article

Current state and prospects for increasing production of organic crop products in Russia based on the use of digital and smart technologies

V.M. Shuganov[✉], A.M. Leshkenov

Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street

Abstract. The article discusses the current state of organic production in various countries around the world, as well as trends and prospects for its development in Russia. The average annual growth of organic production in the world is 12–15%, and this rate will continue until 2025, when its production volumes will reach approximately \$212–230 billion, or 3–5% of the agricultural market. Russia occupies 0.2% of the global organic market. The article discusses the main technologies for optimizing organic production: increasing natural soil fertility, planning plantings, using crop rotations, protecting plants from weeds, diseases, and pests. The article presents the possibilities of introducing digital and smart technologies using various foreign and domestic companies as examples, and notes the high efficiency of using: remote sensing of the earth, the use of unmanned aerial vehicles, autonomous, mobile robotic devices, modeling and forecasting systems, predictive analytics, the Internet of Things (IoT), online platforms, artificial intelligence technologies, and the integrated intelligent system "Smart Field". Based on the research of the KBSC RAS, analysis of data from domestic and foreign scientists in the field of agriculture, a rationale is given and the feasibility of developing agrotechnical, digital and smart technologies in the production of organic crop products is noted.

Keywords: agriculture, crop production, organic products, automation, robots, unmanned aerial vehicles, digital technologies, agricultural technologies

Submitted 24.10.2024,

approved after reviewing 12.11.2024,

accepted for publication 09.01.2025

For citation. Shuganov V.M., Leshkenov A.M. Current state and prospects for increasing production of organic crop products in Russia based on the use of digital and smart technologies. News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 31–41. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-31-41

ВВЕДЕНИЕ

В России отмечается ежегодное увеличение производства сельскохозяйственной продукции: так, в 2023 г. сбор зерна составил 142,6 млн тонн, в том числе: 92,8 млн тонн пшеницы, 14,4 млн тонн кукурузы, 16,7 млн тонн подсолнечника, 6,7 млн тонн сои и т.д. В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности страны базовые показатели обеспеченности должны составлять 90 %, но по итогам 2023 г. наблюдается превышение производства по всем видам продукции отрасли за исключением молока (85,7 %), овощей (88,5 %), фруктов и ягод (47,3 %). Вместе с тем дальнейшему развитию производства сельскохозяйственной продукции и увеличению экспортного потенциала страны препятствуют введенные против нашей страны санкции, ограниченный объем потребностей внутреннего рынка, нестабильные закупочные цены и др.

Учитывая достигнутые в стране результаты производства аграрной продукции, сложившуюся внешнюю ситуацию по сдерживанию дальнейшего его увеличения, а также для перехода к наращиванию более качественной и безопасной продукции отрасли правительство приняло в июле 2023 г. «Стратегию развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года» (далее – Стратегия).

Производство отечественной органической продукции в 2021 г. составило 9,1 млрд рублей, а к 2030 г. намечено довести до 114,5 млрд рублей. Площадь земель, на которых применяется технология органического земледелия, с 655,5 тыс. га будет увеличена до 4292 тыс. га к 2030 г., средний ежегодный прирост достигнет 20,7 % [1].

Для решения задач, поставленных в Стратегии по значительному увеличению производства органической продукции, сельскохозяйственным предприятиям необходимо располагать определенными финансовыми ресурсами, научным потенциалом, техническими возможностями, позволяющими соблюдать технологию, и др. Однако такими ресурсами располагают в основном только крупные агрокомпании и агрохолдинги, которые могут поддерживать биоразнообразие экосистем и соблюдать все требования к производству органической продукции.

Отечественные ученые отмечают, что применение современных цифровых технологий обеспечивает планирование и рациональное использование производственных процессов, рост производительности и качества труда [2]. По мнению экспертов, использование цифровых технологий в растениеводстве привлекательно для производителей с общей площадью от 500 гектаров. В зависимости от наличия сельскохозяйственных угодий выше обозначенного порога меняется приоритетность технологий и продолжительность их внедрения. Средняя площадь предприятий отрасли, занятых производством органической продукции, по стране превышает 3400 га [3]. Следовательно, по указанному критерию они подходят для массового применения цифровых технологий в органическом производстве.

В рейтинге цифровизации АПК Россия в 2022 г. заняла 8-е место, обогнав Китай и Индию, а лидерами являются США, Австралия, Канада, Израиль и Германия. Дальнейшее внедрение цифровых технологий в отечественном АПК обеспечит к 2030 г. прирост производительности труда на 15,6 %, объемов производства – на 3–5 % и снижение себестоимости продукции на 5–20 %, что принесет сельхозпроизводителям от 800 млрд рублей дополнительного дохода ежегодно¹.

Материал и методы исследований – изучение научной и методической литературы по проблемам производства органической растениеводческой продукции, агротехническим приемам и методам, вопросам цифровизации, автоматизации и роботизации сельского хозяйства; проведение анализа научных публикаций по указанной проблеме и статистических данных, обобщение и систематизация теоретических и практических знаний по теме исследования, выработка на их основе рекомендаций по повышению эффективности производства органической продукции.

Цель исследования – совершенствование системы производства органической растениеводческой продукции путем разработки эффективных агротехнических приемов и методов, цифровых и «умных» технологий.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ И В МИРЕ

Производство органической продукции динамично развивается и привлекает внимание ученых и производителей во всем мире [4, 5, 6, 7]. Сегодня 179 стран мира производят органическую продукцию, а 89 стран имеют собственные законы в сфере ее производства и оборота [8]. Продиктовано это тем, что продукция признается органической только после прохождения процедуры сертификации в специальных аккредитованных органах по соответствующим стандартам полного цикла, соблюдение которых необходимо от поля до прилавка.

Повышение запроса на органическую продукцию во всем мире связано со стремлением населения к здоровому образу жизни и укреплению иммунитета (рис. 1). Согласно актуальному исследованию научно-исследовательского института органического сельского хозяйства (FiBL) и Международной федерации органического сельскохозяйственного движения (IFOAM) «The world of organic agriculture 2022» продажи органической продукции продолжают расти и достигли рекордного уровня – 129 млрд долларов. По данным маркетинговой компании Mordor Intelligence, объем рынка органических продуктов питания и напитков в 2024 г. оценивается в 174,4 млрд долларов, а к 2029 г., как ожидается, достигнет 233,6 млрд долларов при среднегодовом темпе роста 6,0 %².

¹Цифровизация АПК России: проблемы и предлагаемые решения [Электронный ресурс]. URL: <https://yakov.partners/publications/digitalizing-russia-s-agricultural-sector-challenges-and-solutions/>.

²Обзор мирового органического рынка и рынка России на конец 2023 года [Электронный ресурс]. URL: <https://rbc-ru.turbopages.org/rbc.ru/s/economics/11/09/2024/66dedb969a794773a43ba6a0>.

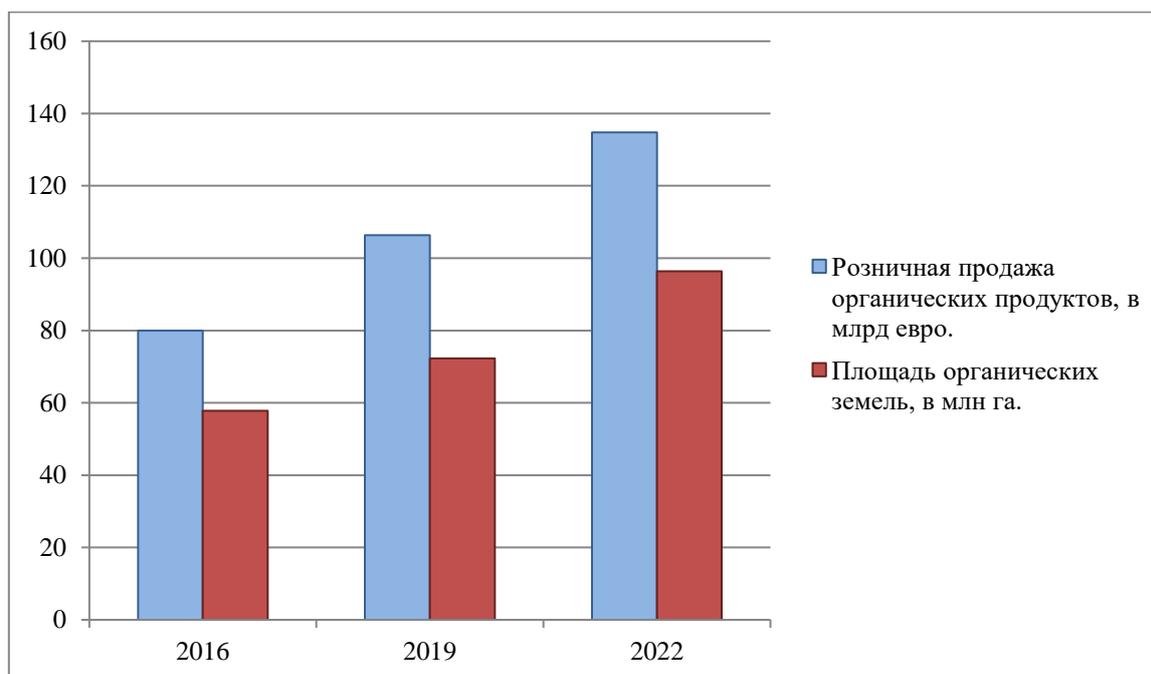


Рис. 1. Продажа органических продуктов и занимаемая площадь

Fig. 1. Sales of organic products and occupied space

В 2022 г. в мире было зарегистрировано 96,4 млн га земель для производства органической продукции, что составляет всего 2,05 % от общей площади сельскохозяйственных угодий. Однако для удовлетворения растущих потребностей рынка в будущем производители органической продукции могут столкнуться с дефицитом пригодных земель, так как производственный потенциал основных стран-производителей и потребителей уже исчерпан [8].

Сегодня в 22 странах мира органическим способом возделываются свыше 10 % всех сельскохозяйственных угодий. Больше всего площадей под органическое производство отведено в Океании – 53,2 млн га, в странах ЕС – 18,5 млн га и Латинской Америки – 9,5 млн га [9]. Для производства органической продукции в России зарегистрировано 615,5 тыс. га, или всего 0,3 % от общей площади сельскохозяйственных угодий. При этом, по оценке Минсельхоза, в стране имеется более 10 млн га, которые могут быть введены в оборот, большая часть из них – земли, пригодные для органического земледелия, куда продолжительное время не вносились минеральные удобрения. С точки зрения стратегической оценки потенциала, подобная ситуация с землями, не требующими соблюдения конверсионного периода, для развития органического сегмента АПК выгодна [3], чем обязательно должны воспользоваться аграрии страны.

В России доля отечественной органической продукции в 2021 г. составила 37 % от общего объема ее потребления, остальную часть занимает импортная продукция, сертифицированная за рубежом [1]. При этом органическую продукцию потребляет менее 1 % населения, а в среднем на душу населения приходится 1,4 евро в год. В мире потребление органической продукции в среднем составляет 16 евро на человека в год, а лидируют по этому показателю Швейцария – 437 евро и Дания – 365 евро.

Возрастающий спрос населения страны по использованию в рационе питания экологически безопасных и полезных продуктов стимулирует увеличение производства органической продукции. Так, в 2022 г. в России было выдано 262 сертификата на органическую продукцию, а в 2023 г. количество сертификатов выросло на 123, достигнув 385. В мире насчитывается 4,5 млн производителей, из которых, 2,5 млн приходится на Индию.

Лидирующие позиции по производству органической продукции в России занимают: Воронежская область – 15 производителей, Московская область и Краснодарский край – по 12 производителей, Ярославская и Новосибирская области – по 8 производителей, Республика Татарстан, Калужская область и Ханты-Мансийский автономный округ – Югра имеют по 7 производителей. Из общего объема сертифицированной органической продукции 53 % приходится на продукцию растениеводства, 37 % – продукты переработки, а 8 % – на продукцию животноводства.

2. ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ, ЦИФРОВЫХ И УМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Традиционно при производстве органической продукции в растениеводстве используют различные агротехнические технологии и вместо химических удобрений, стимуляторов и пестицидов применяют органические удобрения, биопрепараты и энтомофаги. При этом соблюдение отмеченных условий снижает урожайность и доходы сельскохозяйственных компаний. Проблема решается за счет применения эффективных агротехнических приемов и технологий. Например, осуществляют повышение плодородия почвы: путем ее рыхления не глубже 5 см, использования сидератов («зеленых удобрений») и препаратов эффективных микроорганизмов.

Соблюдение севооборота также способствует сохранению и повышению почвенного плодородия, улучшению ее структуры, а также помогает в борьбе с сорняками, вредителями и болезнями [10].

В растениеводстве одним из приоритетных вопросов является накопление, сохранение и рациональное использование влаги. Так, для предупреждения испарения влаги с поверхности почвы после уборки зерновых культур проводят измельчение соломы и растительных остатков, которые равномерно распределяются, образуя мульчирующий слой.

Важнейшее внимание при производстве органической продукции уделяется вопросам защиты от сорняков, болезней, вредителей и паразитических нематод. В интегрированных системах защиты культур в качестве замены химических пестицидов используются биопестициды, отличающиеся экологической безопасностью. Для защиты посевов сельскохозяйственных культур от вредителей в России финансово благополучные производители растениеводческой продукции применяют 26 видов насекомых-энтомофагов. К основным энтомофагам относятся трихограмма, габробракон и златоглазка. Их используют для защиты посевов злаковых, подсолнечника, сои, картофеля, овощей, плодовых деревьев, винограда и др. культур. Они не только уничтожают вредителей, но еще и блокируют распространение болезней многих растений, переносчиками которых являются насекомые-паразиты.

Качество семян, их подбор и методы обработки определяют не только урожайность, но и степень устойчивости к болезням, вредителям, различным внешним стрессам.

Вместе с тем следует обратить внимание производителей органической продукции на использование современных цифровых технологий, которые представляют определенный интерес [11, 12, 13]. Их разработка для производства органической продукции благодаря созданию оптимальных условий может значительно увеличить объемы производства сельскохозяйственной продукции и снизить ее себестоимость. К числу наиболее перспективных современных цифровых решений относятся: использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга и защиты растений, аналитики данных, цифровых технологий, искусственного интеллекта, роботизированных устройств и др.

Сотрудники КБНЦ РАН в 2022–2024 гг. проводили исследования по применению различных цифровых решений при производстве зерна кукурузы по традиционной технологии. Так, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с камерами и датчиками осуществляли видео- и фотосъемку, измеряли и передавали параметры почвы, данные о состоянии

растений, наличии вредных объектов (сорняков, болезней, вредителей) и другие показатели. Информацию расшифровывали с помощью компьютерных программ, анализировали, устанавливали отклонения от регламентов, затем с помощью искусственного интеллекта или агрономов-технологов передавали рекомендации по осуществлению оптимальных решений. Съемки на посевах сельскохозяйственных культур проводили с использованием БПЛА DJI Mavic 3 Multispectral (рис. 2).

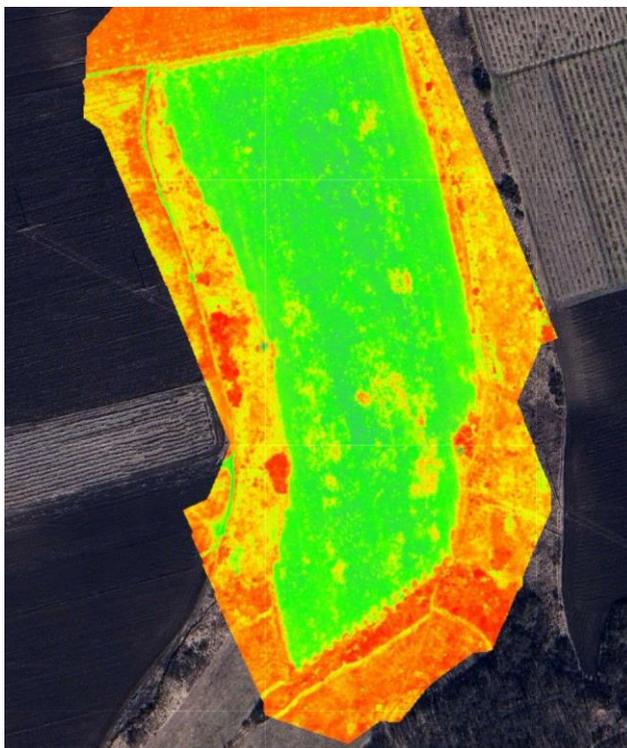


Рис. 2. Снимок посевов

Fig. 2. Photo of crops

По результатам съемок определяли индекс NDVI, позволяющий оценивать состояние растений для контроля вегетации в течение сезона, вырабатывать рекомендации для локальной подкормки и защиты от сорняков, болезней и вредителей различных сельскохозяйственных культур.

Один БПЛА может обследовать 90 га в течение 1,5 час., а агроному необходимо затратить целый день на мониторинг такой площади, то есть наблюдается значительное повышение производительности труда. Кроме того, человеческий глаз и обычные камеры не способны воспринимать те излучения, которые фиксирует мультиспектральная камера этого дрона, что позволяет получать наиболее точную и полезную информацию по ходу вегетации сельскохозяйственных культур.

Для защиты посевов от сорняков, болезней и вредителей использовали агродрон DJI Agras T40 (рис. 3), средняя производительность составляла 15 га/час. При производстве органической продукции агродроны можно эффективно использовать для опрыскивания посевов биопестицидами.

За последние годы особое внимание уделяется технологиям комплексного использования цифровых технологий и искусственного интеллекта для разработки интеллектуальных интегрированных систем (ИИС) сельскохозяйственного производства. Активнее всего IT-технологии применяются при выращивании зерновых культур путем контроля и автоматизации процесса с помощью различных «умных» устройств [14].



Рис. 3. Опрыскивание посевов агродроном DJI Agras T40

Fig. 3. Spraying crops with a DJI Agras T40 agrodrome

Большой интерес вызывает разработка КБНЦ РАН ИИС «Умное поле»: на поле и БПЛА устанавливаются сенсоры для получения оперативных данных о состоянии посевов. С их помощью определяют готовность к посевным работам; отслеживают ход вегетации растений, появление сорняков, болезней и вредителей растений; планируют агротехнические мероприятия; принимают эффективные решения по управлению ресурсами предприятий. На протяжении 2022–2024 гг. при создании ИИС «Умное поле» на посевах кукурузы рядом с полевой метеостанцией подключали стационарные датчики для измерения CO_2 , солнечной радиации, содержания в почве азота, фосфора, калия, с помощью которых контролировали вегетацию растений и принимали соответствующие решения (рис. 4).



Рис. 4. Полевая метеостанция для ИИС «Умное поле»

Fig. 4. Field weather station for the IIS "Smart Field"

Одним из наиболее востребованных и базовых в АПК цифровых технологий является создание и широкое применение в растениеводстве наземных мобильных автономных роботов для отбора образцов почвы, мониторинга вредных объектов, защиты растений, уборки урожая и др. Исходя из этого в КБНЦ РАН разработаны различные робототехнические установки: агромультибот, подвесная транспортная платформа мостового земледелия, роботы по сбору овощей, почвоотборник, по удалению метелок кукурузы (при получении гибридных семян), а также многофункциональный автономный мобильный «Робот-агрозащитник» [15]. Указанные разработки по применению в аграрной сфере цифровых технологий, автоматизации и роботизации могут стать основой для значительного повышения производства органической растениеводческой продукции, получения дополнительного дохода сельхозтоваропроизводителями и увеличения рентабельности отрасли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сельскохозяйственное производство сегодня находится в сложном положении, что связано с ухудшением плодородия почв, состояния окружающей среды, нестабильностью реализационных цен, кадровым дефицитом, ростом стоимости логистики и другими проблемами, поэтому выполнение задач, обозначенных в Стратегии, требует разработки новых подходов к производству органической продукции.

При выращивании органической продукции применяют высокотехнологичные подходы, включающие использование: экологически безопасных и природосберегающих технологий, севооборотов, максимально щадящих методов возделывания почвы, органических и микробиологических удобрений, агрохимикатов биологического происхождения. Но дальнейшему повышению объемов производства органической продукции препятствует низкий уровень автоматизации, роботизации и применения цифровых решений предприятиями отрасли.

Внедрение прогрессивных технологий органического производства растениеводческой продукции требует тщательного научного обоснования, включающего оценку агротехнологической, технической, экономической эффективности проводимых мероприятий в условиях конкретного региона и для каждой культуры. Сочетание такого подхода и комплексного применения новейших агротехнических, цифровых и умных технологий при производстве органической продукции будет способствовать значительному повышению урожайности сельскохозяйственных культур, рентабельности предприятий и восстановлению плодородия почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года // Распоряжение Правительства Российской Федерации от 4 июля 2023 г. № 1788-р. 2023. 91 с.
2. Чутчева Ю. В., Коротких Ю. С., Кирица А. А. Цифровые трансформации в сельском хозяйстве // *Агроинженерия*. 2021. № 5(105). С. 53–58. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-5-53-58
3. Занилов А. Х., Мелентьева О. С., Накаряков А. М. Организация органического сельскохозяйственного производства в России: информ. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 124 с. ISBN 978-5-7367-1464-3
4. Stoeva S. Opening the «Black Box» of Organic Agriculture in Bulgaria: the Problem with Top-down Institutional Development // *Eastern European Countryside*. Sciendo. 2016. Vol. 22 (1). Pp. 85–105. DOI: 10.1515/eec-2016-0005

5. *Морджера Э., Каро К. Б., Дюран Г. М.* Органическое сельское хозяйство и право: законодательно-правовое исследование // ФАО. Рим, 2015. 237 с. ISBN 978-92-5-407220-9
6. *Полушкина Т. М.* Органическое сельское хозяйство: новые возможности для устойчивого развития // *Фундаментальные исследования*. 2018. № 5. С. 97–102. DOI: 10.17513/fr.42150
7. *Свечникова Т. М.* Анализ мирового рынка производства органической продукции // *Московский экономический журнал*. 2019. № 8. С. 326–336. DOI: 10.24411/2413-046X-2019-18082
8. *Кориунов С. А., Любоведская А. А. и др.* Органическое сельское хозяйство: инновационные технологии, опыт, перспективы: науч. аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 92 с. ISBN 978-5-7367-1519-0
9. Обзор международного опыта государственной поддержки развития органического сельского хозяйства // Департамент агропромышленной политики. 2023. 61 с.
10. *Сиалабба Н., Гомес И., Тивант Л.* Учебное пособие по органическому сельскому хозяйству // Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Будапешт, 2017. 120 с. ISBN 978-92-5-409968-8
11. *Wolfert Sjaak, Ge Lan, Verdouw Cor, Bogaardt Marc-Jeroen.* Big Data in Smart Farming – A review // *Agricultural Systems*. 2017. Vol. 153. Pp. 69–80. DOI: 10.1016/j.agsy.2017.01.023
12. *Eastwood C., Klerkx L., Ayre M., Dela Rue B.* Managing Socio-Ethical Challenges in the Development of Smart Farming: From a Fragmented to a Comprehensive Approach for Responsible Research and Innovation // *Journal of agricultural and environmental ethics*. 2017. 32 (5–6): 741–768. DOI: 10.1007/s10806-017-9704-5
13. *Воронин Б. А., Митин А. Н., Пичугин О. А.* Управления процессами цифровизации сельского хозяйства России // *Аграрный вестник Урала*. 2019. № 4(183). С. 86–95. DOI: 10.32417/article_5cfa04a236d520.12761241
14. *Нагоев З. В., Шуганов В. М., Заммоев А. У., Бэсихатлов К. Ч., Иванов З. З.* Разработка интеллектуальной интегрированной системы «Умное поле» // *Известия ЮФУ*. 2022. № 1(225). С. 81–91. DOI: 10.18522/2311-3103-2022-1-81-91
15. *Leshkenov A.M., Shuganov V.M.* Resource-saving spraying method using the «Agroprotector-robot» // Springer, Singapore, *Smart Innovation, Systems and Technologies*. Vol. 362. 2023. Pp. 349–360. DOI: 10.1007/978-981-99-4165-0_32

REFERENCES

1. *Strategiya razvitiya proizvodstva organicheskoy produktsii v Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda* [Strategy for the Development of Organic Production in the Russian Federation until 2030]. Order of the Government of the Russian Federation of July 4, 2023. No. 1788-r. 2023. 91 p. (In Russian)
2. *Chutcheva Yu.V., Korotkikh Yu.S., Kiritsa A.A.* Digital Transformations in Agriculture. *Agroinzheneriya* [Agroengineering]. 2021. No. 5(105). Pp. 53–58. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-5-53-58. (In Russian)
3. *Zanilov A.Kh., Melentyeva O.S., Nakariakov A.M.* *Organizatsiya organicheskogo sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v Rossii: inform. izd.* [Organization of Organic Agricultural Production in Russia: information ed.]. M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2018. 124 p. ISBN 978-5-7367-1464-3. (In Russian)
4. *Stoeva S.* Opening the "Black Box" of Organic Agriculture in Bulgaria: the Problem with Top-down Institutional Development. *Eastern European Countryside, Sciendo*. 2016. Vol. 22(1). Pp. 85–105. DOI: 10.1515/eec-2016-0005

5. Morgera E., Caro K.B., Duran G.M. *Organicheskoye sel'skoye khozyaystvo i pravo: zakonodatel'no-pravovoye issledovaniye* [Organic agriculture and the law: a legislative and legal study]. FAO. Rim, 2015. 237 p. ISBN 978-92-5-407220-9. (In Russian)
6. Polushkina T.M. Organic agriculture: new opportunities for sustainable development. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental research]. 2018. No. 5. Pp. 97–102. DOI: 10.17513/fr.42150. (In Russian)
7. Svechnikova T.M. Analysis of the world market for organic production. *Moskovskiy ekonomicheskyy zhurnal* [Moscow Economic Journal]. 2019. No. 8. Pp. 326–336. DOI: 10.24411/2413-046X-2019-18082. (In Russian)
8. Korshunov S.A., Lyubovedskaya A.A. et al. *Organicheskoye sel'skoye khozyaystvo: innovatsionnyye tekhnologii, opyt, perspektivy: nauch. analit. obzor* [Organic agriculture: innovative technologies, experience, prospects: innovative technologies, experience, prospects: scientific. analytical review]. Moscow: FGBNU "Rosinformagrotech", 2019. 92 p. ISBN 978-5-7367-1519-0. (In Russian)
9. *Obzor mezhdunarodnogo opyta gosudarstvennoy podderzhki razvitiya organicheskogo sel'skogo khozyaystva* [Review of international experience of state support for the development of organic agriculture]. Departament agropromyshlennoy politiki. 2023. 61 p. (In Russian)
10. Sialabba N., Gomes I., Tivant L. *Uchebnoye posobiye po organicheskomu sel'skomu khozyaystvu* [Textbook on organic agriculture]. *Prodovol'stvennaya i sel'skokhozyaystvennaya organizatsiya Ob"yedinennykh Natsiy* [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. Budapesht, 2017. 120 p. ISBN 978-92-5-409968-8. (In Russian)
11. Wolfert Sjaak, Ge Lan, Verdouw Cor, Bogaardt Marc-Jeroen. Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*. 2017. Vol. 153. Pp. 69–80. DOI: 10.1016/j.agsy.2017.01.023
12. Eastwood C., Klerkx L., Ayre M., Dela Rue B. Managing Socio-Ethical Challenges in the Development of Smart Farming: From a Fragmented to a Comprehensive Approach for Responsible Research and Innovation. *Journal of agricultural and environmental ethics*. 2017. 32 (5–6): 741–768. DOI: 10.1007/s10806-017-9704-5
13. Voronin B.A., Mitin A.N., Pichugin O.A. Managing the digitalization processes of Russian agriculture. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals]. 2019. No. 4(183). Pp. 86–95. DOI: 10.32417/article_5cfa04a236d520.12761241. (In Russian)
14. Nagoev Z.V., Shuganov V.M., Zammoev A.U., Bzhikhatlov K.Ch., Ivanov Z.Z. Development of the intelligent integrated system "Smart Field". *Izvestiya YUFU* [Bulletin of the Southern Federal University]. 2022. No. 1(225). Pp. 81–91. DOI: 10.18522/2311-3103-2022-1-81-91. (In Russian)
15. Leshkenov A.M., Shuganov V.M. Resource-saving spraying method using the "Agroprotector-robot". Springer, Singapore, Smart Innovation, Systems and Technologies. Vol. 362. 2023. Pp. 349–360. DOI: 10.1007/978-981-99-4165-0_32.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Шуганов Владислав Миронович, д-р с.-х. наук, зав. научно-инновационным центром «Интеллектуальные системы и среды производства и потребления продуктов питания», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

vmshuganov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5189-998X>

Лешкенов Аслан Мухамедович, науч. сотр., зав. лабораторией «Сельскохозяйственной робототехники» научно-инновационного центра «Интеллектуальные системы и среды производства и потребления продуктов питания», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

aslan.leshckenov@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9516-3213>

Information about authors

Vladislav M. Shuganov, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Research and Innovation Center Intellectual systems and environments for the production and consumption of food products, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

vmshuganov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5189-998X>

Aslan M. Leshkenov, Researcher, Head of the Laboratory of Agricultural Robotics of the Scientific and Innovation Center Intelligent Systems and Environments of Production and Consumption of Food Products, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

aslan.leshckenov@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9516-3213>

УДК 331.5.024.5

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-42-50

EDN: KXKBKQ

Научная статья

Актуальные проблемы трудоустройства инвалидов

З. М. Казова^{1,2✉}, Л. М. Циканова^{1,2}

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение инклюзивного высшего образования «Российский государственный университет социальных технологий»
107150, Россия, Москва, ул. Лосиноостровская, 49

²Автономная некоммерческая организация высшего образования «Институт международных экономических связей»
119330, Россия, Москва, ул. Мосфильмовская, 35

Аннотация. В статье раскрываются проблемы интеграции инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в социум. Люди с инвалидностью являются значимой частью нашего общества, которые стремятся и могут приносить своим трудом положительный экономический эффект государству. Существующие барьеры становятся препятствием к их полноценному вовлечению во все доступные среды. Научная и практическая значимость работы заключается в том, что предлагается создать инклюзивные условия для трудоустройства лиц с ограниченными возможностями здоровья. Основные результаты, выводы исследовательской работы состоят в выявлении необходимости активного формирования безбарьерной среды для инвалидов и лиц с ОВЗ. Ценностью проведенного исследования является расширение взглядов на существующие проблемы трудоустройства лиц с инвалидностью, для которых реализация их трудовых прав – это возможность чувствовать себя полноценными членами общества.

Ключевые слова: лица с инвалидностью, барьеры, меры поддержки, трудовая деятельность, социальная изоляция, интеграция, корригирование, права, нозологические группы

Поступила 23.12.2024, одобрена после рецензирования 29.01.2025, принята к публикации 05.02.2025

Для цитирования. Казова З. М., Циканова Л. М. Актуальные проблемы трудоустройства инвалидов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 42–50. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-42-50

JEL: J01

Original article

Current issues of employment of disabled people

Z.M. Kazova^{1,2✉}, L.M. Tsikanova^{1,2}

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Inclusive Higher Education
Russian State University of Social Technologies
107150, Russia, Moscow, 49 Losinoostrovskaya street

²Autonomous Non-profit Organization of Higher Education
Institute of International Economic Relations
119330, Russia, Moscow, 35 Mosfilmovskaya street

Abstract. The article reveals problems of integration for disabled people and people with disabilities into society. People with disabilities are a significant part of our society who strive and can bring a positive economic effect to the country through their work. Existing barriers become an obstacle to their full involvement in all accessible environments. The scientific and practical significance of the work is a

suggestion to create inclusive conditions for employment of people with disabilities. The main results and conclusions of the research work consist in identifying the need for active formation of a barrier-free environment for disabled people and people with disabilities. The value of the study is to expand views on the existing problems of employment of people with disabilities, for whom implementation of their labor rights is an opportunity to feel like full members of society.

Keywords: people with disabilities, barriers, support measures, work activity, social isolation, integration, correction, rights, nosological groups

Submitted 23.12.2024,

approved after reviewing 29.01.2025,

accepted for publication 05.02.2025

For citation. Kazova Z.M., Tsikanova L.M. Current issues of employment of disabled people. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 42–50. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-42-50

ВВЕДЕНИЕ

В условиях современного социума трудоустройство людей с инвалидностью приобретает критически важное значение в силу детерминирующего влияния на многофакторность социально-экономического развития отдельных регионов и государства в целом.

О масштабности проблемы трудоустройства инвалидов и коррелирующим с этим уровнем жизни свидетельствуют данные Всемирной организации здравоохранения, в соответствии с которыми люди с ограниченными возможностями здоровья составляют 16 % мирового населения [1].

Значительный вклад в изучение проблем социализации лиц с инвалидностью и инклюзивного рынка труда внесли исследования Андреевой Г. М., Буяновой М. О., Виноградовой О. М., Дубинина В. А., Дымочки М. А., Кузнецова А. М., Мирзабалаевой Ф. И., Наберушкиной Э. К., Неханова Ю. С., Романова П. В., Тихомировой Л. В., Фадина Н. И., Храпылиной Л. П., Ярской-Смирновой Е. Р. и др. Результаты исследования данных авторов являются триггерами аградации положения людей с инвалидностью на рынке трудовых ресурсов.

Цель исследования заключается в выявлении основных проблем реализации трудового потенциала лиц с инвалидностью, а также организации мер социальной защиты в области реализации их прав в сфере труда, установленных Конституцией РФ. Задачи исследования предусматривают изучение причин неконкурентоспособности лиц с ограниченными возможностями здоровья при трудоустройстве, влияния внешних факторов на трансформацию системы занятости данной группы людей, а также разработку предложений по увеличению рынка трудовых ресурсов путем вовлечения людей с инвалидностью в социум.

При изучении проблем трудоустройства инвалидов использовались методы сравнительного, системного, логического, ретроспективного анализа, а также методы индукции и дедукции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сегодня важным концептуальным аспектом построения инклюзивного общества выступает степень интегрированности людей с инвалидностью в социум, их трудовая вовлеченность. Несмотря на меры поддержки, реализуемые на государственном уровне, люди с инвалидностью сталкиваются с социальной изоляцией и невозможностью реализации

трудового потенциала. В этой связи возникает потребность в детекции и расширении прав людей с инвалидностью на трудовую самореализацию.

В современных условиях развития и вовлечения лиц с инвалидностью в трудовой потенциал страны наблюдается процесс метаморфоза от бенефициарной к социально-интегрированной модели взаимоотношений, в которой главенствуют идеи паритетного симбиоза государства, общества и лиц с инвалидностью.

Как отмечают М. А. Гурина, А. Д. Моисеев и А. С. Шурупова, «современное гражданское общество невозможно без активного вовлечения всех его членов, в том числе людей с инвалидностью, в различные виды деятельности» [3].

По мнению З. Б. Казбековой, «увеличение конкурентоспособности инвалидов на рынке труда является важной задачей с точки зрения стимулирования экономического роста в России через канал демографического дивиденда» [4].

Согласно Конституции Российской Федерации государство гарантирует равенство прав и свобод человека и гражданина. Запрещаются любые формы ограничения прав граждан по признакам социальной, расовой, национальной, языковой или религиозной принадлежности [5].

Люди с инвалидностью зачастую зависят от решений окружающих их людей, органов власти, которые не всегда действуют эффективно и в их интересах. В условиях многоступенчатых барьеров не все инвалиды могут жить полноценной жизнью, реализовывать свои способности, осознавать свою индивидуальность. Людям с инвалидностью приходится мириться с неблагоприятными проявлениями факторов, влияющих на их интеграцию в социум, в частности, с социальной изоляцией и дискриминацией. Нужны кардинальные меры, которые будут способствовать сецессии лиц с инвалидностью из положения автаркии.

О. В. Козаченко считает, что необходимо изменить саму психологию наших сограждан. Важно, чтобы они рассматривали людей с ограниченными возможностями как равных в своих правах, а не считали их ущербными и неполноценными [6].

Среди барьеров профессиональной интеграции людей с ограниченными возможностями здоровья следует выделить:

1. Закрепившееся ошибочное мнение, что люди с инвалидностью не могут работать и быть полезными в трудовом сообществе. Это существенно снижает возможности их трудоустройства. Часто людей с ОВЗ недооценивают, не принимают во внимание их индивидуальность и способности. Например, инвалид-колясочник может оказаться гениальным архитектором или композитором. Инвалиды по зрению могут быть отличными специалистами в области юриспруденции или психологии. Мировоззренческие барьеры становятся причиной потери огромных трудовых ресурсов и недополучения государством экономических выгод.

2. Средовые барьеры. Современный мир ещё не адаптирован для беспрепятственного передвижения всех нозологических групп инвалидов. Высокие ступени, отсутствие пандусов, специальных звуковых и световых указателей, многочисленные ограждения становятся для них непреодолимыми препятствиями на пути к реализации их трудовых прав. В нашей стране наблюдается недостаточная развитость транспортной сети в части ее трансформации для удовлетворения потребностей людей с ограниченными возможностями здоровья.

3. Сегрегация со стороны работодателей. На государственном уровне на руководителей организаций накладывают обязательство принимать в штат установленное количество лиц с инвалидностью. Однако работодатели предпочитают заплатить штраф, нежели заполнять квоту [7], среди значительного сегмента малого и среднего бизнеса наблюдаются уклонение от выполнения существующих законов в отношении инвалидов, нежелание поддерживать инклюзивность. Причин несколько.

Во-первых, это связано с отсутствием доступной среды и условий трудовой деятельности для лиц с ОВЗ на предприятии, дополнительными затратами на реконструкцию рабочего места. На предприятиях часто отсутствует необходимая инфраструктура для лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Во-вторых, стереотипное отношение к лицам с инвалидностью, связанное с их низкой рентабельностью труда.

В-третьих, препятствием к получению экономической независимости и интеграции инвалидов в трудовую деятельность становятся положенные им сокращенная рабочая неделя и дополнительные гарантии.

На защиту интересов инвалидов встают институты права.

Согласно Федеральному закону от 12.12.2023 № 565-ФЗ «О занятости населения в Российской Федерации» для работодателей, у которых трудятся более 35 человек, вводится квота для приема на работу от 2 до 4% инвалидов от среднесписочной численности персонала [8].

Законодательно определено, что работодатель не вправе отказывать в трудоустройстве по причине имеющейся у человека инвалидности, а также обязан создавать необходимую архитектуру рабочего места и предоставить гибкий режим труда для сотрудников с инвалидностью. За нарушение прав инвалидов на трудовую деятельность предусмотрена административная ответственность, однако в ряде случаев их права все-таки нарушаются. Часто квотируемые места заполняются формально или создаются такие условия труда, что работник сам прерывает трудовые отношения с работодателем.

Для ликвидации данного барьера необходимо внедрять на государственном уровне стимулирование работодателей посредством субсидирования с целью перестройки рабочей среды сотрудника с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья.

Включая работников с ограниченными возможностями здоровья в состав рабочего коллектива, работодатели способствуют построению более инклюзивного общества и разрушению стереотипов об инвалидности [9].

Получая доступ к труду, люди с инвалидностью приобретают возможность проявить свой потенциал и самореализоваться. Значительное количество людей с ограниченными возможностями хотят приносить пользу своей стране и обществу. Труд дает им возможность взять на себя ответственность за собственную жизнь, а иногда и за жизнь близких.

В современном мире назрела необходимость в трансформации социальной модели понимания инвалидности. Процесс интеграции людей с ограниченными возможностями здоровья в сегмент человеческого потенциала страны в значительной степени зависит от общих политических и социальных обстоятельств. Если государство будет придерживаться только поддерживающей политики в отношении данной группы лиц, то люди с инвалидностью останутся в ситуации, когда они не играют главной роли в социальной жизни общества в целом. Направление вектора преобразований в сторону развития демократии и

социального участия значительной группы населения запустит процесс корригирования положения людей с инвалидностью в России.

Несмотря на преобразования и значительную амелиорацию в области инклюзивности, люди с ограниченными возможностями здоровья по-прежнему имеют меньший спектр вовлечения в трудовую жизнь, чем люди без инвалидности. Их уровень занятости ниже, длительнее эпизоды безработицы. Люди с инвалидностью получают более низкий доход и реже встречаются в регулярных и высококвалифицированных трудовых отношениях.

В последние годы правительство России все больше внимания уделяет проблемам инвалидов. Меры, реализуемые на государственном уровне, призваны обеспечить трудовую интеграцию людей с инвалидностью и способствовать их социализации. Однако все еще не решен круг проблем, связанных с безбарьерной реализацией прав людей с инвалидностью на труд, их активной вовлеченностью в кадровый потенциал страны.

Основная цель Конвенции о правах инвалидов, принятой Резолюцией Генеральной ассамблеи ООН от 13 декабря 2006 г., заключается в поощрении, защите и обеспечении полного и равного осуществления всеми инвалидами всех прав человека и основных свобод, а также в поощрении уважения присущего им достоинства [10].

Среди основных причин невовлечения лиц с инвалидностью в трудовую деятельность выделяются незнание требований к льготам и предложениям поддержки, пороговые и стигматизационные страхи, барьеры и неопределенность в отношении институциональных обязанностей.

Наиболее эффективным направлением работы службы занятости с точки зрения результативности трудоустройства молодых дипломированных специалистов без опыта работы является организация для них стажировок на предприятиях [11].

По данным выборочного исследования рабочей силы, доля занятых в общей численности лиц в трудоспособном возрасте, имеющих инвалидность, за последние годы увеличивается, но темпы роста незначительны [12].

В качестве меры по содействию реализации трудового потенциала инвалидов Л. Н. Нацун предлагает развитие практик дистанционной занятости для маломобильных категорий инвалидов [13].

На основе проведенного исследования Е.В. Егоров сделал вывод, что развитие безбарьерной городской среды на принципах универсального дизайна позволит снимать внешние барьеры, обеспечивая доступность для инвалидов ключевых объектов городской инфраструктуры [14].

В целях улучшения возможностей трудоустройства людей с инвалидностью необходимо на государственном уровне принять ряд важнейших мер и разработать систему их социальной регенерации. Они должны варьировать от правил о трудоустройстве и инклюзивной интеграции людей с ограниченными возможностями здоровья в безбарьерное сообщество до формирования архитектуры рабочего места. Также важны меры, с помощью которых должно поощряться участие людей с тяжелыми формами инвалидности в трудовой деятельности.

Наибольшую эффективность показывают индивидуальные программы сопровождаемого трудоустройства [15]. В современных реалиях на первый план выходят программы наставничества (наставник поможет как в овладении трудовыми навыками, так и в выполнении профессиональных обязанностей), консультационные услуги как инструмент реализации принятых мер поддержки людей с инвалидностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Всемирной организации здравоохранения. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>
2. *Кураева Л. Н., Мирзабалаева Ф. И.* Практика интеграции инвалидов с ментальными нарушениями в трудовую среду // Экономика труда. 2022. Т. 9. № 1. С. 178–194. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/praktika-integratsii-invalidov-s-mentalnymi-narusheniyami-v-trudovuyu-sredu> (дата обращения: 17.12.2024).
3. *Гурина М. А., Мусеев А. Д., Шурупова А. С.* К вопросу о повышении уровня занятости лиц с инвалидностью в России // Экономика труда. 2019. Т. 6. № 1. С. 465–481. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-povyshenii-urovnya-zanyatosti-lits-s-invalidnostyu-v-rossii> (дата обращения: 17.12.2024).
4. *Казбекова З. Г.* Повышение занятости инвалидов как резерв увеличения демографического дивиденда в России // Государственное управление. Электронный вестник. 2023. № 100. С. 89–99. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-zanyatosti-invalidov-kak-rezerv-uvvelicheniya-demograficheskogo-dividenda-v-rossii> (дата обращения: 17.12.2024).
5. Конституция Российской Федерации. Москва: Издательство «Юрайт», 2023. 82 с. (Юрайт. Академия). ISBN 978-5-534-16068-0. Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. URL: <https://urait.ru/bcode/530439> (дата обращения: 15.12.2024).
6. *Козаченко О. В.* Трудоустройство инвалидов как одна из социальных проблем // Вестник магистратуры. 2021. № 6-3(117). С. 82–85. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/trudoustroystvo-invalidov-kak-odna-iz-sotsialnyh-problem> (дата обращения: 16.12.2024).
7. *Александрова О. А.* Работодатели и инвалиды на столичном рынке труда: вопросы эффективного взаимодействия // Гуманитарные науки. Вестник Финансового университета. 2020. № 5. С. 86–91. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rabotodateli-i-invalidy-na-stolichnom-rynke-truda-voprosy-effektivnogo-vzaimodeystviya> (дата обращения: 17.12.2024).
8. Федеральный закон от 12.12.2023 № 565-ФЗ «О занятости населения в Российской Федерации».
9. *Федченко А. А., Филимонова И. В.* Интеграция граждан с ограниченными возможностями здоровья в рынок труда // Социально-трудовые исследования. 2024. № 3(56). С. 42–51. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-grazhdan-s-ogranichennymi-vozmozhnostyami-zdorovya-v-rynok-truda> (дата обращения: 17.12.2024).
10. Конвенция о правах инвалидов от 13 декабря 2006 г. (ратифицирована Российской Федерацией Федеральным законом от 3 мая 2012 г. № 46-ФЗ). <https://base.garant.ru/2565085/>
11. *Антонова Г. В., Кураева Л. Н., Бондарчук А. Г.* Проблемы трудоустройства выпускников с инвалидностью в реалиях современного рынка труда // Экономика труда. 2020. Т. 7. № 11. С. 1007–1021. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-trudoustroystva-vypusknikov-s-invalidnostyu-v-realiyah-sovremennogo-rynka-truda> (дата обращения: 17.12.2024)
12. *Тарабан О. В., Седых О. Г.* Проблемы реализации занятости инвалидов: мнение экспертов // Экономика труда. 2022. Т. 9. № 2. С. 321–332. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-realizatsii-zanyatosti-invalidov-mnenie-ekspertov> (дата обращения: 17.12.2024).
13. *Нацун Л. Н.* Влияние барьеров трудоустройства на характеристики занятости инвалидов // Экономические и социальные перемены: факты, изменения, прогноз. 2022. № 5. С. 203–220. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-barierov-turboustroystva-na-karakteristiki-zanyatosti-invalidov> (дата обращения: 17.12.2024).

14. *Егоров Е. В.* Формирование безбарьерной городской среды и проблемы трудовой интеграции инвалидов в России // *Уровень жизни населения регионов России*. 2022. Т. 18. № 4. С. 535–544. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-bezbariernoj-gorodskoy-sredy-i-problemy-trumovoy-integratsii-invalidov-v-rossii> (дата обращения: 17.12.2024).

15. *Мирзабалаева Ф. И., Пашкова С. Е., Антонова Г. В., Анфалова А. В.* Оценка и основные подходы к содействию занятости инвалидов на российском рынке труда // *Экономика труда*. 2024. Т. 11. № 11. С. 1911–1928. DOI: 10.18334/et.11.11.121937. EDN: GZZIJG. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=75182036> (дата обращения: 12.12.2024).

REFERENCES

1. *Ofitsial'nyy sayt Vsemirnoy organizatsii zdravookhraneniya* [Official website of the World Health Organization]. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>

2. Kuraeva L.N., Mirzabalaeva F.I. Practice of integration of people with mental disabilities into the labor environment. *Ekonomika truda* [Labor Economics]. 2022. No. 1. Pp. 179–194. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/praktika-integratsii-invalidov-s-mentalnymi-narusheniyami-v-trudovuyu-sredu> (date of access: 12/17/2024). (In Russian)

3. Gurina M.A., Moiseev A.D., Shurupova A.S. On issue of increasing the level of employment of people with disabilities in Russia. *Ekonomika truda* [Labor Economics]. 2019. No. 1. Pp. 465–481. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-povyshenii-urovnya-zanyatosti-lits-s-invalidnostyu-v-rossii> (date of access: 12/17/2024). (In Russian)

4. Kazbekova Z.G. Increasing the employment of people with disabilities as a reserve for increasing the demographic dividend in Russia. *Gosudarstvennoye upravleniye. Elektronnyy vestnik* [Public administration. Electronic Bulletin]. 2023. No. 100. Pp. 89–99. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-zanyatosti-invalidov-kak-rezerv-velicheniya-demograficheskogo-dividenda-v-rossii> (date of access: 12/17/2024). (In Russian)

5. *Konstitutsiya Rossiyskoy Federatsii* [Constitution of the Russian Federation]. Moscow: Izdatel'stvo “Yurayt”, 2023. 82 p. (Urait. Academy). ISBN 978-5-534-16068-0. Text: electronic. Educational platform Urait [website]. URL: <https://urait.ru/bcode/530439> (date of access: 12/15/2024).

6. Kozachenko O.V. Employment of disabled people as one of the social problems. *Vestnik magistratury* [Bulletin of Magistracy]. 2021. No. 6-3(117). Pp. 82–85. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/trudoustroystvo-invalidov-kak-odna-iz-sotsialnyh-problem> (date of access: 12/16/2024). (In Russian)

7. Aleksandrova O.A. Employers and disabled people at the capital labor market: issues of effective interaction. *Gumanitarnyye nauki. Vestnik Finansovogo universiteta* [Humanities. Bulletin of the Financial University]. 2020. No. 5. Pp. 86–91. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rabotodateli-i-invalidy-na-stolichnom-rynke-truma-voprosy-effektivnogo-vzaimodeystviya> (date of access: 12/17/2024). (In Russian)

8. *Federal'nyy zakon ot 12.12.2023 № 565-FZ «O zanyatosti naseleniya v Rossiyskoy Federatsii»* [Federal Law of 12/12/2023 No. 565-FZ “On Employment of the Population in the Russian Federation”].

9. Fedchenko A.A., Filimonova I.V. Integration of citizens with disabilities into the labor market. *Sotsial'no-trudovyye issledovaniya* [Social and labor research]. 2024. No. 3(56). Pp. 42–51.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-grazhdan-s-ogranichennymi-vozmozhnostyami-zdorovya-v-rynok-truda> (date of access: 12/17/2024). (In Russian)

10. *Konventsiya o pravakh invalidov ot 13 dekabrya 2006 g. (ratifitsirovana Rossiyskoy Federatsiyey Federal'nyy zakonom ot 3 maya 2012 g. № 46-FZ)* [Convention on the Rights of Persons with Disabilities of 13 December 2006 (ratified by the Russian Federation by Federal Law of 3 May 2012 No. 46-FZ)] <https://base.garant.ru/2565085/> (In Russian)

11. Antonova G.V., Kuraeva L.N., Bondarchuk A.G. Problems of employment of graduates with disabilities in the realities of the modern labor market. *Ekonomika truda* [Labor Economics]. 2020. Vol. 7. No. 11. Pp. 1007–1021. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-trudoustroystva-vypusknikov-s-invalidnostyu-v-realiyah-sovremennogo-rynka-truda> (date of access: 12/17/2024). (In Russian)

12. Taraban O.V., Sedykh O.G. Problems of employment of disabled people: expert opinion *Ekonomika truda* [Labor Economics]. 2022. Vol. 9. No. 2. Pp. 321–332. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-realizatsii-zanyatosti-invalidov-mnenie-ekspertov> (date of access: 12/17/2024). (In Russian)

13. Natsun L.N. Influence of employment barriers on the employment characteristics of disabled people. *Ekonomicheskiye i sotsial'nyye peremeny: fakty, izmeneniya, prognoz* [Economic and social changes: facts, changes, forecast]. 2022. No. 5. Pp. 203–220. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-barierov-turboustroystva-na-harakteristiki-zanyatosti-invalidov> (date of access: 12/17/2024). (In Russian)

14. Egorov E.V. Formation of a barrier-free urban environment and problems of labor integration of disabled people in Russia. *Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii* [Standard of living of the population of the regions of Russia]. 2022. Vol. 18. No. 4. Pp. 535–544. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-bezbariernoy-gorodskoy-sredy-i-problemy-trumovoy-integratsii-invalidov-v-rossii> (date of access: 12/17/2024). (In Russian)

15. Mirzabalaeva F.I., Pashkova S.E., Antonova G.V., Anfalova A.V. Assessment and main approaches to promoting employment of persons with disabilities in the Russian labor market. *Ekonomika truda* [Labor Economics]. 2024. Vol. 11. No. 11. Pp. 1911–1928. DOI: 10.18334/et.11.11.121937. EDN: GZZIUG. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=75182036> (date of access: 12.12.2024). (In Russian)

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания «Разработка экономико-правовых механизмов взаимодействия работодателей и инвалидов (в том числе с учетом особенностей оценки условий труда для различных нозологий): как элемент повышения социального благополучия регионов» (шифр FSMN-2023-0008).

Funding. The work was carried out within the framework of the state assignment Development of economic and legal mechanisms for interaction between employers and disabled people (taking into account features of assessing working conditions for various nosologies): as an element of improving the social well-being of regions (code FSMN 2023 0008).

Информация об авторах

Казова Залина Мухамедовна, канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и управления, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение инклюзивного высшего образования «Российский государственный университет социальных технологий»;

107150, Россия, Москва, ул. Лосиноостровская, 49;

доцент кафедры экономики, Автономная некоммерческая организация высшего образования «Институт международных экономических связей»;

119330, Россия, Москва, ул. Мосфильмовская, 35;

zalina.kazova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6431-1723>, SPIN-код: 8979-2831

Циканова Лариса Махмудовна, ст. преподаватель кафедры экономики и управления, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение инклюзивного высшего образования «Российский государственный университет социальных технологий»;

107150, Россия, Москва, ул. Лосиноостровская, 49;

ст. преподаватель кафедры экономики, Автономная некоммерческая организация высшего образования «Институт международных экономических связей»;

119330, Россия, Москва, ул. Мосфильмовская, 35;

tsikanovaLM@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0175-4406>, SPIN-код: 9861-4688

Information about the authors

Zalina M. Kazova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Management of the Federal State Budgetary Educational Institution of Inclusive Higher Education Russian State University of Social Technologies;

107150, Russia, Moscow, 49 Losinoostrovskaya street;

Associate Professor, Department of Economics, Autonomous Non-profit Organization of Higher Education Institute of International Economic Relations;

119330, Russia, Moscow, 35 Mosfilmovskaya street;

zalina.kazova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6431-1723>, SPIN-код: 8979-2831

Larisa M. Tsikanova, Senior Lecturer, Department of Economics and Management of the Federal State Budgetary Educational Institution of Inclusive Higher Education Russian State University of Social Technologies;

107150, Russia, Moscow, 49 Losinoostrovskaya street;

Senior Lecturer, Department of Economics, Autonomous Non-profit Organization of Higher Education Institute of International Economic Relations;

119330, Russia, Moscow, 35 Mosfilmovskaya street;

tsikanovaLM@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0175-4406>, SPIN-код: 9861-4688

УДК 338

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-51-61

EDN: NKGAKV

Научная статья

Типологизация угроз и вызовов экономической безопасности предприятий пищевой отрасли Китая на примере мясоперерабатывающего свиного комплекса

Ню Сюэцэ, Т. П. Сацук[✉]

Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I
190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, 9

Аннотация. В современной экономической литературе описываются различные классификации угроз и вызовов экономической безопасности, предложены различные концептуальные и стратегические направления повышения экономической безопасности, изучаются с различных точек зрения проблемы и механизмы обеспечения продовольственной безопасности. В то же время в современных научных исследованиях по теме не хватает анализа современной, сильно изменившейся экономической ситуации, учета новых условий хозяйствования, новой экономической конъюнктуры и состояния пищевой отрасли. Настоящая статья призвана решить эти проблемы. В статье на основе анализа информации по пищевой отрасли, финансово-экономических показателей и отчетности мясоперерабатывающего свиноводческого пищевого предприятия создана авторская классификация угроз экономической безопасности, определено место продовольственной безопасности, раскрыта сущность этих понятий и даны их определения. Отдельно выделены факторы, влияющие на экономическую безопасность в продовольственной сфере, созданы основы и разработана методика повышения экономической безопасности свиноводческого мясоперерабатывающего предприятия как обобщающего объекта пищевой отрасли. Проведенный финансово-экономический анализ показал, что наиболее важными вызовами и угрозами экономической безопасности предприятий пищевой отрасли являются: непредсказуемые колебания при производстве зерна как основного сырьевого ресурса мясоперерабатывающего свиноводческого комплекса, обеспечение качества жизни населения за счет продовольственного снабжения, непрогнозируемые перепады урожайности в сельском хозяйстве, эффективность ценовых сигналов изменения конъюнктуры продовольственного рынка Китая, технологические аспекты производства продовольственной продукции. Этот вывод послужил основой для созданной классификации, понятийного аппарата исследования и методики повышения экономической безопасности пищевого предприятия.

Ключевые слова: экономическая безопасность, теоретико-методологические вопросы исследования проблем экономической безопасности, типология проблем экономической безопасности, угрозы и вызовы экономической безопасности, финансово-экономический анализ

Поступила 27.01.2025, одобрена после рецензирования 06.02.2025, принята к публикации 10.02.2025

Для цитирования. Сюэцэ Ню, Сацук Т. П. Типологизация угроз и вызовов экономической безопасности предприятий пищевой отрасли Китая на примере мясоперерабатывающего свиного комплекса // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 51–61. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-51-61

Typologization of threats and challenges to economic security of China's food industry enterprises using the example of a meat processing at intensive pig farming

Nu Sueke, T.P. Satsuk[✉]

Emperor Alexander I Petersburg State Transport University
190031, Russia, Saint Petersburg, 9, Moskovsky avenue

Abstract. Modern economic literature describes various classifications of threats and challenges to economic security, proposes various conceptual and strategic ways for improving economic security, and studies problems and mechanisms for ensuring food security from various points of view. At the same time, modern scientific research on the topic lacks an analysis of the current, greatly changed economic situation, taking into account new business conditions, new economic conditions and the state of the food industry. This article is designed to solve these problems. In the article, based on the analysis of information on the food industry, financial and economic indicators and reporting of a meat-processing pig food enterprise, the author's classification of threats to economic security is created, the place of food security is determined, the essence of these concepts is revealed and their definitions are given. Moreover, the factors influencing economic security in the food sector are highlighted and the foundations are created and a methodology for improving the economic security of a pig meat-processing enterprise, as a generalizing object of the food industry, is developed. Conducted financial and economic analysis showed that the most important challenges and threats to the economic security of enterprises in the food industry are: unpredictable fluctuations in grain production as the main raw material resource of the meat-processing at intensive pig farming, ensuring the quality of life of the population due to food supply, unpredictable fluctuations in agricultural yields, the effectiveness of price signals of changes in the situation on the Chinese food market, and technological aspects of food production. This conclusion served as the basis for the created classification, conceptual apparatus of research and methods for increasing the economic security of a food enterprise.

Keywords: economic security, theoretical and methodological issues of studying economic security problems, typology of economic security problems, threats and challenges to economic security, financial and economic analysis

Submitted 27.01.2025,

approved after reviewing 06.02.2025,

accepted for publication 10.02.2025

For citation. Sueke Nu, Satsuk T.P. Typologization of threats and challenges to economic security of China's food industry enterprises using the example of a meat processing at intensive pig farming. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 51–61. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-51-61

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент экономическая безопасность регионального предприятия пищевой отрасли приобретает особую значимость в условиях возникновения угроз цепочкам создания стоимости, что несет дополнительные риски экономической безопасности [1]. Исследование этого явления в экономической науке требует уточнения самого понятия экономической безопасности регионального продовольственного предприятия. В этом направлении решаются теоретико-методологические вопросы исследования проблем экономической безопасности [2].

В то же время в сфере типологизации проблем экономической безопасности, при анализе угроз и вызовов экономической безопасности в экономической науке необходимо

определить риски, возникающие для экономики продовольственного предприятия в условиях рисков экономической безопасности, классифицировать критерии экономической безопасности [3].

Одновременно в сфере методического обеспечения повышения экономической безопасности регионального продовольственного предприятия настоятельно необходимы разработка и применение методов [4], механизмов [5] и инструментов повышения экономической безопасности [6].

Эти исследования проводятся на базе статистики китайского рынка свинины и мясной продукции из нее. Более 60 % мяса, потребляемого в Китае, составляет свинина. Она играет важную роль в китайской сельскохозяйственной экономике и ежедневном рационе питания людей. В то время как общий объем поставок свинины составлял всего 39,7 млн тонн в 2012 году, этот показатель увеличился до 54,9 млн тонн в 2024 году. Будучи крупнейшей в мире страной по численности населения, Китай потребляет или производит более 50 % мировых поставок свинины с очень ограниченным объемом торговли [7]. Потребители в Китае очень чувствительны к ценам на свинину.

Поставка достаточного количества свинины по доступным ценам для потребителей является одним из приоритетов продовольственной политики. Однако многие факторы могут вызвать волатильность цен на свинину в соответствии с производственным циклом, включающим такие важные факторы, как цена на корма, рыночные спекуляции, болезни животных.

В настоящий момент цепочки поставок продовольствия становятся длиннее, а коэффициент концентрации агропромышленных компаний выше. Рыночная власть в цепочке поставок может влиять на цены на продукты питания на разных этапах [8]. Свиноводческая отрасль не является исключением. Средняя эластичность дохода и собственная ценовая эластичность спроса на свинину составляют 0,61 и -0,67 соответственно. Это означает, что свинина в Китае является продуктом особенной важности. Небольшой шок предложения может привести к чрезмерно пропорциональной реакции на цену. Например, десятипроцентное сокращение предложения вызовет пятнадцатипроцентное увеличение цены. Небольшая ценовая эластичность является внутренней мотивацией для фирм искать рыночную власть, которая может помогать им получать чрезмерную прибыль, контролируя предложение [9].

Традиционная свиноводческая отрасль в Китае характеризовалась небольшими фермами, и в последние годы она уступает место крупным коммерческим свиноводческим комплексам. Однако мелкие фермы с производством менее 500 свиней в год по-прежнему доминируют на рынке поставок в Китае [10].

Наряду со структурными изменениями в свиноводстве индустрия убоя свиней – важное, но в значительной степени игнорируемое звено в цепочке поставок свинины – также претерпела структурную трансформацию, перейдя за последние два десятилетия от разрозненных и нестандартных мясников к назначенным централизованным убойным цехам [11].

Традиционно убой осуществлялся нелицензированными мясниками или даже владельцами небольших свиноферм в деревнях. Качество и безопасность мяса при традиционной системе убоя невозможно контролировать, поэтому это представляло угрозу для общественного здравоохранения. В ответ на призыв к более безопасным и качественным поставкам мяса центральное правительство Китая начало продвигать «Политику централизованного убоя (CSP)» в конце 1997 года, издав Указ об управлении убоем свиней. Впоследствии в указ были внесены поправки в августе 2008 года, январе 2011 года

и феврале 2016 года, введившие более строгие правила и более строгое наказание за нарушение [12].

Основная идея CSP заключается в создании системы, в которой убой разрешается проводить только на «лицензированных скотобойнях».

Отдельным мясникам или фермерам разрешается забивать свиней только для собственного потребления, но запрещено заниматься убоем в коммерческих целях. Каждому региону разрешено выдавать ограниченное количество лицензий на убой. Согласно статистике Министерства торговли Китая, в 2012 году общее количество лицензированных предприятий по убою скота составляло 14 720, из которых количество назначенных крупных предприятий по убою скота – 4585. С экономической точки зрения «Политика централизованного убоя скота» искусственно увеличивает стоимость входа в отрасль убоя скота и создает рыночную власть, поскольку количество лицензий ограничено. Правительство поощряет постепенное вытеснение небольших скотобоев из отрасли. В ходе кампании правительства 2022 года сократили количество лицензий малых предприятий по убою скота с 14 019 до 10 135, т. е. на 27,7 %; а лицензий назначенных крупных предприятий по убою скота – с 5919 до 4585, т. е. на 22,5 % [13].

Согласно «Ежегоднику системы мониторинга забоя скота» Министерства торговли, доля перерабатывающей мощности крупных предприятий по убою скота увеличилась с 68 % до 78 % в период с 2018 по 2022 год, а ведущие предприятия в отрасли забоя скота заняли 14 % от общего объема забоя в 2022 году. Концентрированная структура рынка очевидна.

Вполне вероятно, что CSP описывает региональный олигопсонический рынок в каждой локальной области. В такой рыночной структуре интересно узнать, используют ли компании по убою скота свою рыночную власть и получают дополнительную прибыль от свиноферм или от цепочки поставок свинины [14].

Хотя рынок свинины в Китае широко изучался в разных измерениях, таких как передача цен, статистическая точность и международная торговля, мало внимания уделялось изучению возможной рыночной власти отрасли убоя свиней, особенно после вступления в силу CSP.

Цели и задачи исследования

Целью проведенного исследования является выработка единой концепции повышения экономической безопасности региональных предприятий пищевой отрасли на основе типологизации угроз и вызовов экономической безопасности. Исследование проводилось на основе статистики по китайским мясоперерабатывающим свинокомплексам.

Основа проведения исследований по экономической безопасности региональных предприятий пищевой отрасли – это классификация угроз и вызовов экономической безопасности, которая учитывает все проблемы и механизмы обеспечения продовольственной безопасности.

Для проведения такой типологизации анализируются отраслевые тенденции, финансово-экономические показатели отчетности мясоперерабатывающего свиноводческого пищевого предприятия, факторы, влияющие на экономическую безопасность в свиноводческой отрасли.

В результате выполнения этих задач должна быть решена проблема выделения наиболее важных вызовов и угроз экономической безопасности предприятий пищевой отрасли.

Теоретической основой для достижения цели исследования и решения задач исследования послужили следующие источники знаний об экономике свиноводческих мясоперерабатывающих комплексов и в целом по пищевой отрасли Китая. Они определяют основные тенденции и концептуально очерчивают свод проблем и решений в этой сфере научного познания [15].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования и вычисления были проведены на основании финансовой отчетности предприятий и по ежемесячным рядам данных по отрасли убоя свиней за период с января 2019-го по декабрь 2024 года. Количество убоя свиней получено из периодических отчетов Министерства сельского хозяйства Китая (МОА). С 2008 года правительство Китая создает полноценную систему регулирования, обязывающую все указанные предприятия по убою сообщать о количестве убоя. С развитием информационных технологий и повышением общественного сознания в отношении безопасности пищевых продуктов в Китае были разработаны и применены системы прослеживаемости свиной продукции. Обмен данными между различными этапами цепочки поставок привел к повышению надежности и аналитической способности.

Органы надзора могли бы дважды проверять количество убоя свиней путем мониторинга показателей скотобоен, данных дистрибьюторов и розничных продавцов. Это резко снизило бы мотивацию скотобоен манипулировать отчетами о количестве свиней. Цены на свиней, поросят и кукурузу являются ежедневными временными рядами, а цена на корма – еженедельными данными. В расчетах данные усредняются в соответствии с ежемесячным количеством забоя свиней.

Объем ВВП на душу населения получен из годовой информации от Национального статистического бюро Китая (NSBC). Индекс цен и ВВП дефлируются с помощью индексов Национального статистического бюро.

Данные, используемые для оценки функции спроса, получены от NSBC и нескольких финансовых компаний. Цена на готовую продукцию – свинину в тушах – и цены на оптовую говядину и курицу взяты из Bric Group. Цены на дизельное топливо, воду и на промышленные земли взяты из базы данных Wind – одной из крупнейших компаний по обслуживанию финансовых баз данных в Китае. К сожалению, цены на воду на национальном уровне отсутствуют. Вместо этого мы используем среднюю цену на воду в двух городах Китая – Пекине и Шанхае. Цена на дизельное топливо может быть приблизительным индикатором стоимости энергии и транспортировки. Вся информация о ценах в функции спроса дефлируется с помощью индексов Национального статистического бюро.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для уточнения понятия экономической безопасности регионального продовольственного предприятия в условиях возникновения угроз цепочкам создания стоимости при рисках экономической безопасности, определения рисков и угроз, возникающих для экономики продовольственного предприятия в современных условиях, проводится экономический анализ современного состояния свиноводческого мясоперерабатывающего предприятия.

В ходе анализа тестируются способы диагностики влияния рисков на экономическую безопасность, наблюдаются показатели для управления экономической безопасностью. На основе этого можно создать перечень мероприятий для укрепления экономической безопасности.

Показатели платежеспособности и ликвидности позволяют определить как угрозы экономической безопасности, такие как непредсказуемые уровни производства зерна, обеспеченность продовольственной компоненты уровня и качества жизни населения, урожайность в сельском хозяйстве, конъюнктурные параметры продовольственного рынка Китая, эффективность ценовых сигналов влияют на риски, связанные с производственными процессами в компании (табл. 1).

Таблица 1. Расчет показателей платежеспособности и ликвидности

Table 1. Calculation of solvency and liquidity indicators

| Показатель | 2020 год | 2021 год | 2022 год | 2023 год | 2024 год |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| Мгновенная ликвидность | 0,021 | 0,017 | 0,017 | 0,023 | 0,022 |
| Норматив по мгновенной ликвидности | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| Выполнение норматива по мгновенной ликвидности | 84 % | 69 % | 67 % | 92 % | 88 % |
| Быстрая ликвидность | 0,370 | 0,270 | 0,213 | 0,250 | 0,218 |
| Норматив по быстрой ликвидности | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Выполнение норматива по быстрой ликвидности | 123 % | 90 % | 71 % | 83 % | 73 % |
| Текущая ликвидность | 1,600 | 1,600 | 1,275 | 1,275 | 1,069 |
| Норматив по текущей ликвидности | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Выполнение норматива по быстрой ликвидности | 107 % | 107 % | 85 % | 85 % | 71 % |

Источник: расчеты авторов

Как видно по результатам анализа, выполнение нормативов по ликвидности у предприятия за последние 5 лет ухудшилось. Риски, связанные с производственными процессами в компании, выросли. При разработке мероприятий по увеличению экономической безопасности следует уделить внимание таким способам диагностики влияния рисков, как учет ценовых колебаний на сырье и готовую продукцию.

Анализ показателей финансовой устойчивости позволяет выявить влияние угроз экономической безопасности, таких как влияние инвестиций для расширения производственной линейки базовых сельхозпродуктов, обеспечение производственного цикла сельскохозяйственными ресурсами (табл. 2).

Анализ продемонстрировал, что показатели финансовой устойчивости свинокомплекса находятся на высоком уровне и что у предприятия существует большой потенциал для производства инвестиций, что позволит провести мероприятия по увеличению экономической безопасности.

Таблица 2. Расчет показателей финансовой устойчивости**Table 2.** Calculation of financial stability indicators

| Показатель | 2020 год | 2021 год | 2022 год | 2023 год | 2024 год |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| Коэффициент финансовой независимости (соотношение собственных средств к валюте баланса) | 0,762 | 0,719 | 0,719 | 0,648 | 0,648 |
| Норматив по финансовой независимости | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Выполнение норматива по финансовой независимости | 127% | 120% | 120% | 108% | 108% |
| Финансовый левередж (соотношение заемных средств к валюте баланса) | 0,238 | 0,281 | 0,281 | 0,352 | 0,352 |
| Норматив по привлечению заемных средств (не более) | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Выполнение норматива по привлечению заемных средств | 59% | 70% | 70% | 88% | 88% |

Источник: расчеты автора

Анализ прибыльности и эффективности деятельности свиноводческого мясоперерабатывающего комплекса позволяет оценить влияние на управление экономической безопасностью предприятия следующих показателей: убытки, рост себестоимости из-за роста цен на зерно, снижение выручки за счет снижения цен продажи готовой продукции и технологических простоев, увеличение платежей за загрязнение окружающей среды (табл. 3).

Таблица 3. Анализ прибыльности и эффективности деятельности**Table 3.** Profitability and performance analysis

| Показатель | 2020 год | 2021 год | 2022 год | 2023 год | 2024 год |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| Рентабельность продаж | 9,72% | 7,62% | 6,23% | 5,58% | 5,34% |
| Рентабельность собственного капитала | 7,24% | 9,13% | 7,23% | 5,23% | 5,19% |
| Коэффициент оборачиваемости оборотных средств | 2,322 | 2,494 | 2,261 | 2,313 | 2,701 |
| Коэффициент оборачиваемости основных средств | 1,990 | 2,155 | 1,939 | 2,075 | 2,470 |
| Коэффициент оборачиваемости собственного капитала | 1,320 | 1,489 | 1,471 | 1,817 | 1,855 |

Источник: расчеты автора

Графически результаты проведенного анализа можно представить следующим образом (рис. 1).

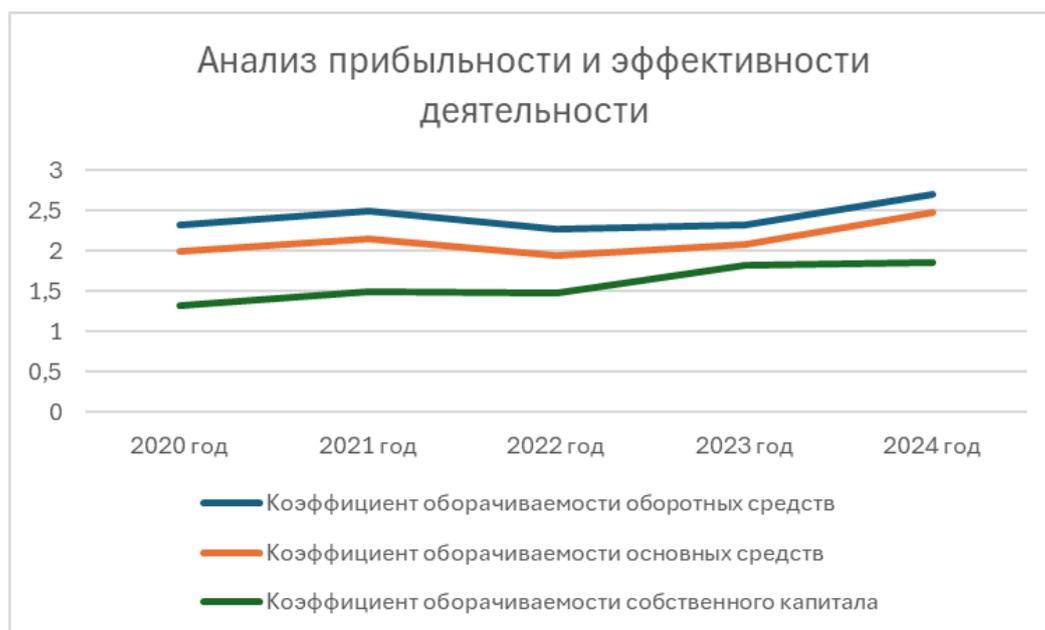


Рис. 1. Графическая интерпретация проведенного анализа

Fig. 1. Graphical interpretation of the analysis performed

Как показывает анализ, влияние рисков и угроз экономической безопасности мясоперерабатывающего свиноводческого комплекса на показатели эффективности его деятельности за последние 5 лет небольшое. Предприятие может сформировать потенциал для проведения мероприятий по повышению своей экономической безопасности за счет собственных средств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований на основании анализа рисков и угроз в пищевой отрасли можно дать следующее уточненное понятие экономической безопасности предприятия пищевой отрасли применительно к свиноводческим предприятиям. Экономическая безопасность свиноводческого мясоперерабатывающего предприятия – это состояние экономики предприятия, в котором все имеющиеся ресурсы используются наиболее целесообразным образом для предотвращения угроз непоставки зерна, изменения регуляторных правил по обеспеченности продовольствием населения страны, неурожайности в сельском хозяйстве, ухудшения конъюнктурных параметров продовольственного рынка страны, ограничивающего эффективность ценовых сигналов, снижения загрязнения воздушных, водных и земельных ресурсов.

В контуре экономической безопасности мясоперерабатывающего свиноводческого предприятия выделяются следующие элементы безопасности.

Финансовая безопасность. Включает в себя контроль внеплановых убытков, роста себестоимости из-за роста цен на зерно, снижение цен продажи готовой продукции, снижение выпуска готовой продукции из-за технологических простоев, контроль за увеличением платежей за загрязнение окружающей среды.

Физическая безопасность. Защищенность главного актива предприятия – стада – от уничтожения, падежа, заболеваний.

Технологическая безопасность – возможность продолжения и расширения производственного цикла на всех этапах функционирования предприятия.

Цель экономической безопасности – сохранение расширенной технологии масштабного производства продовольственной продукции для сохранения и увеличения обеспеченности продовольственной компоненты уровня качества жизни населения страны, в которой работает продовольственное предприятие.

Система экономической безопасности предприятия пищевой отрасли спроектирована на прогнозирование, выявление и предотвращение потенциальных угроз и рисков согласно созданной авторской классификации.

В ходе проведенного исследования создана авторская классификация критериев экономической безопасности предприятия пищевой отрасли. Эта классификация включает в себя взаимосвязанные элементы.

Вызовы и угрозы экономической безопасности продовольственного предприятия: неурожай зерна, угрозы продовольственной компоненты уровня качества жизни населения, неэффективность ценовых сигналов, возможности по перестройке производственной линейки базовых сельхозпродуктов, снижение обеспеченности сельскохозяйственными угодьями, прекращение расширенного воспроизводства сельхозпродукции, сокращение резервного земельного фонда сельскохозяйственных угодий из-за эрозии земель и прекращения водоснабжения, загрязнения окружающей среды.

Риски: макроотраслевые риски, несистематические и систематические, риски производственного цикла, рыночные, экологические.

Особое место в классификации отводится способам диагностики влияния рисков на экономическую безопасность и отслеживаемым показателям для управления экономической безопасностью свиноводческого мясоперерабатывающего предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Андропова И. В., Ганеева М. В. Евразийский экономический союз: внешние угрозы экономической безопасности («жесткая» и «мягкая» сила российских оппонентов) // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. Ежегодник ИНИОН РАН. 2018. С. 175–180.

Andronova I.V., Ganeeva M.V. Eurasian Economic Union: External Threats to Economic Security (“Hard” and “Soft” Power of Russian Opponents). *Bol'shaya Yevraziya: razvitiye, bezopasnost', sotrudnichestvo* [Greater Eurasia: Development, Security, Cooperation]. *Yezhegodnik INION RAN*. 2018. Pp. 175–180. (In Russian)

2. Васильева Л. П. Экономическая безопасность: определение и сущность // Журнал прикладных исследований. 2020. № 3. С. 6–13. DOI: 10.47576/2712-7516_2020_3_6. EDN: UMUYDN

Vasilyeva L.P. Economic security: definition and essence. *Zhurnal prikladnykh issledovaniy* [Journal of Applied Research]. 2020. No. 3. Pp. 6–13. DOI: 10.47576/2712-7516_2020_3_6. EDN: UMUYDN. (In Russian)

3. Гюев Г. В. Факторы обеспечения экономической безопасности // Вестник экономической безопасности. 2021. № 5. С. 282–288. DOI: 10.24412/2414-3995-2021-5-282-288. EDN: WEQPKX

Gioev G.V. Factors of Ensuring Economic Security. *Vestnik ekonomicheskoy bezopasnosti* [Bulletin of Economic Security]. 2021. No. 5. Pp. 282–288. DOI: 10.24412/2414-3995-2021-5-282-288. EDN: WEQPKX. (In Russian)

4. Гудков А. А., Миронюк А. А. Концепция финансовой безопасности промышленного предприятия. Управление финансовыми рисками. 2016. № 4(48). С. 298–311. EDN: XGODDP

Gudkov A.A., Mironyuk A.A. Concept of financial security of an industrial enterprise. *Upravleniye finansovymi riskami* [Financial risk management]. 2016. No. 4(48). Pp. 298–311. EDN: XGODDP. (In Russian)

5. Заболоцкая В. В., Бордиян Л. В. Методологические аспекты оценки финансовой безопасности и устойчивости малых сельскохозяйственных и торговых предприятий // Региональная экономика: теория и практика. 2017. Т. 15. Вып. 11. С. 2167–2186. DOI: 10.24891/re.15.11.2167. EDN: ZSJGRJ

Zabolotskaya V.V., Bordian L.V. Methodological aspects of assessing the financial security and sustainability of small agricultural and commercial enterprises. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional Economics: Theory and Practice]. 2017. Vol. 15. Issue. 11. Pp. 2167–2186. DOI: 10.24891/re.15.11.2167. EDN: ZSJGRJ. (In Russian)

6. Казакова Н. А., Иванова А. Н. Финансовая безопасность компании: аналитический аспект // Экономический анализ: теория и практика. 2016. № 10(457). С. 93–105. EDN: SHYSHJ

Kazakova N.A., Ivanova A.N. Financial security of the company: analytical aspect. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [Economic analysis: theory and practice]. 2016. No. 10(457). Pp. 93–105. EDN: SHYSHJ. (In Russian)

7. Chen Yuquan, Yu Xiaohua. Does the centralized slaughtering policy create market power for pork industry in China? *China Economic Review*. 2018. Vol. 50. Pp. 59–71. DOI: 10.1016/j.chieco.2018.03.005

8. Cohen G. The impact of ESG risks on corporate value. *Review of Quantitative Finance and Accounting*. 2023. No. 60. Pp. 1451–1468. DOI:10.1007/s11156-023-01135-6

9. Fan Haoyue, Chen Kaijie, Ma Haibo et al. Carbon footprints in pork production and consumption in China from 2005 to 2020. *Journal of Cleaner Production Volume*. 2023. Vol. 419. No. 20. Pp. 138–190. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.138252

10. Liu Hengyu, Zheng Kai. Analysis of the Chinese government's subsidy programs to restore the pork supply chain: The case of African swine fever. *Omega*. 2024. Vol. 124. Pp. 950–980.

11. Liang Yaoming, Xu Yanjie, Lai Debao et al. Emerging market for pork with animal welfare attribute in China: An ethical perspective. *Meat Science*. 2023. Vol. 195. Pp. 940–994. DOI: 10.1016/j.meatsci.2022.108994

12. Regulations on the Administration of Central Grain Reserves. National Laws and Regulations Database. <https://flk.npc.gov.cn/detail2.html?ZmY4MDgwODE2ZjNjYmIzYzAxNmY0MGU1OGEyZDA5YzM%3D> [in Chinese] (accessed: 27.12.2024).

13. Shao R. China's national economic security under global challenges // В сборнике: Актуальные векторы белорусско-китайского торгово-экономического сотрудничества. Сборник статей III международной научно-практической конференции. Минск, 2023. С. 81–88. EDN: MLOPAB

Shao R. China's national economic security under global challenges. In the collection: *Aktual'nyye vektory belorussko-kitayskogo trgovno-ekonomicheskogo sotrudnichestva. Sbornik statey III mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Current vectors of Belarusian-Chinese trade and economic cooperation. collection of articles of the III international scientific and practical conference]. Minsk, 2023. Pp. 81–88. EDN: MLOPAB

14. Teng D., Ro V. US-China relations in economic and security aspects. Research Result. *Economic Research*. 2018. Vol. 4. No. 1. Pp. 10–20. EDN: XWCFJZ

15. Yao Huizong, Zang Chuanfu, Zuo Xiaoxing et al. Tradeoff analysis of the pork supply and food security under the influence of African swine fever and the COVID-19 outbreak in China. *Geography and Sustainability*. 2022. Vol. 3. No. 1. Pp. 32–43. DOI: 10.1016/j.geosus.2022.01.005. EDN: FGOISH

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Сюэжэ Ню, аспирант, Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I;
190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, 9;
niuke2022@mail.ru

Сацук Татьяна Павловна, д-р экон. наук, профессор, зав. кафедрой «Бухгалтерский учет и аудит», Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I;
190031, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, 9;
stp13@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5010-202X>, SPIN-код: 2037-4309

Information about the authors

Sueke Nu, Post-graduate Student, Emperor Alexander I Petersburg State Transport University;
190031, Russia, Saint Petersburg, 9, Moskovsky avenue;
niuke2022@mail.ru

Tatyana P. Satsuk, Doctor of Economics, Professor, Head of the Accounting and Audit Department, Emperor Alexander I Petersburg State Transport University,
190031, Russia, Saint Petersburg, 9, Moskovsky avenue;
stp13@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5010-202X>, SPIN-code: 2037-4309

УДК 658.7

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-62-78

EDN: NVZRPF

Научная статья

Цифровой ландшафт моделей BIG TECH бартерных операций в контексте эволюции логистики, маркетинга и услуг

И. В. Сонц¹, С. Е. Барыкин^{✉1}, С. М. Сергеев²,
Е. А. Макаренко³, С. Г. Божук¹

¹Высшая школа сервиса и торговли

Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого
195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50

²Высшая школа промышленного менеджмента

Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого
195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50

³Санкт-Петербургский университет аэрокосмического приборостроения
190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67

Аннотация. Современные условия ведения экономической и торговой деятельности сопряжены с рядом фундаментальных препятствий. Санкционное давление усложняет расчеты, что требует разработки альтернативных подходов, включая использование протяженных цепочек транзакций. Проблемы также возникают в области логистики и обеспечения контрактной дисциплины, что приводит к дополнительным издержкам для бизнеса и значительному увеличению продолжительности торговых операций. Учитывая высокие процентные ставки, такие обстоятельства существенно снижают прибыль компаний. Поддержание устойчивости коммерческой деятельности, особенно в трансграничной торговле, в значительной степени зависит от внедрения новых инструментов взаимодействия между участниками рынка, в частности бартерных сделок. Бартерные сделки являются частью трансформации бизнес-процессов, ориентированных на цифровую интеграцию, и позволяют компаниям адаптироваться к глобальным вызовам. Цель исследования заключается в разработке алгоритмической основы для принятия оптимальных решений при формировании плана проведения бартерных сделок по возможному спектру ассортиментной матрицы компании. Для ее (цели) решения предложено использование методов балансировки интересов сторон, алгоритмов мэтчинга и «цикла топовых торгов» (Top Trading Cycle), а также применение программных методов оптимизации. Дополнительно учитываются современные тенденции финансового рынка, направленные на интеграцию цифровых инструментов, разрабатываемых крупными технологическими компаниями, в платежный ландшафт цифровых инструментов BIG TECH. В работе основное внимание уделяется проблемам платформенной трансформации, которая помогает провайдерам услуг адаптироваться к новым экономическим реалиям, цифровым инструментам, обеспечивающим повышение конкурентоспособности компаний, новым алгоритмам и моделям осуществления бартерных сделок, которые могут стать частью платформенной стратегии.

Ключевые слова: бартерные сделки, внешняя торговля, большие данные, математическое моделирование, маркетинг, метод мэтчинга, цифровые инструменты

Поступила 10.01.2025, одобрена после рецензирования 14.01.2025, принята к публикации 22.01.2025

Для цитирования. Сонц И. В., Барыкин С. Е., Сергеев С. М., Макаренко Е. А., Божук С. Г. Цифровой ландшафт моделей BIG TECH бартерных операций в контексте эволюции логистики, маркетинга и услуг // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 62–78. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-62-78

Digital landscape of BIG TECH barter models in the context of the evolution of logistics, marketing and services

I.V. Sonts¹, S.E. Barykin^{✉1}, S.M. Sergeev²,
E.A. Makarenko³, S.G. Bozhuk¹

¹Graduate School of Service and Trade

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
195251, Russia, St. Petersburg, 50 Novorossiyskaya street

²Graduate School of Industrial Management

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
195251, Russia, St. Petersburg, 50 Novorossiyskaya street

³Department of Business Informatics and Management

St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
190000, Russia, St. Petersburg, 67 Bolshaya Morskaya street

Abstract. Modern conditions of economic and trade activities are associated with a number of fundamental obstacles. Sanction pressure complicates calculations, which requires development of alternative approaches, including use of extended transaction chains. Problems also arise in the field of logistics and contractual discipline, which lead to additional costs for businesses and a significant increase in the duration of trade transactions. Given high interest rates, such circumstances significantly reduce companies' profits. Maintaining the sustainability of commercial activities, especially in cross-border trade, largely depends on the introduction of new tools for interaction between market participants, in particular barter transactions. Barter transactions are part of transformation of business processes focused on digital integration and allow companies to adapt to global challenges. The purpose of the study is to develop an algorithmic basis for making optimal decisions when forming a plan for barter transactions for a possible range of company's product matrix. To achieve this goal, it is proposed to use methods for balancing the interests of the parties, matching algorithms and the "top trading cycle" (Top Trading Cycle), as well as the application of software optimization methods. Additionally, modern financial market trends aimed at integrating digital instruments developed by large technology companies into the payment landscape of BIG TECH digital instruments are taken into account. The work focuses on the problems of platform transformation, which helps service providers adapt to new economic realities, digital instruments that ensure increased competitiveness of companies, new algorithms and models for barter transactions, which can become part of the platform strategy.

Keywords: barter transactions, foreign trade, big data, mathematical modeling, marketplace, matching method, digital tools

Submitted 10.01.2025,

approved after reviewing 14.01.2025,

accepted for publication 22.01.2025

For citation. Sonts I.V., Barykin S.E., Sergeev S.M., Makarenko E.A., Bozhuk S.G. Digital landscape of BIG TECH barter models in the context of the evolution of logistics, marketing and services. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 62–78. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-62-78

ВВЕДЕНИЕ

Современный бизнес сталкивается со сложными условиями, обусловленными санкционным давлением, особенно в банковской сфере, со стороны США и Евросоюза, которые практически исключают возможность проведения прямых расчетов [1, 2, 3]. Использование обходных цепей платежей приводит к увеличению издержек, удлинению сроков согласования и исполнения сделок, что, учитывая высокие процентные ставки, существенно влияет на временную стоимость денег.

Дополнительно следует учитывать риски, связанные с зарубежными регуляторами, включая возможность вторичных санкций и репутационных потерь, что также требует разработки более устойчивых механизмов для реализации бартерных схем в условиях санкционного давления.

Одним из востребованных в России методов бартера является толлинг, который связан с переработкой иностранного сырья на территории страны при соблюдении таможенного режима. В сфере услуг, которая составляет значительную часть бартерных операций, важное место занимает аренда, осуществляемая на основе взаимозачетов. Оба типа сделок описываются схожими наборами аргументов и систем уравнений, а также сходными критериями поиска решений, такими как оптимальный набор транзакций или взаимных обязательств. Перспективы бартера значительно расширяются с учетом планов России по введению цифрового рубля. Его использование создаст дополнительные возможности для взаимозачетов товаров и услуг в рамках крупнейших маркетплейсов, что укрепит позиции бартерных сделок в современных экономических условиях.

Наиболее распространенными в трансграничной практике остаются встречные закупки и поставки, так как они исключают прямой обмен товара на денежные средства. Одной из вариаций таких сделок является передача одной стороной материального товара контрагенту для реализации, после чего на вырученные средства приобретаются необходимые для контрагента материальные ценности. Такой подход значительно расширяет круг потенциальных партнеров для бартерных сделок.

Единственными ограничениями при этом являются возможности логистики и перечень товарных позиций, разрешенных на федеральном уровне. Например, согласно ФЗ от 08.12.2003 № 164 «Об основах государственного регулирования внешнеторговой деятельности», а также статье 14.50 КоАП РФ регулируется ответственность за соблюдение требований при осуществлении внешнеторговых бартерных сделок. Последняя, в частности, предусматривает санкции за неправильное оформление таможенных документов. Таким образом, работа в данном сегменте требует строгого соблюдения регулирующих документов, что обеспечивает правовую основу для реализации подобных операций.

Современная организация бартерных сделок все больше зависит от интеграторов, выступающих первой точкой контакта с клиентами. К ним относятся не только бигтех-компании, но и платформы электронной коммерции, которые демонстрируют стремительное развитие [4]. Например, в сегменте **SPL** значительные успехи достигнуты такими игроками, как Amazon и Alibaba Group. Это привело к ускоренному росту компаний, не относящихся к категории финтеха, и снижению роли традиционных банков в финансовых услугах [5]. В результате возникло новое поле деятельности для организации бартерных сделок внутри цифровых экосистем маркетплейсов [6, 7].

Поиск возможностей реализации бартерной торговли в современных условиях выявил дополнительные цифровые инструменты, обусловленные возросшей актуальностью внешнеторгового бартера. Его регулирование осуществляется в рамках нормативно-правовых актов, таких как Постановление Правительства РФ от 22.11.2012 № 1207 «Об осуществлении контроля за внешнеторговыми бартерными сделками и их учета» и распоряжение ФТС от 26.03.2013 № 92-р «Об утверждении формы документа учета внешнеторговой бартерной сделки и порядка ее заполнения».

Наибольший вклад в развитие бартерных операций принадлежит компаниям, внедрившим информационные технологии и создавшим глобальные торговые платформы. Эти платформы минимизируют временные затраты и обеспечивают решение широкого спектра задач, связанных с бартером. Дополнительно этому процессу способствует развитие собственной кредитной инфраструктуры в рамках бигтехов и нефинансовых структур [5].

При расчете экономической эффективности и поиске баланса между затратами и конечной прибылью все чаще применяются инновационные подходы, позволяющие обходиться без прямых расчетов. Одной из первых предложенных инициатив стало использование концепции нерезидентских банковских счетов, предложенной контрагентами из КНР. Такие счета открываются в уполномоченных банках Российской Федерации и используются как инструмент для обеспечения долгосрочных деловых отношений, включая бартерные сделки с возможностью доплаты. Это решение отличается удобством, поскольку основные издержки заранее известны и могут быть формализованы, что упрощает оптимизацию сделок.

Таким образом, бартер как инструмент торговой и коммерческой активности в условиях затруднений проведения прямых платежей обладает рядом особенностей. Его применение связано с тем, что рыночная стоимость товаров и услуг перестает быть однозначно определенной. Дополнительно учитываются такие факторы, как ценность товара, прибыль, которую получит каждая из сторон сделки, а также риски, сопряженные с ее проведением [8, 9]. Существенное влияние оказывает процесс торга и согласования условий обмена. Важным элементом при планировании объема и характера сделок становится доступ к информации о возможных альтернативах и ограничениях, связанных с объемом предложения и спроса [10, 11, 12, 13]. Для этого широко применяются цифровые инструменты [14], которые позволяют оценивать и сравнивать большое количество позиций по интересующим товарам с учетом коммерческого и регуляторного арбитража.

Конкурентоспособность провайдеров услуг, обеспечивающих бартерные сделки, зависит от:

- интеграции инновационных технологий (Big Data, блокчейн, искусственный интеллект [15, 16, 17]);
- развития логистических и информационных экосистем: 5PL, Fulfillment by Amazon (FBA) и Fulfillment by Merchant (FBM) [18, 19, 20, 21];
- гибкости в удовлетворении потребностей клиентов (баланс интересов, использование методов мэтчинга, оптимизации сделок) [22].

Знания о соотношении цен уже недостаточно для выбора торговой стратегии компании, поскольку бартерные сделки часто имеют дробный характер: необходимый объем закупки распределяется между несколькими контрагентами. Это связано с ограниченной готовностью большинства участников рынка проводить бартерные операции в крупных масштабах. В таких условиях становится необходимым использование современных цифровых решений и технологий обработки больших данных, которые активно развиваются и предоставляют компаниям значительные преимущества для оптимизации их деловой активности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках настоящего исследования предполагается разработка алгоритма, оптимизирующего применение бартера с использованием технологий анализа больших данных (Big Data). Для расчета используются методы математического моделирования, предусматривающие различные схемы согласования товарных позиций. Выбор оптимального решения осуществляется на основе критерия максимизации возможной прибыли при условии полной реализации предложенного плана. При этом разработанное решение должно быть масштабируемым, что предполагает его адаптацию как к увеличению числа номенклатурных позиций бартера, так и к расширению набора торговых партнеров. Такой подход учитывает количество агентов, представленных на рынке и готовых взаимодействовать в рамках данного режима торговли.

Кроме метода математического моделирования, для поиска соответствия бартерных позиций используется метод мэтчинга, реализуемый с применением инструментов обработки

больших данных, находящихся в открытом доступе, включая библиотеку YTsaurus [<https://ytsaurus.tech/ru>], а также технологии, такие как Hadoop, NoSQL и другие распространенные IT-решения. Выбор этих инструментов обусловлен преимуществами YAMR (MapReduce) и Yandex Query Language (YQL), обеспечивающих более эффективную обработку данных.

Применяемая технология подбора пар для бартерных сделок отличается высокой размерностью, что делает использование методов больших данных необходимым для достижения сбалансированного размещения вариантов сделок в портфеле планирования закупок. Такой подход позволяет с высокой степенью адекватности оценивать эффект от бартерных сделок, а также сравнивать практически любые сочетания вендоров, ограниченные лишь количеством представленных на рынке компаний-контрагентов. Основными условиями для проведения мэтчинга выступают соответствие встречных запросов как напрямую, так и через цепь связанных транзакций.

При расчете эффекта согласования цен учитываются результаты ряда исследований в данной области, например, работа Philipp E. Otto и Friedel Bolle "Matching markets with price bargaining" [23]. В отличие от денежно-товарного обмена, где цены определяются однозначно рыночными механизмами, в бартерных сделках возникают дополнительные особенности. Основная из них заключается в том, что в процессе переговоров и торга по параметрам сопоставляемых товаров и уровням прибыльности сторон результирующая цена может значительно отклоняться от тарифов и прайс-листов.

В рамках исследования применяется методика **Top Trading Cycle**, которая позволяет согласовывать распределения с учетом поиска устойчивых решений. Этот подход отражает принципы взаимобмена неделимыми товарами, исключая необходимость использования платежных систем, и обеспечивает формирование устойчивого ядра массива сделок. При участии большого количества контрагентов используется также консенсусное распределение объемов товаров по методу Нэша в контексте согласования, как предложено в работе O.T. Mewomo, F.U. Ogbuisi и C.C. Okeke "On split equality minimization and fixed point problems" [24]. Полученные результаты подчеркивают необходимость пересмотра традиционных подходов к согласованию цен в бартерных контрактах. Это связано с тем, что бартер вступает в противоречие с классическими методами, такими как ядро Селтена, особенно при использовании спотовых цен через кредитные учреждения. Кроме того, расширение возможностей в экономике данных и технологий Big Data [25] позволяет задействовать весь потенциал рынка за счет консенсусного разделения потребностей среди различных участников. Новые протоколы выбора контрагентов создают качественно иную среду взаимодействия, которая формируется в парадигме 5PL, значительно расширяя горизонты для бизнеса [26].

Комбинация указанных методик позволяет формировать стабильные параметры сделок, что создает основания для их применения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рассмотрим возможные расчеты бартерных сделок с использованием предлагаемых методов. Вначале на площадке глобального маркетплейса осуществляется поиск оптимального соответствия между предлагаемыми и необходимыми для приобретения или обмена товарными позициями. Эти позиции представлены в виде набора S_i , где $i = 1, 2, \dots, m$ – размерность ассортимента, включающего как собственные товары, так и запрашиваемые, которые могут быть необходимы для собственной деятельности или для реализации многоступенчатых сделок. Обработка данных по предложениям позволяет рассматривать

n вариантов сделок по бартерному обмену или приобретению товаров. Варианты сделок включают как прямые обмены, так и дробление объема товаров (сплит) по разным контрагентам. Такие сценарии возникают, например, когда один поставщик не располагает достаточным количеством необходимого товара. Контрагенты в таких сделках могут выступать как поставщиками, так и посредниками. Для анализа всех возможных вариантов взаимодействия данные о сделках по бартеру или приобретению представляются в форме матрицы Q :

$$Q = \begin{vmatrix} q_{01} & q_{02} & \dots & q_{0n} \\ q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{m1} & q_{m2} & \dots & q_{mn} \end{vmatrix}.$$

В первой строке матрицы указаны данные по прибыльности от сделок.

Остальные строки содержат данные о сплитах поставок.

Столбцы отражают данные о сплитах закупок.

Алгоритм расчета

Производится поиск $G^* = \max_{\vec{X}} G$, то есть процесс оптимизации заключается в поиске вектора $\vec{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$, представляющего число бартерных сделок, который обеспечивает максимум функции прибыли:

$$G = \sum_{j=1}^n q_{0j} X_j.$$

В рамках рыночной деятельности на сделки накладываются следующие ограничения:

$$\sum_{j=1}^n q_{1j} X_j \geq 0; \quad \sum_{j=1}^n q_{2j} X_j \geq 0; \quad \dots \quad \sum_{j=1}^n q_{mj} X_j \geq 0.$$

Также необходимо учесть ограничения по объему предлагаемых и запрашиваемых товаров:

$$X_1 \leq M_1; \quad X_2 \leq M_2; \quad \dots \quad X_n \leq M_n.$$

Для решения задачи формируются все выражения и ограничения, которые затем программируются с использованием вычислительной техники. С применением инструментов оптимизации, таких как линейное программирование, решается задача нахождения оптимального вектора $X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*$, который используется для определения параметров бартерного процесса, позволяя достичь максимальной экономической эффективности.

Результаты расчетов обеспечивают основу для реализации бартерных сделок в условиях рыночной неопределенности и ограничений, а также учитывают требования логистики и согласования с контрагентами.

Пример расчета

При подготовке данных для расчета используется метод согласования, основанный на подходе децентрализованной оптимизации, что в наибольшей степени соответствует задачам, возникающим в сетевых многоагентных системах. Особое внимание уделяется учету ограничения ресурсов, что критически важно для бартерных сделок в условиях рыночной неопределенности.

Метод DTO (Decentralized T-consensus Optimization)

DTO применяется для оптимизации целевой функции, связанной с набором ценовых параметров, которые требуют достижения консенсуса между участниками бартерных сделок. Этот метод позволяет:

- минимизировать разногласия между участниками по ценовым параметрам;
- обеспечить равновесие в распределении ресурсов и согласовании условий обмена;
- учитывать ограничения, накладываемые на доступные ресурсы и логистические возможности.

Метод ADM (Alternating Direction Method)

Для формирования исходных данных применяется метод чередующихся направлений, который решает задачу децентрализованной оптимизации, разлагая ее на подзадачи, решаемые локально агентами. ADM используется для:

- генерации начальных параметров сделки;
- оптимизации аргументов целевой функции;
- формирования набора данных для последующих компьютерных расчетов.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И УСЛОВИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА БАРТЕРНЫХ СДЕЛОК

Численные значения аргументов расчета в рамках бартерных сделок необходимо формировать на основе параметров, отражающих специфику торгового процесса. Это особенно актуально для российского бизнеса, который с 2022 года столкнулся с ограничениями в осуществлении прямых платежей. Одним из ключевых решений стало взаимодействие через международные компании, базирующиеся в странах, не присоединившихся к санкционному давлению на Россию.

Условия выбора центра торговых потоков

Для выбора центра направления торговых потоков с применением бартерных технологий учитываются следующие факторы:

- уровень инноваций – развитость технологических решений и внедрение передовых методов в экономике;
- инвестиционный климат – наличие благоприятных условий для привлечения капитала и поддержки бизнеса;
- инфраструктурные преимущества:
 - 1) транспортная и производственная инфраструктура;
 - 2) телекоммуникационные возможности;
 - 3) стабильность и развитость финансовой системы.
- интеграция инновационных технологий – развертывание финтех-решений, блокчейн-платформ и цифровых платежных систем.

ОБЪЕДИНЕННЫЕ АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ КАК ЛИДЕР УСТАНОВЛЕНИЯ ВЫГОДНЫХ БАРТЕРНЫХ СДЕЛОК

На основании данных бизнес-статистики за 2022–2023 годы наиболее привлекательным направлением для развития бартерных сделок стала деловая среда Объединенных Арабских Эмиратов (ОАЭ). С начала 2000-х годов ОАЭ занимает лидирующую позицию как мировой центр бизнеса благодаря следующим преимуществам:

- глобальная роль в инновациях: страна активно поддерживает развитие технологий, предоставляя широкие перспективы для разнообразной коммерческой деятельности;
- благоприятный инвестиционный климат: простота регуляторных процессов, льготные программы и свободные экономические зоны;

- инфраструктурные возможности: современные портовые терминалы, аэропорты и логистическая инфраструктура высшего уровня.

Одним из приоритетов правительства ОАЭ в последние годы стала цифровизация экономики. Для этого созданы максимально благоприятные условия:

- развитие финтех-индустрии и инвестирование значительных бюджетов в цифровые платежные системы;

- внедрение блокчейн-технологий, способствующих прозрачности и эффективности операций;

поддержка криптовалютных платформ и развитие биржевой деятельности;

применение Big Data и искусственного интеллекта для оптимизации торговых операций и расчетов.

Стабильная банковская система, развитая инфраструктура и благоприятный климат для внедрения новых технологий делают ОАЭ важным центром для организации современных бартерных операций. Особое внимание уделяется адаптации финтех-решений к новым реалиям, что включает:

- организацию цифровых платформ для управления бартером;

- развертывание гибких инструментов взаимозачетов с использованием Big Data;

- развитие интеграции искусственного интеллекта для автоматизации процесса согласования условий сделок.

Все перечисленные преимущества делают ОАЭ оптимальным выбором для построения современной системы бартерных операций. Цифровизация экономики Эмиратов, активная поддержка бизнеса и развитая инфраструктура создают уникальные условия для разработки и реализации эффективных бартерных моделей, адаптированных к текущим вызовам глобальной экономики.

Деловой ландшафт Объединенных Арабских Эмиратов характеризуется активным развитием и широким представительством глобальных и локальных маркетплейсов, которые играют важную роль в поддержке бизнес-активности. Анализ ключевых платформ показывает их значительный потенциал для организации бартерных сделок, внедрения инновационных технологий и расширения каналов взаимодействия с международными партнерами.

Основные маркетплейсы, которые функционируют в ОАЭ:

1. **www.noon.com** – один из крупнейших маркетплейсов в регионе, специализирующийся на продаже товаров широкого ассортимента.

2. **www.amazon.ae** – региональное подразделение глобального гиганта электронной коммерции.

3. **www.carrefouruae.com** – цифровая платформа известной сети супермаркетов.

4. **www.saffronsouk.com** – маркетплейс для ремесленных и дизайнерских товаров.

5. **www.myecosouk.com** – платформа для экологически чистых и органических продуктов.

6. **www.tradeling.com** – бизнес-ориентированный маркетплейс для оптовой торговли.

7. **www.dubaistore.com** – платформа, поддерживаемая правительством Дубая, для местных и международных продавцов.

8. **www.ohaansz.com** – специализируется на уникальных и нишевых продуктах.

9. **www.desertcart.ae** – предлагает широкий ассортимент товаров для покупателей в ОАЭ.

10. **www.storeus.co** – гибридная платформа для ритейлеров и покупателей.

11. **www.wolfly.ae** – фокусируется на моде и аксессуарах.

12. **www.emakan.ae** – платформа для местных продуктов и ремесленных изделий.

13. **www.halawy.ae** – специализируется на продуктах питания и деликатесах.

14. **www.organicplanetme.com** – экологически ориентированный маркетплейс.
15. **www.sandhai.ae** – платформа для традиционных продуктов и услуг.
16. **www.Quoodo.com** – универсальный маркетплейс для товаров повседневного спроса.
17. **www.8supermarkets.com** – платформа для супермаркетов и розничной торговли.
18. **www.falconcitymarkets.com** – ориентирована на покупателей в жилых комплексах Falcon City.
19. **www.grandiose.ae** – премиальный супермаркет с онлайн-доставкой.
20. **www.piyasplanet.com** – нишевая платформа для специализированных продуктов.
21. **www.mumzworld.com** – маркетплейс для товаров для детей и родителей.

Роль маркетплейсов в осуществлении бартерных сделок состоит в том, что появляются возможности использования:

- широкого ассортимента товаров – возможности для подбора позиций, подходящих для бартерного обмена;
 - цифровых решений – интеграция технологий Big Data, блокчейн и искусственного интеллекта для оптимизации сделок;
 - международного присутствия – выход на глобальные рынки и упрощение взаимодействия с международными контрагентами;
 - инфраструктурной поддержки – развитая система доставки, логистики и складирования.
- Для эффективного использования маркетплейсов необходимо:
- выбор платформы основывать на специфике товаров и целевой аудитории;
 - использование цифровых инструментов платформ для согласования условий сделок и оптимизации логистики;
 - интегрировать бартерные схемы через адаптацию платежных решений и взаимозачетов, поддерживаемых маркетплейсами.

Маркетплейсы представляют собой мощный инструмент для организации современной торговли, включая бартерные сделки, в условиях глобальной цифровизации экономики.

АНАЛИЗ КЛЮЧЕВЫХ ИГРОКОВ И ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ БАРТЕРНЫХ СДЕЛОК В ОАЭ

По данным статистики, основными игроками на рынке маркетплейсов в ОАЭ являются **Noon** и **Amazon**. Эти платформы предоставляют уникальные возможности для организации бартерных сделок благодаря своим цифровым экосистемам, развитой логистической инфраструктуре и доступу к широкому спектру услуг.

Noon – региональная цифровая экосистема. Noon представляет собой одну из ведущих платформ ОАЭ, полностью основанную на цифровых технологиях. Она обеспечивает:

- локализацию товаров и услуг для регионального рынка;
- простоту взаимодействия с местными и международными поставщиками;
- интеграцию современных технологий для управления продажами и логистикой.

Amazon – глобальный лидер и его преимущества. Amazon занимает лидирующие позиции как на рынке электронной коммерции, так и в сегменте облачных сервисов. Основное преимущество Amazon в контексте бартерных сделок состоит в том, что это крупнейшее коммерческое облако в мире, предоставляющее услуги IaaS (Infrastructure as a Service) и PaaS (Platform as a Service). Это позволяет:

- получать полный доступ к потокам информации о товарах и услугах;
- использовать мощные аналитические инструменты для оптимизации бартерных сделок.

1. **FBA (Fulfillment by Amazon):** управление всеми аспектами логистики, включая хранение, упаковку и доставку товаров.

2. **FBM (Fulfillment by Merchant):** удобный сервис для продавцов, которые размещают товары на платформе и пользуются аутсорсингом концепции **3PL** (третья сторона логистики).

Роль специализированных операторов. Для российского бизнеса Amazon предоставляет доступную и привычную операционную сеть, что способствует активности в сегменте через специализированных операторов, таких как:

- RusGlobalExport – предоставляет консалтинговые услуги, фулфилмент, хранение и логистику в ОАЭ;
- другие аналогичные компании, ориентированные на обслуживание товарного бизнеса и бартерных сделок в формате B2B;

Логистические услуги в ОАЭ достигают одного из самых высоких уровней в мире. Для реализации бартерных сделок используются следующие услуги:

- **Express/Air Cargo** – быстрая доставка грузов воздушным транспортом;
- **Sea Shipment/DDP Services (Delivered Duty Paid)** – доставка морским транспортом с уплатой всех таможенных сборов;
- **LCL (Less than Container Load)** – перевозка небольших партий грузов в контейнерах.

УЧАСТИЕ КИТАЙСКИХ КОМПАНИЙ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ

Ключевую роль в поддержке логистических операций играют партнеры из Китая, которые обеспечивают:

- полный спектр транспортных услуг, включая воздушный и морской форвардинг;
- сопровождение сделок и экспедирование;
- независимость от санкций, что делает их надежными партнерами для российского бизнеса.

Эмираты активно способствуют привлечению иностранных компаний, предлагая благоприятные условия для торговли. Электронные торговые площадки Дубая и Абу-Даби предоставляют весь необходимый ассортимент товаров и услуг для бартерных операций. Комбинация удобства инфраструктуры Amazon (FBA и FBM) и локального сервиса делает ОАЭ идеальной площадкой для реализации бартерных сделок.

ПРИМЕР РАСЧЕТА БАРТЕРНОЙ СДЕЛКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Для представления данных, отражающих расчеты бартерных сделок, была составлена таблица 1, в которой приведен пример сегмента торговли производственным оборудованием с диапазоном цен от 5 000 до 20 000 USD. Этот сегмент выбран из-за его широты ассортимента и значимости в бизнес-операциях.

Структура таблицы

1. Первая строка: указывает прибыль от бартерной сделки, соответствующую наименованию предлагаемого товара или услуги. Эта прибыль рассчитывается на основании разницы стоимости товаров и условий сделки.

2. Столбцы:

- включают идентификатор товарной позиции (SKU);
- символ «-1» в соответствующем столбце обозначает единицу предлагаемого товара, используемого для обмена;
- остальные строки содержат количество SKU товаров из списка, которые могут быть включены в потенциальный бартерный обмен.

Таблица 1 полностью соответствует функции матрицы Q , предложенной в алгоритме. Она служит основой для расчета оптимальных параметров бартерных сделок, средством анализа структуры обмена, отображая соотношение между предлагаемыми и запрашиваемыми товарами, инструментом для упрощения расчетов и визуализации данных, необходимых для оптимизации бартерного процесса.

Таблица 1а. Исходный вариант бартера**Table 1a.** Initial version of barter

| | Варианты сделок по бартерному обмену или приобретению этих товаров | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----|-----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Прибыль от бартерной сделки, соответствующая наименованию предлагаемого товара, значение которого в соответствующем столбце «-1» | 23 | 17 | 420 | 12 | 4 | 800 | 44 | 35 | 93 | 41 | 16 | 22 | 7 | 34 |
| Товар (или услуга) 1 | | -1 | | 2 | | | -1 | | | | | | | |
| Товар (или услуга) 2 | -1 | | | | 3 | 6 | | | 2 | | | 1 | | |
| Товар (или услуга) 3 | | | -1 | | | | 2 | | | -1 | | | | 32 |
| Товар (или услуга) 4 | | 8 | | -1 | | 4 | | 5 | | | | 17 | 8 | |
| Товар (или услуга) 5 | 3 | | 1 | | -1 | | | | | | | | | |
| Товар (или услуга) 6 | | | | | | -1 | | | | 2 | -1 | | 4 | |
| Товар (или услуга) 7 | | | | | | | | | 4 | | | | | |
| Товар (или услуга) 8 | | | | | | | | -1 | | | | 3 | | |
| Товар (или услуга) 9 | | | 4 | | | 1 | | | | | 9 | | -1 | |
| Товар (или услуга) 10 | | 3 | | | | 15 | | | -1 | | | | | |
| Товар (или услуга) 11 | | | | | 7 | | | 4 | | | | | | -1 |
| Товар (или услуга) 12 | 1 | | 4 | | 4 | | | 4 | | 6 | | -1 | | 4 |

Таблица 1б. Исходный вариант бартера**Table 1b.** Initial version of barter

| | Варианты сделок по бартерному обмену или приобретению этих товаров | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Прибыль от бартерной сделки, соответствующая наименованию предлагаемого товара, значение которого в соответствующем столбце «-1» | 19 | 8 | 55 | 6 | 38 | 4 | 92 | 14 | 35 | 18 | 45 | 51 | 4 | 3 |
| Товар (или услуга) 1 | | -1 | | | | | -1 | | | | | | | |
| Товар (или услуга) 2 | -1 | | | | 3 | 2 | | | 11 | | | 1 | | |
| Товар (или услуга) 3 | | | -1 | | | | 7 | | | -1 | | | | 20 |
| Товар (или услуга) 4 | | | | -1 | | 3 | | 5 | | | | 4 | 2 | |
| Товар (или услуга) 5 | 3 | | 1 | | -1 | | | | | | | | | |
| Товар (или услуга) 6 | | | | | | -1 | | | | 2 | -1 | | 4 | |
| Товар (или услуга) 7 | | | | | | | | | 5 | | | | | |
| Товар (или услуга) 8 | 5 | | | 2 | | | | -1 | | | | 3 | | |
| Товар (или услуга) 9 | | | | | | 1 | | | | | | | -1 | |
| Товар (или услуга) 10 | | 3 | | | | 4 | | | -1 | | | | | |
| Товар (или услуга) 11 | | | | | 7 | | | | | | | | | -1 |
| Товар (или услуга) 12 | 1 | | 4 | | 4 | | | 4 | | | | -1 | | |

Таблица 1с. Исходный вариант бартера**Table 1с.** Initial version of barter

| | Варианты сделок по бартерному обмену или приобретению этих товаров | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Прибыль от бартерной сделки, соответствующая наименованию предлагаемого товара, значение которого в соответствующем столбце «-1» | 29 | 11 | 230 | 19 | 22 | 14 | 88 | 9 | 57 | 14 | 38 | 51 | 19 | 6 |
| Товар (или услуга) 1 | | -1 | | | | | -1 | | | | | | | |
| Товар (или услуга) 2 | -1 | | | | 3 | 2 | | | 11 | | | 1 | | |
| Товар (или услуга) 3 | | | -1 | | | | 7 | | | -1 | | | 1 | 8 |
| Товар (или услуга) 4 | 6 | | | -1 | | 3 | | 5 | | | 2 | 4 | 9 | |
| Товар (или услуга) 5 | | | 9 | | -1 | | | | | | | | | 3 |
| Товар (или услуга) 6 | | 12 | | | | -1 | | | | | -1 | | 6 | |
| Товар (или услуга) 7 | 4 | | | | | | | | 8 | | | | | |
| Товар (или услуга) 8 | 8 | | | 2 | | | | -1 | | | | 3 | | |
| Товар (или услуга) 9 | | | 3 | | | 1 | | | | | | | -1 | |
| Товар (или услуга) 10 | | 7 | | | | 4 | | | -1 | | | | | |
| Товар (или услуга) 11 | | | | | 7 | | | | | | 2 | | | -1 |
| Товар (или услуга) 12 | 1 | | 4 | | 4 | | | 4 | | | | -1 | | |

Результаты расчета при одинаковых ограничениях на объемы предлагаемых товаров или услуг приведены в таблице 2.

Таблица 2а. Результат расчета**Table 2а.** Calculation result

| Тип | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | x_5 | x_6 | x_7 | x_8 | x_9 | x_{10} | x_{11} | x_{12} | x_{13} | x_{14} |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Объем | 17 | 210 | 530 | 227 | 45 | 12 | 77 | 32 | 64 | 44 | 276 | 16 | 50 | 443 |

Значение суммарной прибыли – 271 509 руб.

Таблица 2б. Результат расчета**Table 2б.** Calculation result

| Тип | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | x_5 | x_6 | x_7 | x_8 | x_9 | x_{10} | x_{11} | x_{12} | x_{13} | x_{14} |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Объем | 17 | 0 | 530 | 227 | 45 | 12 | 0 | 32 | 48 | 44 | 124 | 16 | 12 | 315 |

Значение суммарной прибыли – 42 902 руб.

Таблица 2с. Результат расчета**Table 2с.** Calculation result

| Тип | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | x_5 | x_6 | x_7 | x_8 | x_9 | x_{10} | x_{11} | x_{12} | x_{13} | x_{14} |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Объем | 17 | 0 | 530 | 227 | 45 | 12 | 0 | 32 | 48 | 44 | 288 | 16 | 50 | 891 |

Значение суммарной прибыли – 149 560 руб.

Алгоритм, примененный для расчета бартерных сделок с различным числом предлагаемых товаров и услуг, показал свою **абсолютную масштабируемость**. В реальных условиях коммерческой деятельности размерность матрицы Q , используемой в расчетах, ограничивается только ассортиментом товаров и услуг, проходящих через информационные потоки 5PL-операторов. Например, для подразделения Amazon в ОАЭ объем товарных позиций составляет около 540 000 наименований.

Особенность масштабируемости состоит в том, что показывает:

– гибкость в учете участников: несмотря на широкий ассортимент, не все поставщики заинтересованы в работе в бартерном режиме. Однако даже небольшой процент от общего числа агентов, согласных на обмен товарами и услугами, позволяет решить значительное число задач, включая:

- 1) обеспечение доступа к необходимым ресурсам;
- 2) уменьшение зависимости от банковского обслуживания;
- 3) расширение партнерской сети на глобальных онлайн-платформах;

– ограничение выборки: алгоритм адаптируется к реальным условиям, исключая из анализа товары и услуги, не подходящие для бартерных сделок, что существенно снижает вычислительную нагрузку.

Для решения задачи поиска оптимального набора вариантов бартерных сделок используются программные надстройки, которые обеспечивают поиск наилучших решений, система автоматически определяет комбинации товаров и услуг, которые обеспечивают максимальную прибыль и соответствуют заданным условиям. Использование программ способствует уменьшению временных и финансовых издержек, связанных с поиском обходных путей проведения сделок, а также повышению эффективности работы предприятий, находящихся под санкционным давлением. Программная надстройка позволяет интеграцию в экосистему с подключением к мощным экосистемам глобальных онлайн-платформ, таких как Amazon и Noon, и использование инструментов цифровизации, включая финтех-решения и технологии Big Data. Использование предлагаемого алгоритма позволит участникам бартерных сделок минимизировать риски, которые связаны с ограничениями банковского обслуживания, оптимизировать логистику с использованием глобальной сети 5PL-операторов, обеспечивающей эффективное управление поставками и распределением, адаптироваться к рыночным условиям посредством интеграции в глобальные платформы, что уменьшит влияние региональных ограничений и откроет новые возможности для бизнеса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из наиболее перспективных направлений в организации процессов координации коммерческой деятельности с использованием бартерных сделок являются глобальные цифровые платформы, реализующие концепцию 5PL. Такие интегрированные бизнес-среды, основанные на научных методах и технологиях, создают условия для согласования интересов практически неограниченного числа участников коммерческих процессов. Перспективы применения концепции 5PL для организации бартерных сделок связаны с тем, что провайдеры услуг 5PL могут функционировать вне рамок национальных юрисдикций, что делает их особенно важными в условиях политической разобщенности и санкционных ограничений, их (5PL) наднациональный характер позволяет эффективно решать задачи в глобальном масштабе.

Использование и интеграция технологий Big Data расширяют возможности бизнеса в условиях информационного общества и с помощью анализа больших данных становится возможным выстраивание гибких сетевых взаимодействий, которые соединяют поставщиков и потребителей. В то же время сохраняется баланс интересов, так как концепция

5PL позволяет оптимизировать бизнес-цепочки для каждого участника, соблюдая принцип баланса интересов, и устраняется необходимость проведения значительной части платежных транзакций благодаря созданию финансового ландшафта, интегрированного в экосистему провайдера.

Упрощаются логистические схемы, происходит исключение избыточных посредников, что снижает издержки и повышает экономическую эффективность. Решение логистических, правовых и таможенных вопросов, а также арбитраж и рейтинговая оценка надежности участников обеспечивают прозрачность сделок.

Предлагаемый алгоритм осуществления бартерных сделок базируется на методах мэтчинга, алгоритмах top trading cycle и программных методах оптимизации. Этот алгоритм удачно сочетает автоматическое сопоставление участников сделки на основе их интересов, может обеспечить устойчивое распределение товаров и услуг, предложить наилучшие условия бартерных сделок. Алгоритм может быть интегрирован в программные приложения для поддержки управления бизнесом, его возможно встраивать в системные процедуры принятия решений с использованием искусственного интеллекта. Это позволяет расширить возможности экономики данных через распределение потоков товаров и услуг и обеспечить обратную связь с участниками коммерческих процессов в режиме реального времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Анисимова Я. А., Плотников В. А. Экономическая безопасность, санкции и переориентация российских внешнеторговых потоков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2023. Т. 13. № 2. С. 10–23. DOI: 10.21869/2223-1552-2023-13-2-10-23. EDN: YWKZOQ

Anisimov Ya.A., Plotnikov V.A. Economic security, sanctions and reorientation of Russian foreign trade flows. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment* [Bulletin of the South-West State University. Series: Economy. Sociology. Management]. 2023. Vol. 13. No. 2. Pp. 10–23. DOI: 10.21869/2223-1552-2023-13-2-10-23. EDN: YWKZOQ. (In Russian)

2. Капустина И. В., Григорьева К. А. Россия в системе мирохозяйственных связей // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2022. № 4. С. 35–40. DOI: 10.37882/2223-2974.2022.04.13. EDN: EDSAGI

Kapustina I.V., Grigorieva K.A. Russia in the System of World Economic Relations. *Sovremennaya nauka: aktual'nyye problemy teorii i praktiki. Seriya: Ekonomika i pravo* [Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Economics and Law]. 2022. No. 4. Pp. 35–40. DOI: 10.37882/2223-2974.2022.04.13. EDN: EDSAGI. (In Russian)

3. Плотников В. А., Цехомский Н. В. Проблемы финансового сопровождения хозяйственных операций в условиях экономических санкций // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2022. № 6(138). С. 68–72. EDN: ZFOPBP

Plotnikov V.A., Tsekhomsky N.V. Problems of financial support of business transactions under economic sanctions. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the St. Petersburg State University of Economics]. 2022. No. 6(138). Pp. 68–72. EDN: ZFOPBP. (In Russian)

4. Kong X.T.R. et al. Cyber physical ecommerce logistics system: An implementation case in Hong Kong. *Computers & Industrial Engineering*. 2020. No. April 2019. (139). P. 106170.

5. Котляров И. Д. Цифровая трансформация финансовой сферы: содержание и тенденции // Управленец. 2020. Т. 11. № 3. С. 72–81. DOI: 10.29141/2218-5003-2020-11-3-6. EDN: QCAMVP

Kotlyarov I.D. Digital transformation of the financial sector: content and trends. *Upravlenets [Manager]*. 2020. Vol. 11. No. 3. Pp. 72–81. DOI: 10.29141/2218-5003-2020-11-3-6. EDN: QCAMVP. (In Russian)

6. Куликова О. М., Суворова С. Д. Маркетплейс: бизнес-модель современной торговли // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2020. № 6(48). С. 50–55. DOI: 10.47581/2020/10.23.PS85/IE/5.48.008. EDN: ZLREFV

Kulikova O.M., Suvorova S.D. Marketplace: a business model of modern trade. *Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya* [Innovative economy: prospects for development and improvement]. 2020. No. 6(48). Pp. 50–55. DOI: 10.47581/2020/10.23.PS85/IE/5.48.008. EDN: ZLREFV. (In Russian)

7. Лавская К. К., Барыкин С. Е., Макаренко Е. А. Цифровой помощник в контексте понятий цифровой платформы и цифровой экосистемы // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 7. № 10(139). С. 162–175. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2023.10.07.020. EDN: JAJWBB

Lavskaya K.K., Barykin S.E., Makarenko E.A. Digital assistant in the context of the concepts of a digital platform and a digital ecosystem. *Ekonomika i upravleniye: problemy, resheniya* [Economy and management: problems, solutions]. 2023. Vol. 7. No. 10(139). Pp. 162–175. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2023.10.07.020. EDN: JAJWBB. (In Russian)

8. Khatri M. Digital Marketing and Artificial Intelligence for Evaluating Powerful Customer Experience. *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology*. 2021. No. 6(6). Pp. 658–660.

9. Sidorova E. Features of the Digital Economy Development in the EAEU Countries. *Bulletin of Volgograd State University*. 2021. No. 3(23). Pp. 123–137.

10. Alexander B., Kent A. Change in technology-enabled omnichannel customer experiences in-store. *Journal of Retailing and Consumer Services*. 2022. No. January 2020. (65). P. 102338.

11. Chang Y.P., Li J. Seamless experience in the context of omnichannel shopping: scale development and empirical validation. *Journal of Retailing and Consumer Services*. 2022. No. November 2021. (64). P. 102800.

12. Hajdas M., Radomska J., Silva S.C. The omni-channel approach: A utopia for companies? *Journal of Retailing and Consumer Services*. 2022. No. June (65). P. 102131.

13. Jardim S., Mora C. Customer reviews sentiment-based analysis and clustering for market-oriented tourism services and products development or positioning. *Procedia Computer Science*. 2022. No. 2021 (196). Pp. 199–206.

14. He L., Xue M., Gu B. Internet-of-things enabled supply chain planning and coordination with big data services: Certain theoretic implications. *Journal of Management Science and Engineering*. 2020. No. 1(5). Pp. 1–22.

15. Kapustina I. et al. Digitalization of logistics hubs as a competitive advantage of logistics networks. *E3S Web of Conferences*. 2020. (157). P. 05009.

16. Teodorescu M., Korchagina E. How blockchain is revolutionizing supply chains: a literature review. *Global Challenges of Digital Transformation of Markets*. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2022. Pp. 295–304. EDN: UUELSH

17. Voronova O.V., Khnykina T.S., Khareva V.A., Didmanidze I. Blockchain in retail: development prospects and implementation issues. *Global Challenges of Digital Transformation of Markets*. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2022. Pp. 277–284. EDN: UHHIWS

18. Егерова Ю. Б., Бахарев В. В. Цифровые логистические платформы как инновационный формат предоставления логистических услуг: критический анализ // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2023. № 2(46). С. 5–24. DOI: 10.21685/2227-8486-2023-2-1. EDN: PIOVFW

Egereva Yu.B., Bakharev V.V. Digital logistics platforms as an innovative format for providing logistics services: a critical analysis. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* [Models, systems, networks in economics, technology, nature and society]. 2023. No. 2(46). Pp. 5–24. DOI: 10.21685/2227-8486-2023-2-1. EDN: PIOVFW. (In Russian)

19. Корчагина Е. В., Еремин К. А., Видинеева Е. В. Цифровые логистические платформы: анализ зарубежного опыта // Журнал правовых и экономических исследований. 2021. № 4. С. 27–31. DOI: 10.26163/GIEF.2021.42.11.004. EDN: TEKSQJ

Korchagina E.V., Eremin K.A., Vidineeva E.V. Digital Logistics Platforms: Analysis of Foreign Experience. *Zhurnal pravovykh i ekonomicheskikh issledovaniy* [Journal of Legal and Economic Research]. 2021. No. 4. Pp. 27–31. DOI: 10.26163/GIEF.2021.42.11.004. EDN: TEKSQJ. (In Russian)

20. Барыкин С. Е., Егерев Ю. Б., Корчагина Е. В. и др. Крупнейшие международные цифровые логистические платформы: сравнительный анализ // Омский научный вестник. Серия Общество. История. Современность. 2022. Т. 7. № 1. С. 97–103. DOI: 10.25206/2542-0488-2022-7-1-97-103. EDN: GTYOWI

Barykin S.E., Egereva Yu.B., Korchagina E.V. et al. The largest international digital logistics platforms: a comparative analysis. *Omskiy nauchnyy vestnik. Seriya Obshchestvo. Istoriya. Sovremennost'* [Omsk Scientific Bulletin. Series Society. History. Modernity]. 2022. Vol. 7. No. 1. Pp. 97–103. DOI: 10.25206/2542-0488-2022-7-1-97-103. EDN: GTYOWI. (In Russian)

21. Tjahjono B. et al. What does Industry 4.0 mean to Supply Chain? *Procedia Manufacturing*. 2017. (13). Pp. 1175–1182.

22. Barykin S.E. et al. Sustainability Analysis of Energy Resources Transport Based on A Digital N-D Logistics Network. *Engineered Science*. 2024. (29). P. 1093.

23. Otto P.E., Bolle F. Matching markets with price bargaining. *Experimental Economics*. 2011. No. 3(14). Pp. 322–348.

24. Mewomo O.T., Ogbuisi F.U., Okeke C.C. On split equality minimization and fixed point problems. *Novi Sad Journal of Mathematics*. 2018. No. 2(48). Pp. 21–39.

25. Ivanov D., Dolgui A. A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*. 2021. No. 9 (32). Pp. 775–788.

26. Barykin S.Y. et al. Algorithmic Foundations of Economic and Mathematical Modeling of Network Logistics Processes. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2020. No. 4(6). P. 189.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Вклад авторов:

Барыкин С. Е. – научное руководство исследованием, постановка целей и задач исследования;
Сонц И. В. – подбор методического инструментария, практическая апробация и описание;
Сергеев С. М. – сбор и аналитика данных, проведение обзора литературы;
Макаренко Е. А. – подготовка начального варианта текста;
Божук С. Г. – проведение критического анализа материалов, формулирование практической значимости исследования.

Contribution of the authors:

Barykin S.E. – scientific supervision of the study, setting the goals and objectives of the study;

Sonts I.V. – selection of methodological tools, practical testing and description;

Sergeev S.M. – collection and analysis of data, and conducting a literature review;

Makarenko E.A. – preparation of the initial version of the text;

Bozhuk S.G. – conducting a critical analysis of materials, formulating the practical significance of the study.

Информация об авторах

Сонц Илья Владимирович, соискатель Высшей школы сервиса и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого;

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50;

systemconcept@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7693-508X>

Барыкин Сергей Евгеньевич, д-р экон. наук, профессор, профессор Высшей школы сервиса и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого;

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50;

sbe@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9048-009X>, SPIN-код: 9382-2074

Сергеев Сергей Михайлович, канд. техн. наук, доцент, доцент Высшей школы промышленного менеджмента, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого;

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50;

sergeev2@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0195-4589>, SPIN-код: 4952-8095

Макаренко Евгений Александрович, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры бизнес-информатики и менеджмента, Санкт-Петербургский университет аэрокосмического приборостроения;

190000, Russia, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67;

ss300@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3461-3166>, SPIN-код: 8363-8144

Божук Светлана Геннадьевна, д-р экон. наук, профессор, профессор Высшей школы сервиса и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого;

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50;

bojuk_svetlana@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8179-5882>, SPIN-код: 3021-5480

Information about the authors

Pyra V. Sonts, Applicant, Graduate School of Service and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University;

195251, Russia, St. Petersburg, 50 Novorossiyskaya street;

systemconcept@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7693-508X>

Sergey E. Barykin, Doctor of Economic Sciences, Professor, Graduate School of Service and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University;

195251, Russia, St. Petersburg, 50 Novorossiyskaya street;

sbe@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9048-009X>, SPIN-code: 9382-2074

Sergey M. Sergeev, Candidate of Engineering Sciences, Graduate School of Industrial Management, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University;

195251, Russia, St. Petersburg, 50 Novorossiyskaya street;

sergeev2@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0195-4589>, SPIN-code: 4952-8095

Evgeniy A. Makarenko, Candidate of Economic Sciences, Department of Business-Informatics and Management, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation;

190000, Russia, St. Petersburg, 67 Bolshaya Morskaya street;

ss300@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3461-3166>, SPIN-code: 8363-8144

Svetlana G. Bozhuk, Doctor of Economic Sciences, Graduate School of Service and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University;

195251, Russia, St. Petersburg, 50 Novorossiyskaya street;

bojuk_svetlana@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8179-5882>, SPIN-code: 3021-5480

УДК 338.46:311.1

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-79-88

EDN: PDEBTV

Научная статья

Ментальные информационно-статистические диверсии: особенности и проблемы противодействия

М. В. Карманов¹, И. А. Киселева^{1,2}, В. И. Кузнецов¹, А. М. Трамова^{✉1,2}

¹Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова
115054, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36

²Университет «Синергия»
129090, Россия, Москва, ул. Мещанская, 9/14, стр. 1

Аннотация. В настоящее время наблюдается быстрое расширение информационного пространства. Это дает обществу новые возможности и создает новые проблемы. Так, зачастую информация используется не по прямому назначению, а как инструмент информационных войн, которые оказывают психологическое воздействие на сознание населения. Вместе тем понятие «информационная война» трактуется по-разному, соответственно, нет единого мнения в оценке влияния информационных войн на сознание человека. В связи с вышесказанным актуальными являются исследования, направленные на оценку этого влияния и разработку мероприятий по противодействию ментальным информационно-статистическим диверсиям. **Цель.** Уточнить сущность понятий «информационная война», «ментальные информационно-статистические диверсии», рассмотреть методологические вопросы использования информации в ментальных войнах, в результате которых возможно изменение мировоззрения. **Методология.** Применяются методы теоретического исследования в форме обобщения, сравнения и специальных аналитических процедур. **Результаты.** В статье приводится обзор литературы, посвященной проблемам ментальных информационно-статистических диверсий. Отмечается, что в информационном воздействии важное место отводится статистическим данным, которые позволяют наглядно продемонстрировать правоту тех или иных идей. Рассмотрены способы манипуляций статистическими данными. **Выводы.** Проблемы ментальных информационно-статистических диверсий в современном мире приобретают особую актуальность. Выявлены особенности ментальных информационно-статистических диверсий, определены причины и направления противодействия им. Во-первых, система единого государственного экзамена имела позитивные и негативные последствия. В силу тестовой системы подготовки и накопления знаний, подразумевающей не творчество, а натаскивание на правильные ответы, многие исторические, литературные, культурные и прочие ценности остались за бортом. Это подготовило почву для проведения информационно-статистических диверсий. Во-вторых, недостаточная статистическая грамотность. Население не располагает специальными знаниями, позволяющими быстро и успешно разбираться в откровенной статистической дезинформации, а тем более в завуалированных статистических диверсиях ментального характера. **Область применения полученных результатов.** Материал может быть полезен при разработке мероприятий по противодействию ментальным информационно-статистическим диверсиям.

Ключевые слова: информационные войны, ментальные информационно-статистические диверсии, манипуляция статистическими данными, статистическая грамотность

Поступила 02.08.2024, одобрена после рецензирования 22.11.2024, принята к публикации 09.01.2025

Для цитирования. Карманов М. В., Киселева И. А., Кузнецов В. И., Трамова А. М. Ментальные информационно-статистические диверсии: особенности и проблемы противодействия // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 79–88. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-79-88

Mental informational-statistical sabotage: features and problems of counteraction

M.V. Karmanov¹, I.A. Kiseleva^{1, 2}, V.I. Kuznetsov¹, A.M. Tramova^{✉1, 2}

¹Plekhanov Russian University of Economics
115054, Russia, Moscow, 36 Stremyannyy lane

²Synergy University
129090, Russia, Moscow, 9/14, building 1, Meshchanskaya street

Abstract. Currently, there is a rapid expansion of the information space. This gives society new opportunities and poses new problems. Thus, information is often used not for its intended purpose, but as a tool of information wars, which have a psychological impact on the consciousness of the population. At the same time, the concept of "information war" is interpreted differently, so there is no consensus in assessing the impact of information wars on human consciousness. Based on the aforesaid, studies aimed at assessing this impact and developing measures to counter mental information and statistical sabotage are relevant. Objective. To clarify the essence of the concepts of "information war", "mental information and statistical sabotage", to consider the methodological issues of using information in mental wars, as a result of which a change in worldview is possible. Methodology. Theoretical research methods are used in the form of generalization, comparison and special analytical procedures. Results. The article provides a literature review devoted to the problems of mental information and statistical sabotage. It is noted that statistical data plays an important role in information impact, as they allow one to clearly demonstrate the correctness of certain ideas. Methods of manipulating statistical data are considered. Conclusions. The problems of mental information and statistical sabotage are becoming especially relevant in the modern world. The features of mental information and statistical sabotage are revealed, the causes and directions of counteraction to them are determined. Firstly, the system of the unified state examination had positive and negative consequences. Due to the test system of preparation and accumulation of knowledge, which implies not creativity, but drilling for correct answers, many historical, literary, cultural and other values were left overboard. This paved the way for information and statistical sabotage. Secondly, insufficient statistical literacy. The population does not have the special knowledge that would allow it to quickly and successfully understand outright statistical disinformation, and even less so veiled statistical sabotage of a mental nature. Scope of application of the obtained results. The material can be useful in developing measures to counter mental information and statistical sabotage.

Keywords: information wars, mental information-statistical sabotage, manipulation of statistical data, statistical literacy

Submitted 02.08.2024,

approved after reviewing 22.11.2024,

accepted for publication 09.01.2025

For citation. Karmanov M.V., Kiseleva I.A., Kuznetsov V.I., Tramova A.M. Mental informational-statistical sabotage: features and problems of counteraction. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 79–88. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-79-88

Современный мир уже трудно, а скорее всего, вообще невозможно представить без стремительного расширения информационного пространства. Фактически информация, поступающая в свободный доступ членов гражданского сообщества, множится не просто быстро, а стремительными темпами, создавая при этом не только новые возможности, но и новые проблемы.

Одна из них сводится к тому, что все большая и большая часть информационного пространства используется далеко не по прямому назначению, а для решения качественно новых задач, не имеющих ничего общего с простым удовлетворением потребностей населения

в сведениях того или иного рода. Информация все чаще используется как оружие, поражающее своей огромной опасностью и колоссальными проникающими способностями [1].

В этой связи в научной среде и на практике наблюдается резкое возрастание градуса дискуссий, ведущихся вокруг признания самого факта существования, содержания и методов ведения, роли, места и других особенностей информационных войн в современном мире. К наиболее острым из них относятся:

- информационные войны – это миф или реальность? [2];
- какова роль информационных войн в современном мире? [3];
- в чем заключается сущность информационных войн и чем они отличаются по методам ведения от традиционных войн? [4];
- действительно ли информационные войны оказывают сильное психологическое воздействие на сознание широких слоев населения? [5];
- насколько важным является предупреждение и предотвращение последствий информационных войн? [6];
- насколько большой урон наносят информационные войны традиционным общественным ценностям? [7].

Можно спорить о мифическом или реальном характере современных информационных войн, можно придерживаться различных позиций и мнений, но крайне трудно не признать, что они есть на самом деле, а не только в сознании отдельных людей. Для подтверждения этого достаточно обратить внимание на средства массовой информации, включая интернет и социальные сети. В них однозначно развернулись «кровопролитные» бои за умы и сознание как отдельных целевых аудиторий, так и самых широких слоев населения. Попытки афишировать, популяризировать, продвинуть, распространить и т.д. свой образ жизни, свой взгляд на все происходящее в мире носят не только завуалированный, но и прямой, открытый характер. Западные ценности жизни, потребления, взаимоотношения полов, толерантности, разнузданной широты гендеров и т.п. мощнейшим потоком выливаются в средства массовой информации, на бескрайние поля интернета [8] и в глубинные русла социальных сетей [9], достигая своих потенциальных потребителей в систематизированном, непрерывном и тотальном формате. И, пожалуй, только сознательная духовная «слепота» может заставлять делать утверждения, что информационных войн не было, нет и не будет. Они уже давно здесь, рядом и поражают своими постоянно нарастающими масштабами и интенсивностью.

Роль информационных войн в современном мире сводится к тому, что они позволяют частично или полностью достигать поставленных целей без применения традиционных войн. Наличие ядерного оружия у стран, исповедующих несовпадающие принципы существования, имеющих разное мировоззрение и ценности, реально способно привести не только к взаимному уничтожению, но и к уничтожению всей планеты. Поэтому информационные войны выступают в качестве своеобразной и доступной альтернативы, которая предоставляет возможность открыто «воевать» за любые исповедуемые идеи.

Вне всякого сомнения, информационные войны принципиально отличаются от традиционных войн, которые ориентированы на применение стрелкового оружия, артиллерии, танков, самолетов и ракет. Сущность информационных войн заключается в использовании качественно иного «вооружения». Этим оружием является информация, которая, как показывает практика, бывает намного опаснее традиционного оружия. Информация способна наносить выверенные и точные удары по сознанию самых разнообразных слоев населения, формируя необходимое общественное мнение и настроения граждан, которые создают предпосылки для революционных преобразований, сметающих на своем пути не только ранее существовавшую власть, но и целые государства и цивилизации с их устоями, традициями и ценностями.

В этом контексте вопрос о том, а действительно ли информационные войны оказывают сильное психологическое воздействие на сознание широких слоев населения, давно уже носит неуместный характер. Информация как своеобразное и очень опасное оружие как раз и нацелена на то, чтобы повлиять на сознание людей. Если так можно выразиться, повернуть мысли людей в определенном направлении, чтобы они после не очень долгих размышлений перешли в плоскость практических действий, совпадающих исключительно с интересами организаторов информационных войн. И отработка алгоритмов и механизмов подобного психологического воздействия имеет первостепенное значение, так как позволяет успешно воевать без объявления войны там, где захочется.

По указанным причинам предупреждение и предотвращение последствий информационных войн носят важный характер и достигают статуса первостепенных проблем обеспечения национальной безопасности. Можно сколько угодно рассуждать о демократии и правах граждан на получение любой информации, но при этом хватит того, чтобы бросить лишь беглый взгляд на те усилия, которые сегодня прикладывает толерантный Запад по ограничению и полной ликвидации российских и пророссийских средств массовой информации на своей территории, тиражирующих идеи, не всегда совпадающие с «цивилизованными» представлениями о ценностях, правилах и принципах построения современного мира.

Ну и самое главное. Информационные войны все более активно и целенаправленно стали перевоплощаться в ментальные войны, которые представляют собой особую разновидность ведения подрывной деятельности, направленной на разрушение традиционных общественных ценностей. Ментальные войны сводятся к тому, что информация привлекается для систематической, постепенной подмены ранее существовавшего мировоззрения. На основе распространения и внедрения новых смысловых ориентиров жизни людей проводится медленная экспансия сознания граждан страны-мишени¹. В результате происходит тотальное уничтожение самосознания, ментальности и государственного суверенитета потенциального противника [10]. Иными словами, информация в ментальных войнах в настоящее время служит в качестве чрезвычайно опасного и крайне разрушительного оружия глубинного действия, которое реально способно сметать на своем пути не только принципы или идеи, но и целые государства и цивилизации.

Специфика ведения ментальных войн заключается в том, что они обычно носят ползущий характер. То есть конечная цель достигается не сразу, так как сломать исторически сложившееся мировоззрение совсем не просто. Поэтому на практике ментальные войны реализуются посредством продуманных, последовательных и логически выстроенных информационно-статистических диверсий, постепенно и систематически подрывающих веру граждан в традиционные ценности.

Чаще всего ментальные информационно-статистические диверсии концентрируют свое внимание на трех принципиальных направлениях:

- 1) разрушение исторического фундамента, исторических скрепов общества, которые цементировали его единым прошлым национально-патриотического толка;
- 2) искажение истинных направлений и результатов текущего социально-экономического развития общества с упором на отсутствие дальнейших перспектив роста;
- 3) убеждение в бессмысленном и серьезном отклонении от якобы «общепринятых» ценностей, правил и трендов глобального развития цивилизации.

Все вышеперечисленные направления не могут быть реализованы автоматически. Они требуют привлечения фактов и аргументов, позволяющих точно попасть в цель, то есть

¹ Электронный ресурс: <https://rg.ru/2022/11/23/na-vojne-kak-na-vojne.html> (дата обращения: 10.01.2023 г.).

не только повлиять на сознание населения, но и изменить его кардинально. Это достигается определенным способом информационного воздействия, в котором важное место отводится статистическим данным, которые разрешают наглядно продемонстрировать правоту тех или иных идей. Действительно, в жизни часто так бывает, что можно произносить множество разных вроде бы убедительных слов, но они не доходят до сознания целевой аудитории. А вот к месту приведенная цифра обеспечивает конечный результат, так как убеждает людей в правомерности приводимых умозаключений. И данное обстоятельство в рассматриваемом контексте играет особую роль.

Чтобы успешно разрушить исторический фундамент и исторические скрепы любого общества, которые составляли его национально-патриотический стержень, необходимо привести альтернативную статистическую информацию, которая бы посеяла зерна сомнения в души бывших приверженцев ранее сложившегося восприятия хода и результатов исторических событий [11]. Подобный кульбит достигается либо на основе прямой статистической дезинформации, преуменьшающей историческую роль тех или иных государств или целых эпох, либо на основе более тонкого и последовательного вкрапления цифр, которые недостаточно освещенную, локально негативную сторону любых действий возводят в степень судьбоносных трансформаций. В результате ментальных информационно-статистических диверсий подобного рода получается, что герои и злодеи прошлого – одного поля ягоды или они вообще меняются местами, порождая принципиально искаженное мнение о реальной исторической действительности. А в отдельных случаях приводятся массивные статистические доказательства определяющего участия третьих сил, которые на самом деле имели весьма отдаленное отношение к происходившим историческим баталиям.

Не менее привлекательной целью ментальных информационно-статистических диверсий является искажение не только прошлого, но и настоящего, то есть фактических направлений и результатов современного социально-экономического развития общества, где акцент делается на отсутствии перспектив ранее сложившегося мировоззрения [12]. В этом случае применяются два основных приема. Первый из них связан с осознанным выхватыванием из информационного пространства только негативных статистических данных, которые объединяются и используются в качестве «бревна» для тарана реальной действительности, которая представляется как череда сплошных неудач, потерь и поражений. Сделать это очень просто, если не обращать внимания на статистику, иллюстрирующую достижения. Тогда получается, что этих достижений или даже минимальных позитивных подвижек в обществе просто нет. Второй прием ориентирован на привлечение статистических данных, вступающих в прямое противоречие с официально публикуемой информацией. Расчет делается на то, чтобы в большом массиве разных и противоречивых индикаторов социально-экономического развития попытаться скрыть ростки истины. Ведь значительная часть населения, не обладающая должным уровнем статистической грамотности, не всегда может отделить зерна от плевел и самостоятельно разобраться в происходящем. И в этом отношении формирование условий для сомнения или подталкивание в сторону ложных, формальных выводов превращается в магистральный путь ментальных информационно-статистических диверсий, рисующих мрачную картину бытия с высокой долей недоверия ко всему тому, что пропагандирует действующая власть.

Для усиления эффективности данного действия на него накладывается массивное, масштабное информационно-статистическое убеждение населения в имеющихся в данной стране отклонениях от так называемых «общепринятых» ценностей, правил и трендов глобального развития цивилизации. Его цель сводится к постепенной подмене мировоззрения граждан, в результате которой не только растворяется прежнее самосознание,

но и утрачиваются традиционная ментальность и суверенитет государства. Из-под него просто выбиваются подпорки, и оно рушится как карточный домик [13].

Естественно, что столь серьезный результат, не всегда достигаемый даже при помощи классических войн, ведущихся с применением обычных вооружений, требует систематического, продуманного и логически выстроенного механизма воздействия на широкие слои населения. Для этого в ход пускаются разнообразные информационно-статистические диверсии, суть которых сводится к целенаправленной подмене исторически сформировавшихся традиций, устоев, нравов и ценностей на новые «идеалы». Эти «идеалы» заключаются в том, что западная цивилизация выдает себя в качестве единственного легитимного творца самых различных правил, принципов и т.п., а самое главное – «общечеловеческих» ценностей, которым должны следовать все без исключения. Те же, кто отказывается от признания подобных трендов развития цивилизации, объявляются изгоем и подвергаются обструкции, начиная от различных санкций и заканчивая прямыми попытками смены курса за счет устранения «неудобной» власти.

В результате на свет в массовом порядке появляются самые вульгарные теории гендерного состава общества, порядкового номера родителей, необходимости уничтожения традиционных семейных ценностей, доминирования трансгендеров, расширения прав сексуальных меньшинств, надобности кардинальной трансформации религий и устоев церкви и т.д. Причем беда здесь заключается даже не в том, что подобные сомнительные теоретические эскерсисы растут как грибы после дождя, а в том, что они не только получают широкое практическое распространение, но и навязываются всему миру как единственный путь к свету.

С учетом же реальных настроений различных слоев общества, часть из которых крепко держится за исторически сложившиеся ценности, приходится заниматься тотальным «промыыванием» мозгов граждан, в процессе которого ментальные информационно-статистические диверсии должны осуществляться непрерывно². Фактически они сводятся к тому, чтобы при помощи простых и по логике подачи наглядных цифр убедить людей, принадлежащих к той или иной целевой аудитории, в необходимости кардинальной трансформации собственного мнения. Наиболее привлекательным сегментом общества в этом отношении считается молодежь [14]. Ведь если получится продемонстрировать молодым подрастающим поколениям, что их страна вроде как идет не в унисон со всем остальным «цивилизованным» миром, не признает пропагандируемые тренды и активно предлагаемые глобальные магистральные пути «перспективного» развития, то это заставит их усомниться в своей Родине, в ранее сложившихся национально-патриотических и иных ценностях. А по сути дела позволит идейным противникам вступить на путь победы на уровне низвержения традиционного самосознания и мировоззрения, что дает возможность поменять ментальность молодых и недостаточно опытных людей, которым принадлежит будущее любого государства. И именно в этом направлении ментальные информационно-статистические диверсии, «приоткрывающие» при помощи цифровых данных глаза молодым членам гражданского сообщества, как свидетельствует практика, носят наиболее эффективный характер.

С учетом всех рассмотренных выше особенностей ментальных информационно-статистических диверсий, несомненно, остро, болезненно и чрезвычайно актуально стоит вопрос о том, как и насколько успешно можно им противодействовать. И здесь, надо это признать открыто, имеется целый ряд серьезных проблем. Во-первых, тотальное распространение системы единого государственного экзамена имело свои позитивные и нега-

²Микрюков В. И не будет сражениям конца. Электронный ресурс: https://nvo.ng.ru/concepts/2014-09-26/12_wars.html (дата обращения: 10.01.2023 г.).

тивные последствия. Именно последние привели к тому, что выросли поколения граждан, для которых в силу тестовой системы подготовки и накопления знаний, подразумевающей не вдумчивое творчество, а натаскивание на правильные ответы, многие исторические, литературные, культурные и прочие ценности остались за бортом. Это подготовило почву для проведения информационно-статистических диверсий даже самого низкого пошиба, которые в прошлом просто не имели бы даже малейших шансов на успех. Во-вторых, падение образовательного уровня населения сказалось во многих направлениях, среди которых далеко не последнее место занимает статистическая грамотность. К большому сожалению, не только молодежь, но и значительная часть более зрелого населения не располагают тем объемом специальных знаний, чтобы быстро и успешно разбираться в откровенной статистической дезинформации, а тем более в завуалированных статистических диверсиях ментального характера. В своей подавляющей массе наши граждане не всегда могут найти достоверные источники данных, самостоятельно разобраться в принципах статистического учета и грамотно интерпретировать любой фактический цифровой материал. В-третьих, интернет, социальные сети и некоторые другие популярные атрибуты современной жизни внесли свою толику в разрушительное давление на ценностные «бастионы», которые казались незыблемыми в длительной исторической ретроспективе. Названные каналы получения самых разнообразных сведений уже привели к тому, что буквально ушаты недостоверной и идеологически враждебной статистической информации методично вливаются в сознание широких слоев населения, что наиболее пагубно отражается на детях и молодежи, которые буквально теряют ориентацию в пространстве истинных и ложных ценностей, часто принимая за зерна плевелы, а за плевелы зерна.

В целом, по нашему мнению, чрезвычайно важно объективно признать, что и особенности, и проблемы противодействия ментальным информационно-статистическим диверсиям свидетельствуют только об одном: общество, государство и власть имеют дело с чрезвычайно опасным явлением [15], игнорирование которого представляет собой самый серьезный вызов и смертельную угрозу национальной безопасности, приводящие к болезненным трансформациям традиционных социальных ценностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Целищева З. А., Кузнецова Е. В.* Информационные войны и информационная безопасность в современном мире // В сборнике: Актуальные направления научных исследований: перспективы развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова. Чебоксары, 2022. С. 83–92.
2. *Ламинина О. Г.* Информационные войны: миф или реальность? // Гуманитарные ведомости ТГПУ им. Л. Н. Толстого. 2018. № 1. С. 17–23. EDN: UQKSYT
3. *Айдаркина Е. Е., Лысенко А. И.* Информационные войны и их роль в современном мире // Экономика и социум. 2015. № 5–1. С. 45–47. EDN: VJWPLB
4. *Слимов Н. А.* Информационные войны: сущность и методы // Молодежный научно-технический вестник. 2015. № 7. С. 65. EDN: UHOKSZ
5. *Арацки З. М., Евтович З. Б.* Информационные войны и психологическое влияние на массы // Социология. 2011. № 2. С. 79–89. EDN: UYFFVT
6. *Бегишев И. Р.* Информационные войны: предупреждение и предотвращение // Защита информации. Инсайд. 2010. № 4. С. 34–35. EDN: TMLXIL
7. *Паулаускас Ян. В.* Информационные войны и проблема сохранения ценностей // В сб.: Актуальные проблемы современной науки: исторические, философские, методологические аспекты. Сборник статей региональной научной конференции молодых ученых. Курск, 2021. С. 55–58.

8. Гафурова В. М. Информационные войны и Интернет // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2022. Т. 13. № 2. С. 19–22. EDN: TEZGDR
9. Губанов Д. А., Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г. Информационные войны и социальные сети // Информационные войны. 2010. № 3(15). С. 44–53. EDN: OXDEHD
10. Ильницкий А. М. Ментальная война России // Военная мысль. 2021. № 8. С. 19–33. EDN: TDSKIX
11. Бужинская Д. С. Ментальная диверсия: Великая Отечественная война в развлекательном теледискурсе // В сборнике: СМИ и общество. Материалы V международной научно-практической конференции. 2010. С. 14–20.
12. Рудкевич Е. Ю. Ментальная война: нивелирование понятия Родины // В сб.: Образ Родины: содержание, формирование, актуализация. Сборник материалов VI Международной научной конференции. Московский художественно-промышленный институт. 2022. С. 262–267.
13. Салихов Г. Г., Рассказов Л. Д. Ментальная война в условиях глобализации: философский анализ кризисных процессов общества // Евразийский юридический журнал. 2021. № 6(157). С. 518–519. DOI: 10.46320/2073-4506-2021-6-157-518-519
14. Поликарпов В. С., Поликарпова Е. В. Ментальная война Запада против России: значимость феномена искусства в формировании сознания молодежи // Гуманитарий Юга России. 2022. Т. 11. № 2. С. 164–179. DOI: 10.18522/2227-8656.2022.2.13
15. Артюх М. А. Ментальная война: к вопросу о содержании современного глобального противоборства // В сб.: Прогнозируемые вызовы и угрозы национальной безопасности Российской Федерации и направления их нейтрализации. Сборник материалов круглого стола. Москва, 2021. С. 61–71.

REFERENCES

1. Tselishcheva Z.A., Kuznetsova E.V. *Informatsionnyye voyny i informatsionnaya bezopasnost' v sovremennom mire* [Information wars and information security in the modern world]. In the Collection: *Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy: perspektivy razvitiya* [Current areas of scientific research: development prospects]: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation. Chuvashskiy gosudarstvennyy universitet im. I.N. Ul'yanova. Cheboksary, 2022. Pp. 83–92. (In Russian)
2. Laminina O.G. Information wars: myth or reality? *Gumanitarnyye vedomosti TGPU im. L. N. Tolstogo* [Humanitarian statements of L.N. Tolstoy TSPU]. 2018. No. 1. Pp. 17–23. EDN: UQKSYT. (In Russian)
3. Aidarkina E.E., Lysenko A.I. Information wars and their role in the modern world. *Ekonomika i sotsium* [Economy and society]. 2015. No. 5–1. Pp. 45–47. EDN: VJWPLB
4. Slimov N.A. Information wars: essence and methods. *Molodezhnyy nauchno-tekhnicheskiy vestnik* [Youth scientific and technical bulletin]. 2015. No. 7. P. 65. EDN: UHOKSZ. (In Russian)
5. Aratski Z.M., Evtovich Z.B. Information wars and psychological influence on the masses. *Sotsiologiya* [Sociology]. 2011. No. 2. Pp. 79–89. EDN: UYFFVT. (In Russian)
6. Begishev I.R. Information wars: warning and prevention. *Zashchita informatsii. Insayd* [Information protection. Inside]. 2010. No. 4. Pp. 34–35. EDN: TMLXIL. (In Russian)
7. Paulauskas Jan. V. *Informatsionnyye voyny i problema sokhraneniya tsennostey* [Information wars and the problem of preserving values]. In the Collection: *Aktual'nyye problemy sovremennoy nauki: istoricheskiye, filosofskkiye, metodologicheskiye aspekty. Sbornik statey Regional'noy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh* [Actual problems of modern science: historical, philosophical, methodological aspects. Collection of articles of the Regional scientific conference of young scientists]. Kursk, 2021. Pp. 55–58. (In Russian)

8. Gafurova V.M. Information wars and the Internet. *Aktual'nyye problemy sovremennoy nauki, tekhniki i obrazovaniya* [Actual problems of modern science, technology and education]. 2022. Vol. 13. No. 2. Pp. 19–22. EDN: TEZGDR. (In Russian)

9. Gubanov D.A., Novikov D.A., Chkhartishvili A.G. Information wars and social networks *Informatsionnyye voyny* [Information wars]. 2010. No. 3(15). Pp. 44–53. EDN: OXDEHD. (In Russian)

10. Il'nitsky A.M. Russian mental war. *Voyennaya mysl'* [Military thought]. 2021. No. 8. Pp. 19–33. EDN: TDSKIX. (In Russian)

11. Buzhinskaya D.S. *Mental'naya diversiya: Velikaya Otechestvennaya voyna v razvlekatel'nom telediskurse* [Mental sabotage: the Great Patriotic War in entertainment television discourse]. In the collection: *SMI i obshchestvo. Materialy 5-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Mass media and society. Proceedings of the 5th international scientific and practical conference]. 2010. Pp. 14–20. (In Russian)

12. Rudkevich E.Yu. *Mental'naya voyna: nivelirovaniye ponyatiya Rodiny* [Mental war: leveling the concept of the Motherland]. In the collection: *Obraz Rodiny: sodержaniye, formirovaniye, aktualizatsiya. Sbornik materialov 6-y Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Image of the Motherland: content, formation, actualization. Collection of materials of the 6th International scientific conference]. Moskovskiy khudozhestvenno-promyshlennyy institut. 2022. Pp. 262–267. (In Russian)

13. Salikhov G.G., Rasskazov L.D. Mental war in the context of globalization: a philosophical analysis of the crisis processes of society. *Yevraziyskiy yuridicheskiy zhurnal* [Eurasian Law Journal]. 2021. No. 6(157). Pp. 518–519. DOI: 10.46320/2073-4506-2021-6-157-518-519. (In Russian)

14. Polikarpov V.S., Polikarpova E.V. Mental war of the West against Russia: the importance of the phenomenon of art in shaping the consciousness of young people. *Gumanitarniy Yuga Rossii* [Humanitarian of the South of Russia]. 2022. Vol. 11. No. 2. Pp. 164–179. DOI: 10.18522/2227-8656.2022.2.13. (In Russian)

15. Artyukh M.A. *Mental'naya voyna: K voprosu o sodержanii sovremennogo global'nogo protivoborstva* [Mental war: On the content of modern global confrontation]. In the collection: *Prognoziruemye vyzovy i ugrozy natsional'noy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii i napravleniya ikh neytralizatsii. Sbornik materialov kruglogo stola* [Predicted challenges and threats to national security of the Russian Federation and directions for their neutralization. Collection of materials of the round table]. Moscow, 2021. Pp. 61–71. (In Russian)

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Карманов Михаил Владимирович, д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры статистики, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова; 115054, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36; Karmanov.MV@rea.ru

Киселева Ирина Анатольевна, д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики, Университет «Синергия»;

129090, Россия, Москва, ул. Мещанская, 9/14, стр. 1;

профессор кафедры математических методов в экономике, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова;

115054, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36;

Kia1962@list.ru, SPIN-код: 2213-2312

Кузнецов Владимир Иванович, д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры статистики, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова;

115054, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36;

Kuznetsov.VI@rea.ru, SPIN-код: 9328-2911

Трамова Азиза Мухамадияевна, д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры прикладной математики, Университет «Синергия»;

129090, Россия, Москва, ул. Мещанская, 9/14, стр. 1;

профессор кафедры информатики, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова;

115054, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36;

Tramova.am@rea.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4089-6580>, SPIN-код: 8583-3592

Information about the authors

Mikhail V. Karmanov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Statistics, Plekhanov Russian University of Economics;

115054, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane;

Karmanov.MV@rea.ru, SPIN-code: 9452-2999

Irina A. Kiseleva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Applied Mathematics, Synergy University;

129090, Russia, Moscow, 9/14, building 1, Meshchanskaya street;

Professor of the Department of Mathematical Methods in Economics, Plekhanov Russian University of Economics;

115054, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane;

Kia1962@list.ru, SPIN-code: 2213-2312

Vladimir I. Kuznetsov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Statistics, Plekhanov Russian University of Economics;

115054, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane;

Kuznetsov.VI@rea.ru, SPIN-code: 9328-2911

Aziza M. Tramova, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Applied Mathematics, Synergy University;

129090, Russia, Moscow, 9/14, building 1, Meshchanskaya street;

Professor of the Department of Informatics of the Plekhanov Russian University of Economics;

115054, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane;

Tramova.am@rea.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4089-6580>, SPIN-code: 8583-3592

УДК 81.811.35

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-89-99

EDN: RHIOVZ

**Фразеология с компонентом названий домашних
и диких животных в разноструктурных языках
(на материале карачаево-балкарского и ингушского языков)**

М. З. Улаков^{✉1}, З. Х. Киева², Л. Х. Махиева¹

¹Институт гуманитарных исследований –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360000, Россия, г. Нальчик, ул. Пушкина, 18

²Ингушский научно-исследовательский институт гуманитарных наук
386001, Россия, г. Магас, ул. Мальсагова, 11

Аннотация. Статья посвящена проблеме национально-культурной специфики фразеологизмов с компонентом названий домашних и диких животных в разноструктурных языках. Сопоставительный анализ карачаево-балкарского и ингушского языков позволяет отразить уникальную способность народа улавливать и фиксировать то или иное сходство, расхождения между человеком и животным миром. В работе выявлены особенности метафорического использования животного мира для характеристики человека. Образ животных помогает создать яркую картину человеческих морально-нравственных качеств носителей исследуемых языков. **Актуальность** исследования определяется необходимостью изучения фразеологических единиц с компонентом названий домашних и диких животных в карачаево-балкарском и ингушском языках с целью выявления общих и специфических признаков, присущих данным языковым культурам. Это особенно актуально для современной лингвистики по причине еще небольшого количества специальных исследований со сравнительно-сопоставительным анализом анималистической коннотации и концептуальной метафоры в разносистемных языках. **Научная новизна** исследования заключается в том, что впервые предпринимается попытка сравнительно-сопоставительного анализа фразеологизмов с компонентом названий домашних и диких животных разноструктурных языков с точки зрения их национально-культурной специфики. Статья написана **с целью** провести сопоставительный анализ фразеологических единиц, выражений, идиом с названиями домашних и диких (хищных) животных на материале карачаево-балкарского и ингушского языков. **Методологической основой** исследования послужили теоретические работы, касающиеся классификации и семантического анализа фразеологизмов, которые представляют собой не только устойчивые сочетания слов с осложненной семантикой, но и единицы ментальной репрезентации. Делается акцент на том, что во фразеологических единицах с названиями домашних и диких животных заложена культурно значимая информация, которая выражается как в денотативном, так и в коннотативном аспектах значения. **Материалом для исследования** послужили фактологический материал из различных лексикографических источников, а также тексты из некоторых жанров фольклора, опубликованные в академических и хрестоматийных научных изданиях.

Ключевые слова: фразеологический фонд, фразеологизм, компонент-зооним, названия домашних и диких животных, животный мир, коннотация, метафора, сравнение, разноструктурные языки, карачаево-балкарский язык, ингушский язык

Поступила 31.01.2025, одобрена после рецензирования 10.02.2025, принята к публикации 12.02.2025

Для цитирования. Улаков М. З., Киева З. Х., Махиева Л. Х. Фразеология с компонентом названий домашних и диких животных в разноструктурных языках (на материале карачаево-балкарского и ингушского языков) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 89–99. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-89-99

Phraseology with a component of names of domestic and wild animals in languages of different structure (based on Karachay-Balkar and Ingush languages)

M.Z. Ulakov^{✉1}, Z.Kh. Kieva², L.Kh. Makhieva¹

¹Institute of Humanitarian Researches –
branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360000, Russia, Nalchik, 18 Pushkin street

²Ingush Research Institute of Humanities
386001, Russia, Magas, 11 Malsagova street

Abstract. The article is devoted to the problem of national and cultural specificity of phraseological units with the component of names of domestic and wild animals in languages of different structures. Comparative analysis of Karachay-Balkar and Ingush languages allows to reflect the unique ability of people to capture and record particular similarity, divergence between man and animal world. The work reveals features of the metaphorical use of the animal world to characterize man. The image of animals helps to create a vivid picture of human moral qualities of speakers of the studied languages. The relevance of the study is determined by the need to study phraseological units with a component of names of domestic and wild animals in Karachay-Balkar and Ingush languages in order to identify common and specific features inherent in these language cultures. This is especially relevant for modern linguistics due to the small number of special studies with a comparative analysis of animalistic connotation and conceptual metaphor in languages of different systems. **The scientific novelty** of the study is that it is an initial attempt to conduct a comparative analysis of phraseological units with a component of names of domestic and wild animals of languages of different structures from the point of view of their national and cultural specificity. The article is written with the **aim** of conducting a comparative analysis of phraseological units, expressions, idioms with names of domestic and wild (predatory) animals based on the material of Karachay-Balkar and Ingush languages. **The methodological basis** of the study was theoretical works concerning classification and semantic analysis of phraseological units, which are not only fixed expressions with complicated semantics, but also units of mental representation. The emphasis is placed on the fact that phraseological units with names of domestic and wild animals contain culturally significant information, which is expressed both in the denotative and connotative aspects of meaning. **The material for the study** is factual material from various lexicographic sources, as well as texts from some genres of folklore, published in academic and textbook scientific publications.

Keywords: phraseological fund, phraseological unit, zoonym component, names of domestic and wild animals, animal world, connotation, metaphor, comparison, languages of different structures, Karachay-Balkar language, Ingush language

Submitted 31.01.2025,

approved after reviewing 10.02.2025,

accepted for publication 12.02.2025

For citation. Ulakov M.Z., Kieva Z.Kh., Makhieva L.Kh. Phraseology with a component of names of domestic and wild animals in languages of different structure (based on Karachay-Balkar and Ingush languages). *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 89–99. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-89-99

ВВЕДЕНИЕ

Исследование фразеологического фонда разноструктурных языков с точки зрения выявления универсальных и специфичных образов является одним из важных направлений современной лингвистики. Изучение фразеологических единиц в различных языках способствует яркому описанию языковой образности, причем изучение фразеологизмов в

сопоставительном аспекте дает возможность выявить типичные ассоциации, распознать и описать национально-культурную специфику языка.

Наличие общих и индивидуальных черт в языках является результатом отражения различных аспектов окружающей действительности. Каждый национальный язык отличается от другого собственной картиной мира, отражающейся в структуре языка. Языковая личность создает высказывания, исходя из характера картины мира. Когнитивную модель мира составляют категории, представляющие собой экстралингвистическую реальность в форме содержательных сущностей: понятийные или семантические категории. Как отмечает О. В. Корнилов, «результат работы коллективного сознания зафиксирован в языке и, прежде всего, в его лексическом и фразеологическом составе» [1, с. 23].

Фразеология как часть лексикологии в широком смысле этого слова включает в свой состав языковые единицы, затрагивающие фауну и флору.

С точки зрения В. А. Масловой, фразеологические единицы (ФЕ), отражая в своей семантике длительный процесс развития культуры народа, фиксируют и передают от поколения к поколению культурные установки и стереотипы, эталоны и архетипы [2, с. 82]. Безусловно, фразеология каждого языка аккумулирует в себе коллективный опыт, который позволяет исследовать историю и культуру его носителей, а также особенности мышления.

Важность исследования фразеологии в сопоставительном аспекте состоит в том, что фразеология позволяет обнаружить в интравертном мире морально-этические и культурные ценности идиотнического характера [3].

Таким образом, расширяется сфера идиоматичности как одна из сложных сфер функционирования языка, остающаяся актуальной в эволюционном процессе.

Являясь универсальным средством метафоризации, зоонимы представляют собой специфический пласт лексической системы языка и характеризуются яркой национально-культурной спецификой. Образ устойчивого выражения, создаваемый прямым лексическим значением слов исходного сочетания, мотивирует современное значение фразеологической единицы и, безусловно, заключает в себе следы прошлых слоев культуры народа, отображает идентичность его представителей. Зооморфные фразеологические единицы каждого языка выступают частью национальной языковой картины мира и непосредственным образом связаны с многовековыми традициями, обычаями и бытом народа, реалиями окружающей действительности, а также с преданиями и историческими фактами.

В этнической культуре разных народов фразеологические сочетания, включающие названия животных, – это в первую очередь высказывания о человеке, его духовных и социальных чертах [4]. В пределах идиоматических сочетаний, семантически обозначающих представителей фауны, свойства которых переносятся на человека, наблюдаются различного рода коннотативные значения, вызванные ассоциативным мышлением. Однако следует отметить, что вследствие этнической самобытности, культурологических особенностей каждого народа, различия языковых картин мира, а также разных литературных источников многие зоонимы содержат такой компонент значения, который понятен только носителям данного языка и культуры.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Названия животных представляют собой природную среду окружающего мира и, будучи связанными с мышлением, культурой, жизнедеятельностью и историей этноса, входят не только в языковую, но и в метафорическую картину мира любого национального языка. Человек часто рассматривает животных через призму зоометафор, имеющих важное значение в становлении языковой картины мира и занимающих значимое место в оценочной антропологии, повышая образность речи и ее выразительность.

Названия животных как номинативные единицы языка «прямо или косвенно, через их культурные коннотации связаны с духовной и материальной культурой народа» [5, с. 313].

Традиционное приписывание животным определенных черт человеческого характера, отраженное в фольклоре с давних пор, находит свое выражение во фразеологическом пласте устойчивых выражений различных языков, претендуя на универсальность. Употребление зоонимов в качестве фразеологического компонента свидетельствует об опыте взаимодействия людей с определенным животным, о впечатлении, производимом на них тем или иным признаком животного, и об отношении к разным фрагментам мира, интерпретируемым с помощью характеристик животного мира.

Как известно, наименования животных в разных языках содержат разные качества и характеристики, вызывают различные ассоциации. Этот факт свидетельствует об индивидуальности образного мышления конкретного народа, что является сложным ассоциативно-психологическим процессом, а также свидетельствует о различиях в ценностном мировоззрении различных этносов.

Названия домашних и диких животных встречаются во всех фольклорных текстах народов Северного Кавказа, а в современных кавказских языках они сохранили свою основу и функционируют с небольшими фонетическими вариантами. Об этом свидетельствуют исследования последних лет различных аспектов названий животных. Наиболее древние значения сохранились во фразеологии, в пословицах, поговорках, загадках.

Основой большинства устойчивых сравнений в разноструктурных языках выступает образ животного, что объяснимо многовековым опытом общения и наблюдения за представителями фауны, ассоциативными связями, возникающими в процессе сопоставления животных и людей. У этих сравнений, с одной стороны, ясна внутренняя форма, с другой – восприятие человеком животных, основанное на жизненном опыте, осложняется мифологическим переосмыслением этих образов: они испытывают влияние национальной культуры, фольклорных текстов и др.

Фразеологический фонд карачаево-балкарского и ингушского языков насчитывает значительную часть устойчивых словосочетаний, которые содержат в своем составе названия животных (зоонимы). «Изучение этой категории фразеологизмов на сегодняшний день имеет важное значение, поскольку зоонимы выражают языковую самобытность и имеются в языках всех народов» [6, с. 280].

Во фразеологическом фонде рассматриваемых разноструктурных языков важное место занимают фразеологические единицы (ФЕ), в которых через образы животных в иносказательной форме характеризуется человек, его физические возможности и качества: сильный, слабый, ленивый, быстрый и др.; внешний облик: толстый, худой, неуклюжий и др.; черты характера: смелый, трусливый, хитрый, жадный, обидчивый и др.; интеллектуальные качества: умный, глупый и др.

Мы выявили особый пласт фразеологизмов, связанных с животным миром, который сформировался на основе устного народного творчества карачаево-балкарского и ингушского языков; природу происхождения данных фразеологических единиц проясняют сами тексты.

В большинстве фразеологических единиц с компонентом, обозначающим домашних и диких животных, встречается тип метафорического переноса, при котором используются названия животных для описания характеристик человека, обозначения его положительных или отрицательных качеств, черт внешности, особенностей характера, умственных способностей.

В сопоставляемых языках функционирует много фразеологизмов, в состав которых входят названия домашних и диких животных, служащие мерилем многих физических, моральных, нравственных и интеллектуальных качеств человека, предметов, понятий, яв-

лений. Наибольшей фразеологической активностью обладают названия домашних животных (собака, конь/лошадь, корова, осел, коза, баран, кошка др.).

С точки зрения семантики фразеологические единицы с компонентом, называющим домашних животных, можно разделить на следующие группы:

1) оценивающие действия человека: ша тІа баьнна етт санна (инг.) (букв. «как корова, вступившая на лед») «неуклюже, неловко»; вир санна (инг.) (букв. «как осел») «упрямо, строптиво»; башына ат урду (кар.-балк.) «он сошёл с ума, совершил очень опрометчивый поступок»;

2) содержащие указание на характер человека: циский жІали мо мара тарлац (инг.) (букв. «как кошка с собакой») «недружелюбно, неуживчиво»; кЪой ауузундан чёп юзмеген (кар.-балк.) «тихий, смиренный, послушный»;

3) описывающие умственные способности человека: вира хЪоа биаб (инг.) (букв. «ослиных мозгов объелся») «о неразумном человеке»; эшек мыйысы ашагъан (кар.-балк.) «умственно ненормальный».

4) содержащие указание на поведение: циск мо хъесталу (инг.) (букв. «как кошка ластится») «нежно, ласково»; кЪадыр кЪылыкЪлы (кар.-балк.) «упрямый, неуступчивый, строптивый»;

5) описывающие внешний вид человека: вирага нувр санна тов (инг.) (букв. «как ослу седло идет») «нелепо, нескладно»; ат ашагъан айыуча (кар.-балк.) «большой»; жарлы юйню киштиги кибик (кар.-балк.) «худой, слабый».

Исходя из данных примеров следует, что особенностью фразеологических единиц, содержащих зоонимы, является то, что их символическое значение построено на основе переносного значения компонентов, их составляющих.

Многовековые наблюдения человека над животными выявили многофункциональность образов представителей животного мира. Один из таких компонентов в ингушском и карачаево-балкарском языках – лексема жІали (инг.), ит (кар.-балк.) «собака» – входит в состав многих фразеологических единиц, таких как: хЪаж йоаха жІали (букв. «нюхающая собака») «о человеке, пытающемся что-то узнать, докопаться», дІаккхессача жІалеша а вуаргвоагача (букв. «выкинешь – и собаки не съедят») «о никчемности, негодности», жІале мо валар (букв. «смерть, как у собаки») «о смерти плохого человека», деррига жІалеш тІахеца (букв. «напустить всех собак») «нацелить всех», жІалеш хи тІа кхувлал (букв. «собак на водопой водить») «очень много», жІали мо хЪаж йоахаш (букв. «нюхая, как собака») «пытаясь все разузнать», жІали мо меца (букв. «как собака голодный») «чувствующий голод, потребность в еде, насытый», жІали санна Іех (букв. «как собака лает») «выйти из себя» в ингушском языке [7, с. 42].

В восприятии носителей разноструктурных языков большинство фразеологизмов с компонентом жІали (инг.), ит (кар.-балк.) «собака» имеют негативную субъективно-оценочную коннотацию. Данная лексическая единица во фразеологизмах используется, скорее, в отрицательном, насмешливом, шутовском смысле: ит биченнге жатханлай (бир зат бла кеси да хайырланмай, башхаланы да кЪоймагъан адамны юсюнден) (кар.-балк.) «(как) собака на сене»; деннача жІалел башха (инг.) (букв. «не отличаясь от мертвой собаки») «не чувствуя различия»; ёлген итча (кар.-балк.) (букв. «польза как от дохлой собаки») «бесполезный»; жІалеш миссел даьржад (инг.) (букв. «словно собаки развелись») «излишне много»; итле жайылгъанлай жайылгъансыз (кар.-балк.) (букв. «как собаки размножились») «очень много»; жІалех Іеха (инг.) (букв. «по-собачьи выть») «не стоит обращать внимания на сплетни, на слухи, на слова»; ит ылыгъын сына (кар.-балк.) (букв. «по-собачьи выть, ныть») «мучиться, страдать» и др. Сравнение «как собака» в

значении «очень, сильно, слишком» употребляется в исследуемых разносистемных языках с такими негативными состояниями, как злоба, усталость, голод, холод и др.: жІали санна (инг.) (букв. «как собака») «беспорядочно, безразборчиво»; ит кибик айлан (кар.-балк.) (букв. «как собака») «о человеке, не имеющем своего жилья, приюта», жІали мо дорха (инг.) (букв. «как собака злой») «гневно»; ит къапханлай (селешеди) (кар.-балк.) (букв. «как собака злой, свирепый») и др.

В карачаево-балкарском языке «слово ит «собака» сочетается со многими лексемами: ит (жыйын, орун, адам, юрген д.б.) «собачья свора, конура, человек» [8, с. 162].

Данные карачаево-балкарской фразеологии свидетельствуют о сходных культурных коннотациях зоонима «собака», актуализирующего такие семантические признаки, как гнев, агрессия, свирепость и др.

Фразеологизмы с компонентом-зоонимом **циск** (инг.); **киштик** (кар.-балк.) «кот (кошка)». Кошка – красивое своенравное животное, которое живет независимой жизнью, любит уют, домашнее тепло, чистоту. Кошками издавна называли людей скрытных и лживых. Это отношение отразилось и во фразеологических оборотах ингушского языка: циск мо теба (букв. «как кошка вкрадчиво») «осторожно», циск мо хьесталу (букв. «как кошка ластится») «ласково», циска фальг (букв. «кошачья сказка») «небылица», тІоа биа циск мо лалла (букв. «как кошку, съевшую сметану, прогнать»), «удалить, избавиться», цІерага гІийрта циск мерцад (букв. «тянувшаяся к огню кошка опалилась») «не шути с огнем» [9 с. 184].

Проведенный анализ ингушских и карачаево-балкарских фразеологизмов с компонентом *кошка* показывает, что в разноструктурных языках отражаются как сходные культурные коннотации, так и разные характеристики этого зоонима. Например: в карачаево-балкарском языке имеются фразеологизмы ит бла киштикча (жашайдыла) «жить как кошка с собакой» / урушуп, тійюшюп, бир бири бла келишмей (отражает неуживчивость, нетерпимость), жёрмеге жеталмагъан киштикча «старающийся достать недостижимое» и др. В ингушском: жІалии циски мо мара тарлац (букв. «как собака с кошкой уживаются») «неуживчивость, нетерпимость».

Рассматриваемые нами образы домашних животных **жІали** (инг.), ит (кар.-балк.) «собака» и **циск** (инг.), **киштик** (кар.-балк.) «кошка» выделены не случайно, поскольку эти домашние животные всегда играли значительную роль в жизни человека, а их повадки и внешние признаки на протяжении долгого времени служили объектами его наблюдений. Включенные в состав фразеологических единиц компоненты-зоонимы **жІали** (инг.), ит (кар.-балк.) «собака» и **циск** (инг.), **киштик** (кар.-балк.) «кошка» становятся средством характеристики человека и окружающего его мира. Анималистические образы, актуализируясь в значении фразеологических единиц, описывают внешность человека, поведение, качества, перенося на него внешние и внутренние характеристики животного. В основе наименований животных в переносном значении лежат такие компоненты, как образность, экспрессивность и оценочность. Под образностью понимается отражение в переносном значении каждого названия животного признака внешнего или внутреннего сходства, экспрессивность связана с проявлением в переносном значении названия животного степени интенсивности признака. Если обратиться к оценочной составляющей зооморфизмов, то можно выделить две основные оценки: положительную и отрицательную. Причем подавляющее большинство зооморфизмов несут в себе негативную оценку.

«Многие ФЕ употребляются в стилистически сниженной сфере, что зависит от речевой ситуации: ср. жашыртын къапхан ит кибик букв. «как собака, кусающая исподтишка». В процессе речи говорящий не отбирает специально ту или иную фразеологическую еди-

ницу. Отбор происходит по признаку ситуативности, уместности высказывания. Подобные фразеологизмы относятся к просторечной лексике с грубым оттенком» [10, с. 161].

Исторически в жизни карачаевцев, балкарцев и ингушей **лошадь** выполняла разные функции. Лошадь играла важную роль в сельском хозяйстве, поэтому основная часть ФЕ иллюстрирует культурную коннотацию «работоспособность, трудолюбие, усердие».

Лошадь (конь, кобыла, мерин) – одно из самых почитаемых одомашненных животных. В карачаево-балкарском языке **алаша** обозначает «*мерин, лошадь, холощенный жеребец*» [11, с. 118]. Во фразеологизмах исследуемых языков нашли отражение такие качества, как: терпение, выносливость, выдержка лошадей. В целом, оборот характеризует человека, который занимается тяжелой, изнурительной работой, деятельностью, которая требует больших усилий, физических или умственных затрат: колхоза говр мо хехкав (букв. «*загнали, как колхозную лошадь, устал, как лошадь*») «*о человеке, изнуренном работой*», говра тIара Ювала (букв. «*слезай с коня*») «*не гони, остановись, успокойся*», говра тIа санна (букв. «*как на коне*») «*о высоком человеке*» [12, с. 124]. В то же время во фразеологизмах отразилось и переносное значение: говраш тIахаьхкай (*инг.*) (букв. «*коней нагнать*») «*наехать*», говро мо чIингаш бе (*инг.*) (букв. «*вставать на дыбы, как лошадь*») «*упрямиться*».

Данные карачаево-балкарской фразеологии свидетельствуют о том, что есть сходные и несходные культурные коннотации зоонима **ат** «лошадь/конь», актуализирующие некоторые семантические признаки. Приведем примеры: ат башындан кьараргъа «*поверхностно, несерьезно, не обращая должного внимания*», ат бергенча кёр (кёрюн) «*сильно радоваться*» [13, с. 29], акь атха миндирирге (*биреуню сыйын, намысын кётюрюрге, ыспасын чыгъарыргъа*) «*оказывать уважение, почитать, чтить кого*»; жюгеннге бйсунмагъан ат кибик «*как лошадь, не подчиняющаяся узде*» и др.

Наряду с зоолексемой **ат** «лошадь» в фольклорных произведениях часто встречается кьадыр «мул». Ср.: нартла жортууулгъа кьадырла бла чыкьдыла «*нарты собрались в поход на мулах*» (фольк.). «В просторечье также существует выражение кьадыр кибик «как мул» (*сильный и выносливый*). Со словом кьадыр функционируют несколько фразеологизмов: кьадыр кьылыкълы (адам) *перен.* «*неуравновешенный, злой, невоспитанный, капризный*» (букв. «*имеющий привычки мула*»)» [14, с. 94].

Анализ ФЕ с компонентом **борз** (*инг.*), **бёрю** *кар.-балк.* «*волк-самец*». В карачаево-балкарском языке для самки употребляется слово кьанчыкъ (тиши бёрю) «*волчица*». Вследствие запрета на произнесение его(ее) имени появились эвфемистические номинации табу как «жанлы «*имеющий душу*», атайтмаз «*враг, противник*», ёрекъулак «*со стоячими ушами*»» [11]. Во фразеологизмах, в пословицах и поговорках, употребляемых для обозначения человека, имплицитруется основная черта этого зверя – агрессивность: борз санна (*инг.*) (букв. «*как волк*») «*злой*», бёрю баласы кьой кесер (*кар.-балк.*) «*волчонок овцу задерет*», жена юкье ийккхача берзо санна (*инг.*) (букв. «*как волк, заскочивший в отару*») «*заставит кого-нибудь панически отступать, разбежаться во все стороны*»; бёрю ыстауатха чапханлай (*кар.-балк.*) «*в стадо заскочивший, как волк*», «*заставит кого-нибудь панически отступать, разбежаться во все стороны*» и др.

Зоолексема **бёрю** (*кар.-балк.*) «*волк*» больше всего представлена в фольклорных жанрах. Фольклорист Б. А. Берберов в своем исследовании отмечает, что образ этого хищника «нашел широчайшее отражение и в карачаево-балкарских пословицах и поговорках, вплоть до признания волка важнейшим обитателем лесов» [15, с. 293]. По справедливому замечанию автора, характеристики волка переносятся и на человека.

Например: бёрю атарыкъ бёркюнден белгили «охотник на волка по шапке узнается»; элге – бёрю, юйюне – тели «для села – волк, а для своего дома – дурак».

Употребление данного зоонима в составе фразеологических единиц и паремий свидетельствуют о сходных культурных коннотациях зоонима «волк», актуализирующего такие семантические признаки человека, как бесстрашие, агрессия, сила.

В обеих культурах у зоонима «волк» есть общее коннотативное значение: карачаевцы, балкарцы и ингуши рассматривают волка как символ агрессивности, смелости, боевитости. В фольклорном дискурсе «волк» ассоциируется как с положительными, так и с отрицательными чертами.

Как показал проведенный анализ, активность использования того или иного названия животного во фразеологизмах неодинакова. Чаще компонентами фразеологизмов становились лексемы, называющие домашних животных, например, корова, овца, баран, курица, петух и др., что объясняется их тесным контактом с человеком. Именно их поведение, повадки и привычки легли в основу при формировании значения фразеологизмов. Те дикие животные, с которыми человеку приходилось сталкиваться чаще, также остались как маркеры, характеризующие свойства человека, его поведение, к примеру, волк, медведь, лисица.

Итак, мы приходим к выводу, что наименования домашних животных в составе карачаево-балкарской и ингушской фразеологии передают как их положительные, так и отрицательные характеристики. В балкарской и ингушской фразеологии зоонимы характеризуют человека, метафорически представляя типичные черты людей, их ценности, эмоциональные, волевые и интеллектуальные действия и состояния, нормы поведения в обществе. Анализ показал, что во фразеологии обоих лингвокультурных сообществ зафиксированы одни и те же человеческие качества: жестокость, трусость, упрямство, глупость, задиристость, а также трудолюбие, верность, сила, мудрость, ловкость.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного нами сопоставительного анализа карачаево-балкарских и ингушских фразеологизмов с названиями домашних и диких животных можно говорить о существовании уникальных подгрупп устойчивых сочетаний в каждом языке, в которых отражаются особенности национальных культур, традиций, быта, обычаев, преданий и исторических фактов. Изучение фразеологических единиц с компонентом, обозначающим диких и домашних животных в разносистемных языках, помогает обнаружить всеобщие и своеобразные свойства образности, определяющие особенности метафорических переносов.

В исследовании выявлено, что наименования домашних животных в составе карачаево-балкарской и ингушской фразеологии передают как их положительные, так и отрицательные характеристики. В устойчивых выражениях зоонимическая лексика характеризует человека, метафорически представляя типичные черты людей, их ценности, эмоциональные, волевые и интеллектуальные действия и состояния, нормы поведения в обществе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корнилов О. А. Языковые картины мира как производные национальных менталитетов. М.: ЧеРо, 2003. 349 с.
2. Маслова В. А. Введение в когнитивную лингвистику. М.: Флинта, 2007. 289 с.

3. Радченко Е. В. Отражение языковой личности русского человека в процессуальных фразеологизмах со значением «психическое состояние лица» // Русский язык: исторические судьбы и современность. II Международный конгресс исследователей русского языка: тр. и материалы. М.: Изд-во Московского ун-та, 2004.
4. Вишневская Г. М., Федорова Т. В. Особенности коннотаций английских зооморфных фразеологизмов // Педагогический вестник. 2002. № 2.
5. Телия В. Н. Культурно-национальные коннотации фразеологизмов (от мировидения к миропониманию) // Славянское языкознание. Международный съезд славистов. М.: Наука, 1993. С. 302–314.
6. Шолина А. А., Смирнова Д. С. Зоонимы в русской языковой картине // Инновационная наука. 2015. Выпуск № 11–1.
7. Киева З. Х. Аспекты интерпретации компаративных фразеологических единиц в ингушском языке // Филология: научные исследования. 2019. № 4. С. 39–43. DOI: 10.7256/2454-0749.2019.4.30495 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=30495
8. Улаков М. З., Абайханова А. А. Типы фразеологизмов, связанных с зоонимией (на материале карачаево-балкарского языка) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2013. № 1(51). С. 167–173. EDN: PUYLUT
9. Киева З. Х., Султыгова М. М. Современный ингушский язык. Лексикология и фразеология. ГБУ «Ингушский научно-исследовательский институт гуманитарных наук им. Ч. Э. Ахриева». Магас: Кеп, 2017. 238 с.
10. Махиева Л. Х. Синонимичность фразеологических единиц и фразеологическая вариантность (на материале карачаево-балкарского языка) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2009. № 6(32). С. 153–159. EDN: LKORRZ
11. Толковый словарь карачаево-балкарского языка (Къарачай-малкъар тилни ангылатма сёзлюгю): в 3-х томах. Т. 1. А – Ж. Нальчик: Эль-Фа, 1996. 1019 с.
12. Патиев С. У. Структурно-семантическая характеристика устойчивых сочетаний ингушского языка. Магас, 2007. 134 с.
13. Башиева С. К., Жарашуева З. К. Школьный фразеологический словарь (на балк. яз.). Нальчик: Изд-во «Эльбрус», 1994. 316 с.
14. Улаков М. З. Лексико-семантическое поле терминов къадыр «мул» и эшек «осел» в карачаево-балкарском языке // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2019. № 3(89). С. 93–98. DOI: 10.35330/1991-6639-2019-3-89-93-98
15. Берберов Б. А. Определение зооморфных образов в карачаево-балкарских пословицах и поговорках с использованием элементов частичного анализа // Вестник Санкт-Петербургского университета. Востоковедение и Африканистика. 2023. Т. 15. Вып. 2. С. 288–306. DOI: 10.21638/spbu13.2023.205

REFERENCES

1. Kornilov O.A. Language pictures of the world as derivatives of national mentalities. Moscow: CheRo, 2003. 349 p. (In Russian)
2. Maslova V.A. *Vvedeniye v kognitivnyuyu lingvistiku* [Introduction to cognitive linguistics]. Moscow: Flinta, 2007. 289 p. (In Russian)
3. Radchenko E.V. Reflection of the linguistic personality of a Russian person in procedural phraseological units with the meaning of "mental state of a person". *Russkiy yazyk: istoricheskiye sud'by i sovremennost'. II Mezhdunarodnyy kongress issledovateley russkogo*

yazyka [Russian language: historical destinies and modernity. II International Congress of Russian Language Researchers]. Moscow: Izd-vo Moskovskogo un-ta, 2004. (In Russian)

4. Vishnevskaya G.M., Fedorova T.V. Features of connotations of English zoomorphic phraseological units. *Pedagogicheskiy vestnik* [Pedagogical Bulletin]. 2002. No. 2. (In Russian)

5. Telia V.N. Cultural and national connotations of phraseological units (from worldview to worldview). *Slavyanskoye yazykoznanie. Mezhdunarodnyy s'yezd slavistov* [Slavic linguistics. International Congress of Slavists]. Moscow: Nauka, 1993. Pp. 302–314. (In Russian)

6. Sholina A.A., Smirnova D.S. Zoonyms in the Russian language picture. *Innovatsionnaya nauka* [Innovative Science Magazine]. 2015. Issue No. 11–1. (In Russian)

7. Kieva Z.Kh. Aspects of interpretation of comparative phraseological units in the Ingush language. *Philology: scientific research*. 2019. No. 4. Pp. 39–43. DOI: 10.7256/2454-0749.2019.4.30495. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=30495. (In Russian)

8. Ulakov M.Z., Abaykhanova A.A. Types of phraseological units associated with zoonymy (based on the material of the Karachay-Balkar language). *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2013. No. 1(51). Pp. 162–168. EDN: PUYLUT. (In Russian)

9. Kieva Z.Kh., Sultygova M.M. *Sovremennyy ingushskiy yazyk. Leksikologiya i frazeologiya* [Modern Ingush language. Lexicology and phraseology]. GBU “Ingushskiy nauchno-issledovatel'skiy institut gumanitarnykh nauk im. CH. E. Akhriyeva”. Magas: Kep, 2017. 238 p. (In Russian)

10. Makhieva L.Kh. Synonymy of phraseological units and phraseological variability (based on the Karachay-Balkar language). *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2009. No. 6 (32). Pp. 153–159. EDN: LKORRZ. (In Russian)

11. *Tolkovyy slovar' karachayevo-balkarskogo yazyka (K"arachay-malk"ar tilni angylatma sozlyugyu)* [Explanatory Dictionary of the Karachay-Balkar Language]: In 3 volumes. Vol. 1. A–Zh. Nalchik: El-Fa, 1996. 1019 p. (In Russian)

12. Patiev S.U. *Strukturno-semanticheskaya kharakteristika ustoychivyykh sochetaniy ingushskogo yazyka* [Structural and semantic characteristics of stable combinations of the Ingush language]. Magas, 2007. 134 p. (In Russian)

13. Bashieva S.K., Zharashueva Z.K. *Shkol'nyy frazeologicheskiy slovar' (na balk. yaz.)* [School phraseological dictionary (in the Karachay-Balkar language)]. Nalchik: Izd-vo “El'brus”, 1994. 316 p. (In Kar.-Balkar.)

14. Ulakov M.Z. Lexical and semantic field of the terms kadyr “mule” and eshek “donkey” in the Karachay-Balkar language. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2019. No. 3(89). Pp. 93–98. DOI: 10.35330/1991-6639-2019-3-89-93-98. (In Russian)

15. Berberov B.A. Definition of zoomorphic images in Karachay-Balkar proverbs and sayings using elements of partial analysis. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Vostokovedeniye i Afrikanistika* [Bulletin of the St. Petersburg University of Oriental and African Studies]. 2023. Vol. 15. Issue 2. Pp. 288–306. DOI: 10.21638/spbu13.2023.205. (In Russian)

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Улаков Махти Зейтунович, д-р филол. наук, профессор, гл. науч. сотр. сектора карачаево-балкарского языка, Институт гуманитарных исследований – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. Пушкина, 18;

maxtti@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5972-8472>, SPIN-код: 2697-4930

Киева Зуфира Хаджибикаровна, д-р филол. наук, зав. отделом ингушского языка, проф. кафедры ПМНО ИнГГУ, Ингушский научно-исследовательский институт гуманитарных наук;

386001, Россия, г. Магас, ул. Мальсагова, 11;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0802-8337>, SPIN-код: 5482-8844

Махиева Людмила Хамангериевна, канд. филол. наук, доцент, зам. директора по научной работе, Институт гуманитарных исследований – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. Пушкина, 18;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6186-0395>, SPIN-код: 3779-5112

Information about the authors

Makhti Z. Ulakov, Doctor of Philological Sciences, Professor, Senior Scientific Researcher of the Department of the Karachay-Balkar Language Sector, Institute of Humanitarian Researches – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 18 Pushkin street;

maxtti@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5972-8472>, SPIN-код: 2697-4930

Zufira Kh. Kieva, Doctor of Philological Sciences, Head of the Department of Ingush language, Professor of PMNO of Ingush State University, Ingush Research Institute of Humanities;

386001, Russia, Magas, 11 Malsagova street;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0802-8337>, SPIN-code: 5482-8844

Lyudmila Kh. Makhieva, Candidate of Philological Sciences, Deputy Director of Research, Leading Researcher of the Karachay-Balkar Language Sector, Institute of Humanitarian Researches – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 18 Pushkin street;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6186-0395>, SPIN-code: 3779-5112

УДК 004.92

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-100-110

EDN: SLTJGB

Информационное моделирование строительных конструкций: создание арочной фермы в среде визуального программирования Dynamo

В. А. Никитенко✉, Д. А. Васильев

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет транспорта» (МИИТ)
127055, Россия, г. Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9

Аннотация. Статья посвящена применению возможностей информационного моделирования для создания сложных строительных конструкций на примере арочной фермы с использованием среды визуального программирования Dynamo. Авторы рассматривают преимущества использования этой технологии при проектировании строительных объектов и особенности работы с программой Revit, которая является основным инструментом для реализации представленного проекта. Использование автоматизации проектирования арочных ферм через написание скриптов в Dynamo позволяет значительно сократить временные затраты и повысить точность расчетов. Цель исследования: разработать метод для автоматизированного создания информационной модели арочной фермы в Revit с помощью Dynamo для оптимизации процесса моделирования. В статье приводятся примеры конкретных задач, решаемых с помощью данного подхода, и рассматриваются перспективы дальнейшего развития технологии информационного моделирования в строительстве.

Ключевые слова: Dynamo, BIM, TBM, информационное моделирование, ферма

Поступила 05.11.2024, одобрена после рецензирования 10.02.2025, принята к публикации 11.02.2025

Для цитирования. Никитенко В. А., Васильев Д. А. Информационное моделирование строительных конструкций: создание арочной фермы в среде визуального программирования Dynamo // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 100–110. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-100-110

MSC: 68U07

Original article

Information modeling of building structures: creating an arched truss in the Dynamo visual programming environment

V.A. Nikitenko✉, D.A. Vasiliev

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
Russian University of transport (MIIT)
127055, Russia, Moscow, 9 Obraztsova street, building 9

Abstract. The article is devoted to the application of information modeling capabilities for creating complex building structures using the example of an arched truss using the Dynamo visual programming environment. The authors consider the advantages of using this technology in the design of building objects and the features of working with the Revit program, which is the main tool for implementing the presented project. Using automation of the design of arched trusses through writing scripts in Dynamo can significantly reduce time costs and improve the accuracy of calculations. The purpose of the study: to develop a method for the automated creation of an information model of an arched truss in Revit using

Dynamo, to optimize the modeling process. The article provides examples of specific problems solved using this approach, and discusses the prospects for further development of information modeling technology in construction.

Keywords: Dynamo, BIM, TIM, information modeling, truss

Submitted 05.11.2024,

approved after reviewing 10.02.2025,

accepted for publication 11.02.2025

For citation. Nikitenko V.A., Vasiliev D.A. Information modeling of building structures: creating an arched truss in the Dynamo visual programming environment. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 100–110. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-100-110

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития строительной отрасли все большее распространение получают методы проектирования, основанные на технологии информационного моделирования зданий (англ. building information modeling) (ТИМ/ВИМ) [1]. Использование данной технологии способствует повышению точности и эффективности моделирования, ускорению разработки проектов и повышению качества управления строительными работами [2]. Важную роль в этом процессе играет совместное использование программ для информационного моделирования совместно со средой визуального программирования. В исследовании использовалась программа для ВИМ-моделирования Revit совместно с Dynamo [3]. Программы позволяют автоматизировать создание сложных конструктивных элементов и управлять параметрическими моделями. Это особенно необходимо при проектировании конструкций с нестандартной геометрией, например, арочных ферм.

Арочные фермы имеют сложную геометрию, поэтому их разработка требует больших затрат времени и вычислительных ресурсов персонального компьютера из-за необходимости учета огромного количества параметров, которые влияют на прочность и устойчивость конструкции. Визуальное программирование в Dynamo позволяет автоматизировать значительную часть этого процесса, сокращая время проектирования и снижая вероятность ошибок, возникающих при ручном моделировании.

Данное исследование имеет целью разработку и демонстрацию методики создания арочной фермы с применением среды визуального программирования Dynamo в интеграции с Revit. В работе исследуются возможности параметрического управления геометрией конструкции в рамках информационного моделирования и анализируется эффективность автоматизированного подхода к проектированию сложных строительных конструкций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве основного объекта моделирования была выбрана арочная ферма, которая представляет собой сложную строительную конструкцию. В качестве инструментов для достижения целей исследования использовалась комбинация программы Revit и среда визуального программирования Dynamo. Данные инструменты обладают возможностью параметрического управления геометрией фермы [4].

Для исследования использовались следующие материалы:

1. **Программное обеспечение Revit** – для формирования и визуализации информационной модели конструкции арки.
2. **Визуальное программирование в Dynamo** – для автоматизации процесса построения и управления моделью арочной фермы на основе параметрических сценариев.

3. **Библиотека семейств строительных материалов** в Revit – для задания сечений элементов фермы и механических характеристик.

Методы исследования:

1. **Параметрическое моделирование:** с использованием Dynamo были созданы скрипты, которые определяют основные параметры арочной фермы, включая длину, высоту, количество сегментов, профиль и сечение элементов. Применение скриптов позволило автоматически сгенерировать различные варианты 3D-модели фермы в зависимости от требуемых параметров в программе Revit.

2. **Алгоритмическое проектирование:** алгоритмические методы, реализованные в среде визуального программирования Dynamo, использовались для построения и оптимизации структуры арочной фермы. Использование разработанных авторами скриптов позволяет автоматически обновлять модель при изменении входных данных, ускоряя процесс проектирования и уменьшая количество ошибок.

Созданная модель была тщательно проверена на корректность геометрии и целостности конструкции. Анализ модели включал: оценку точности стыковки элементов и проверку соответствия модели заданным параметрам. Использование рассмотренных материалов и методов позволяет применять комплексный подход к проектированию арочных ферм, что гарантирует точное построение геометрии и универсальное параметрическое управление всей конструкцией.

ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Технологии информационного моделирования занимают важное место в современном строительстве, предоставляя полный контроль над данными на протяжении всего жизненного цикла объекта. ТИМ обеспечивает создание и управление цифровой моделью здания, которая содержит подробную информацию о его физических и функциональных свойствах. Основные преимущества – повышение качества проектирования, уменьшение сроков строительства, снижение затрат, повышение эффективности строительных работ [5].

Одной из ключевых возможностей ТИМ является обеспечение взаимодействия между различными участниками проекта (отдельными специалистами и командами), что помогает избегать ошибок, связанных с несоответствием или несовместимостью данных, упростить процесс координации инженерных сетей и актуализировать информацию о конструкции.

DYNAMO ДЛЯ REVIT

Dynamo – это среда визуального программирования. Она интегрирована с Revit и позволяет пользователям автоматизировать сложные проектные процессы, создавая алгоритмические модели [6]. Используя интерфейс визуального программирования, специалисты, не имеющие навыков программирования, могут создавать графические скрипты, с помощью которых выполняется управление параметрическими моделями. Использование Dynamo упрощает выполнение ряда сложных задач, например, изменение геометрии, расчет конструктивных элементов и анализ данных.

Преимуществом Dynamo является описание взаимосвязи между элементами модели для автоматизации проектирования путем создания логических схем. В результате становится возможным быстрое внесение изменений в конструкцию и адаптация ее к новым условиям – это особенно полезно при проектировании сложных и нестандартных объектов, например, арочных ферм. Кроме того, Dynamo поддерживает работу с очень большим объемом данных, а также позволяет выполнять сложные расчеты – все это делает проектирование более эффективным и точным.

Совместное использование возможностей среды визуального программирования Dynamo и программы Revit расширяет возможности параметрического моделирования, оптимизации и автоматизации, позволяя значительно ускорить процесс создания и редактирования моделей строительных объектов. Таким образом, визуальное программирование становится незаменимым инструментом для архитекторов и проектировщиков, работающих в рамках концепции информационного моделирования.

АРОЧНЫЕ ФЕРМЫ

В большинстве случаев именно арочные фермы являются основным видом строительных конструкций, применяемых для перекрытия больших пространств без дополнительных опор. Они отличаются высокой несущей способностью, прочностью и стойкостью к внешним воздействиям. Конструктивно арочная ферма состоит из системы соединенных между собой стержней, формирующих жесткую структуру, способную выдерживать горизонтальные и вертикальные нагрузки. За счет равномерного распределения усилий вдоль всей длины уменьшается концентрация напряжений и увеличивается сопротивляемость деформациям, что и обеспечивает эффективность арочных конструкций. При этом проектирование арочных ферм требует учета большого количества факторов: длина пролета, распределение нагрузок, форма арки и материалы, используемые для изготовления элементов, и т.д.

ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ АРОЧНОЙ ФЕРМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ DYNAMO

Процесс моделирования арочной фермы с использованием среды визуального программирования Dynamo включает несколько последовательных этапов, каждый из которых направлен на достижение максимальной точности и автоматизации проектирования виртуальной копии будущего сооружения. Как указывалось выше, Dynamo имеет универсальные возможности для параметрического моделирования, позволяя автоматически корректировать модель арочной фермы при изменении исходных данных. Например, если изменить высоту арки, то размеры всех связанных элементов (опор и пролетов) обновляются автоматически. Возможность интеграции Dynamo с Revit позволяет пользователям воспользоваться преимуществами обеих программ: Revit обеспечивает мощные инструменты для трехмерного моделирования и создания документации, а Dynamo добавляет универсальность и автоматизацию различных задач.

Этапы создания арочной фермы в Dynamo:

1. Подготовка исходных данных: вначале необходимо определить основные параметры арочной фермы, включая ее геометрию, размеры и используемые строительные материалы. Именно эти параметры служат основой для дальнейшего моделирования и обеспечивают точность создания конструкции.

2. Создание пролетного строения: после подготовки исходных данных проектирование продолжается в среде визуального программирования Dynamo. На этом шаге разрабатывается структура, поддерживающая элементы арки. Ребра нижнего пояса выбираются с помощью специального нода Select Edge (рис. 1), который позволяет автоматически задать ширину пролетного строения в зависимости от ширины перекрытия в проекте [7]. Этот подход обеспечивает точное и согласованное формирование элементов конструкции.

3. Разбиение линий и определение точек: чтобы создать арку, линии, полученные от выбранных ребер перекрытия, разбиваются на n равных участков. Это разбиение формирует опорные точки, необходимые для построения арочной геометрии. Кроме того, определяется точка середины арки, которая задается на определенной высоте h от нижнего пояса.

Высота h вычисляется в зависимости от проектных требований, и соответствующая координата z задается для правильного расположения этой точки.

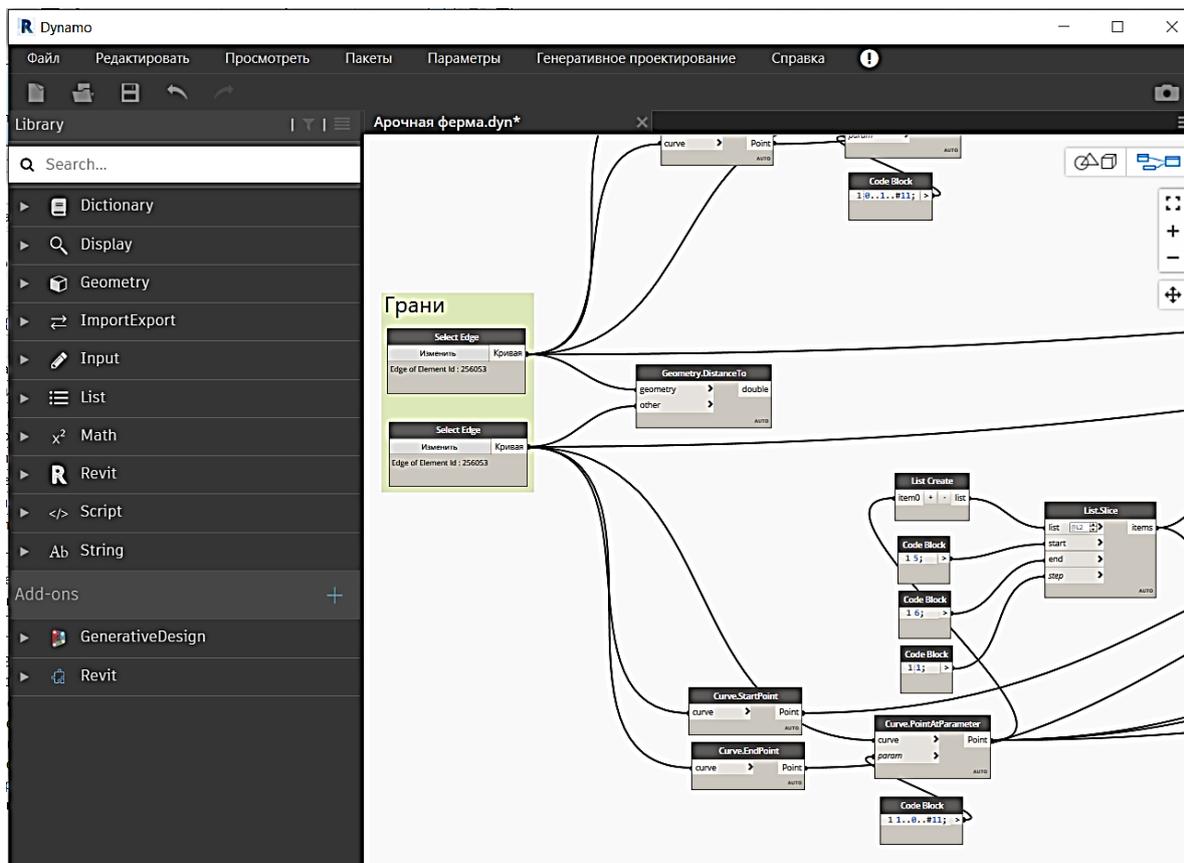


Рис. 1. Геометрия граней нижних поясов из среды моделирования Revit

Fig. 1. Geometry of the facets of the lower chords from the Revit modeling environment

4. Моделирование арки: с помощью специальных узлов в Дупано создается арка, соединяющая начальную и конечную точки с вершиной в середине. Этот процесс позволяет точно воспроизвести форму арочной фермы, обеспечивая оптимальную конструктивную геометрию.

5. Моделирование опор: следующим этапом является проектирование опорных элементов, которые поддерживают арку и передают нагрузки на грунт. Опоры размещаются в точках нижнего пояса, определенных ранее, и создаются с учетом всех конструктивных требований. Их правильное расположение и расчет прочности критически важны для устойчивости всей фермы.

6. Создание объемной геометрии: создав каркас фермы с помощью линий, необходимо выдать по ним геометрию с задаваемым профилем. Для этого необходимо создать профиль сечения для всех типов элементов фермы. Объемная геометрия создает визуальное представление фермы и позволяет выполнить расчет конструкции.

7. Проверка модели: на последнем этапе производится проверка работы габаритных параметров конструкции, изменение профиля сечения и работоспособность созданного скрипта. Далее необходимо проверить визуальную полученную BIM-модель и в случае ошибок внести корректировки в ноды скрипта. Данный этап необходимо выполнять внимательно, так как от этого зависят дальнейшие работы над моделью арочной фермы.

В соответствии с описанными выше этапами получаем скрипт, написанный в Dynamo:

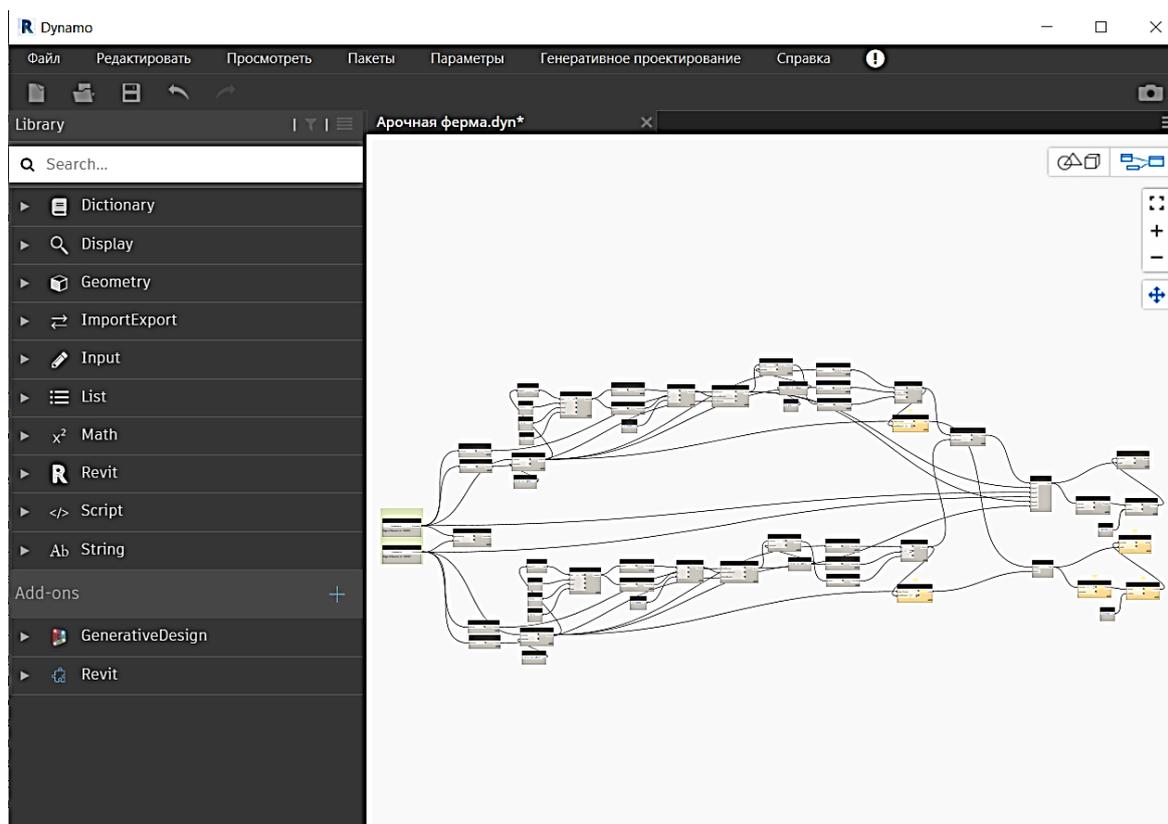


Рис. 2. Программа создания арочной фермы в среде Dynamo

Fig. 2. Program for creating an arched truss in the Dynamo environment

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДИКИ

Разработанная методика создания BIM-модели арочной фермы с параметризованной геометрией, сечениями и материалами в среде информационного моделирования Revit является результатом проведенного исследования и позволила получить следующие итоги:

1. **Автоматизировать процесс проектирования арочной фермы.** Геометрия элементов, из которых состоит арочная ферма, задается с помощью написанной программы в среде визуального программирования Dynamo, что позволяет быстро изменять геометрию и уменьшать затрачиваемое время на создание этой модели. А также сокращать ошибки, допускаемые при моделировании.

2. **Получение универсального метода создания параметрической арочной модели.** Данная методика позволяет оперативно изменять габариты конструкции и получать новую модель. Это способствует скорейшей оптимизации материалоемкости и других важных экономических характеристик.

3. **Визуальное тестирование модели.** Геометрия, которую можно увидеть, позволяет проверить ее на коллизии, разместить в модели окружающей застройки и оперативно внести необходимые изменения конструкции.

4. **Dynamo как дополнение информационного моделирования Revit.** Такой инструмент, как Dynamo в среде информационного моделирования Revit позволяет создавать сложные проекты, которые требуют инженерных расчетов и имеют сложность в создании объемной геометрии. Он упрощает не только реализацию, но и импорт в другие программные продукты, которые выполняют расчеты и выпускают документацию и сметы [8].

По вышеперечисленным итогам подтверждается актуальность разработанной методики, которая позволяет оптимизировать рабочие процессы создания арочных конструкций. Созданная программа для моделирования арочной фермы (рис. 3) имеет потенциал для дальнейшей модернизации. Созданная методика несет не только учебный смысл, но и имеет основу для создания отдельного приложения в строительной отрасли.

По разработанной методике и написанной программе получаем арочную ферму следующего вида:

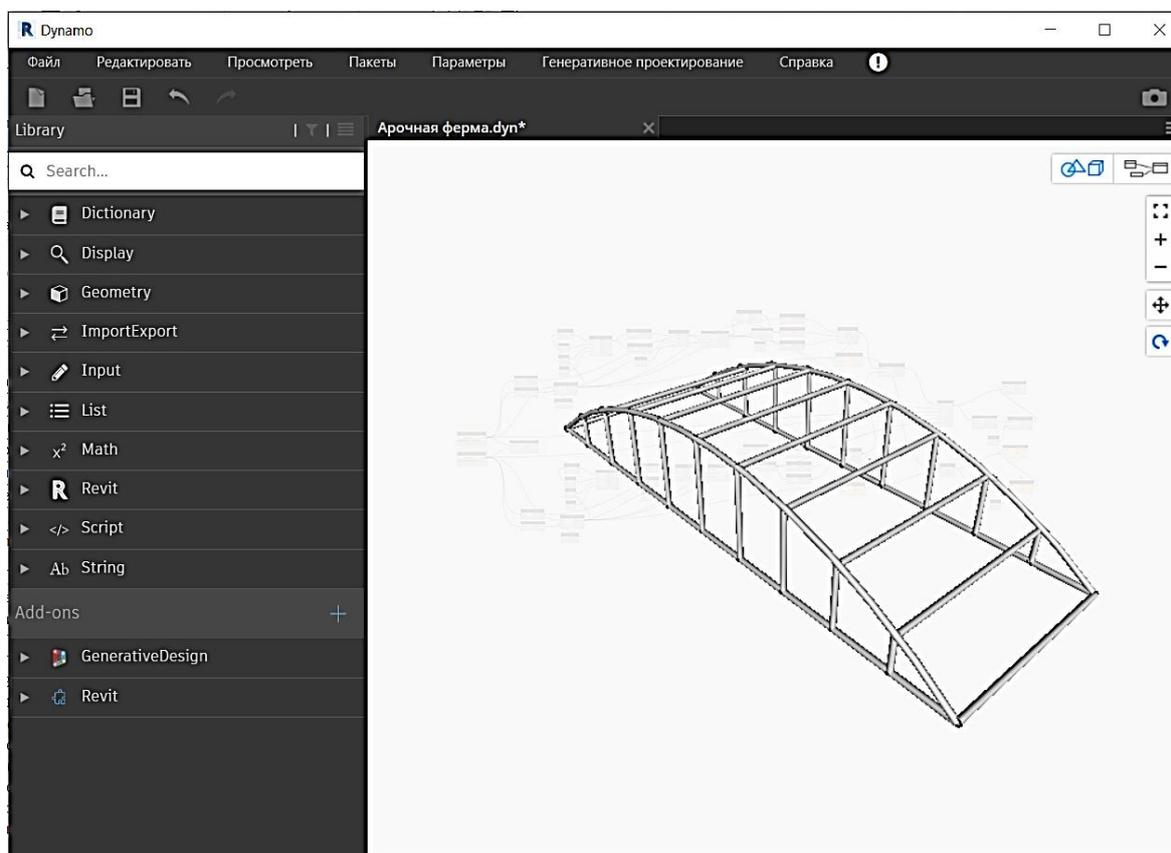


Рис. 3. Арочная ферма в среде визуального программирования Dynamo

Fig. 3. Arched truss in the Dynamo visual programming environment

Представленный образец арочной фермы имеет у элементов профиль – круг. Верхний и нижний пояса разбиты на 10 равных частей, имеются стойки и поперечины, которые построены на точках деления поясов соответственно. Данную арочную ферму можно экспортировать в различные среды моделирования и расчетные продукты. Применяя созданную программу, возможно легко менять габариты, сечения и количество пролетов фермы.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования подтвердили преимущества применения технологий информационного моделирования в интеграции с системами визуального программирования (на примере Autodesk Revit и Dynamo) при проектировании сложных конструкций. Параметрическое моделирование с использованием визуального программирования позволило эффективно автоматизировать процесс проектирования и обеспечить высокую точность при создании моделей арочных ферм.

ПРЕИМУЩЕСТВА МЕТОДИКИ

Одним из ключевых достижений стала возможность быстрого изменения геометрических параметров модели. Это особенно важно в условиях реальных строительных проектов, когда требования и параметры могут часто меняться. Возможность автоматической корректировки размеров всех связанных элементов при изменении, например, высоты арки значительно уменьшает вероятность ошибок, связанных с ручным редактированием модели.

Большую гибкость в настройке конструкции обеспечивает использование Dynamo для параметрического моделирования. Визуальное программирование позволяет быстро создавать и изменять сложные формы, что особенно актуально для объектов с уникальной архитектурной геометрией и сложными инженерными решениями. Возможность интеграции Dynamo с Revit позволяет использовать модель на всех стадиях жизненного цикла проекта, включая расчетные работы, создание документации и визуализацию.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Выявленные в процессе работы преимущества использования инструментов Dynamo и Revit все же имеют определенные ограничения, требующие внимания. Наиболее существенным ограничением является снижение производительности программного обеспечения при создании сложных моделей, содержащих большое количество элементов и параметров. Такие модели требуют повышенных вычислительных ресурсов компьютера. Это замедление может существенно влиять на скорость работы проектной команды, увеличивая время обработки информации и снижая эффективность всего процесса проектирования [9]. Для минимизации этого недостатка необходимо либо разрабатывать более оптимизированные скрипты, которые могут ускорить выполнение операций, либо упрощать геометрию (в тех случаях, когда высокая детализация не является критически важной для проектных расчетов).

Еще одним ограничением является сложность освоения новых технологий специалистами. Визуальное программирование требует определенных знаний и навыков, что создает дополнительные трудности для команд, если они ранее не использовали параметрическое моделирование в своей работе [10]. Переход на такие методы может быть трудоемким, так как инженерам и архитекторам приходится не только изучать новые программные интерфейсы, но и понимать принципы работы с параметрическими моделями и логикой программирования. Это обстоятельство подчеркивает необходимость дополнительного обучения и повышения квалификации сотрудников. Также организациям необходимо будет принять и разработать собственные стандарты разработки, подготовить методические рекомендации, которые облегчат и позволят быстрее освоить процесс моделирования и разработки скриптов.

Следовательно, несмотря на то, что Dynamo и Revit значительно расширяют возможности проектирования и автоматизации, их эффективное использование и успешная реализация требуют высокого уровня подготовки сотрудников, высоких вычислительных мощностей и учета особенностей программного обеспечения.

ПОТЕНЦИАЛ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

Анализ результатов исследования указывает на возможности дальнейшего улучшения методики параметрического моделирования арочных ферм. В перспективе можно и расширить возможности предложенного метода, включив, например, расчет нагрузок и оценку устойчивости конструкции непосредственно в среде Dynamo. Также стоит рассмотреть использование облачных технологий для обработки данных, что позволит повысить

производительность за счет ускорения вычисления модели. Использование данной методики позволит создавать в среде Дупато скрипты для создания других строительных ферм: балочных, шедовых, порталных, треугольных и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была создана и протестирована методика параметрического моделирования арочного моста с использованием программного обеспечения Autodesk Revit и среды визуального программирования Дупато. Научная новизна исследования заключается в разработке универсального метода, который позволяет автоматизированно создавать адаптивные арочные фермы с учетом изменения их параметров, таких как геометрия фермы, сечения, материалы, что ранее требовало значительных ручных усилий. Предложенный подход обеспечивает гибкость моделирования, что особенно важно при работе со строительными конструкциями сложной геометрии. Результаты исследования показывают, что использование параметрического моделирования предоставляет широкие возможности для оптимизации проектирования за счет автоматизации в Дупато. Автоматизация проектирования позволяет сократить ошибки и время на выполнение монотонных задач, повышая общую производительность работы проектной команды. Дальнейшее совершенствование технологии параметрического моделирования, ее интеграция с новыми инструментами позволят максимально раскрыть потенциал информационного моделирования в строительной отрасли, а также повысить гибкость использования программных обеспечений BIM.

Успешное применение данных технологий требует учета ряда ограничений, а именно: необходимость высокой производительности персонального компьютера при работе с большими и сложными моделями, а также обучения специалистов работе с инструментами визуального программирования. Предложенный подход имеет высокий потенциал для дальнейшего развития в строительной отрасли. Исследование показало, что ТИМ в сочетании с параметрическим моделированием открывает новые возможности для проектирования и оптимизации сложных строительных конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Злобина Д. А., Сухотерин А. В., Гонкало В. Н., Пиотрович А. А. Вопросы внедрения BIM технологий в России // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2020. Т. 1. С. 397–402. EDN: XRZMHS
2. Шемякина Т. Ю. Информационное моделирование строительных объектов: особенности применения и развития // Вестник государственного университета управления. 2020. № 7. С. 89–95. DOI: 10.26425/1816-4277-2020-7-89-95. EDN: ZAZKTD
3. Заторский С. П., Шумилов К. А. Автоматизация процессов проектирования в рабочей среде с помощью DYNAMO REVIT // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2023. № 4(46). С. 125–128. DOI: 10.5 2684/2312-3702-2023-46-4-125-128
4. Малышева М. С. Применение BIM технологии в возведении мостов // Инновационный дискурс развития современной науки и технологий. Сборник статей VI Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2022. С. 95–98. EDN: YMWFFQ
5. Акишев У. К., Жамалатдинова Ж. А., Алмаш Ж. С. Применение BIM-технологий в строительстве // Современное инженерное образование: вызовы и перспективы. Материалы III национальной научно-практической конференции. Магнитогорск, 2024. С. 86–90.

6. Алиев Э. К., Хоканин М. А., Черяшов Э. А., Гафитулин Р. Р., Гареева Г. А. Внедрение Дунато в Revit // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 220–223. EDN: YNCVWC

7. Рязанов С. А., Карачаровский В. Ю. Моделирование пространственных поверхностей моделей в среде визуального программирования ДУНАМО // КОГРАФ – 2020. Сборник материалов 30-й Всероссийской научно-практической конференции по графическим информационным технологиям и системам. Нижний Новгород, 2020. С. 108–113. DOI: 10.46960/43791586_2020_108. EDN: LEGCCE

8. Пученков И. С. Обработка информации в BIM-среде с помощью Дунато на примере работы с классификатором // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. Материалы III Международной научно-практической конференции. 2020. С. 414–424. DOI: 10.23968/BIMAC.2020.054. EDN: DUJTD

9. Попов Д. В. Преимущества и недостатки внедрения BIM-технологий в строительные организации // Universum: технические науки. 2024. № 3(120). С. 60–63. DOI: 10.32743/UniTech.2024.120.3.17032

10. Демидов А. С., Быстров Н. С. Перспективы и проблемы применения BIM-технологий в транспортном строительстве // Инновационный транспорт. 2021. № 4(42). С. 43–45. DOI: 10.20291/2311-164X-2021-4-43-45

REFERENCES

1. Zlobina D.A., Sukhoterin A.V., Gopkalo V.N., Piotrovich A.A. Issues of the introduction of BIM technologies in Russia. *Nauchno-tekhnicheskoye i ekonomicheskoye sotrudnichestvo stran ATR v XXI veke* [Scientific, technical and economic cooperation of the APR countries in the XXI century]. 2020. Vol. 1. Pp. 397–402. EDN: XRZMHS. (In Russian)

2. Shemyakina T.Y. Information modeling of construction objects: application and development features. *Vestnik gosudarstvennogo universiteta upravleniya* [Bulletin of the State University of Management]. 2020. No. 7. Pp. 89–95. DOI: 10.26425/1816-4277-2020-7-89-95. EDN: ZAZKTD. (In Russian)

3. Zatorskiy S.P., Shumilov K.A. Automation of design processes in a work environment using DYNAMO REVIT. *Inzhenerno-stroitel'nyy vestnik Prikaspiya* [Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region]. 2023. No. 4(46). Pp. 125–128. DOI: 10.5 2684/2312-3702-2023-46-4-125-128. (In Russian)

4. Malysheva M.S. The use of BIM technology in the construction of bridges. *Innovatsionnyy diskurs razvitiya sovremennoy nauki i tekhnologii* [Innovative discourse on the development of modern science and technology]. Sbornik statey VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Petrozavodsk, 2022. Pp. 95–98. EDN: YMWFFQ. (In Russian)

5. Akishev U.K., Zhamalatdinova Zh.A., Almash Zh.S. Application of BIM technologies in construction. *Sovremennoye inzhenernoye obrazovaniye: vyzovy i perspektivy* [Modern engineering education: challenges and prospects]. Materialy III natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Magnitogorsk, 2024. Pp. 86–90. (In Russian)

6. Aliiev E.K., Hokanin M.A., Cheryashov E.A., Gafitulina R.R., Gareeva G.A. Implementation of Dynamo in Revit. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzh'ya* [Scientific and Technical Bulletin of the Volga region]. 2023. No. 6. Pp. 220–223. EDN: YNCVWC. (In Russian)

7. Ryazanov S.A., Karacharovskiy V.Yu. Modeling of spatial surfaces of models in the DYNAMO visual programming environment. *KOGRAM – 2020. Sbornik materialov 30-y Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii po graficheskim informatsionnym tekhnologiyam*

i sistemam [Collection of materials of the 30th All-Russian Scientific and Practical Conference on Graphical Information Technologies and Systems]. Nizhny Novgorod, 2020. Pp. 108–113. DOI: 10.46960/43791586_2020_108. EDN: LEGCCE. (In Russian)

8. Puchenkov I.S. Information processing in a BIM environment using Dynamo as an example of working with a classifier. *BIM-modelirovaniye v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury* [BIM modeling in construction and architecture tasks]. Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2020. Pp. 414–424. DOI: 10.23968/BIMAC.2020.054. EDN: DUJTDT. (In Russian)

9. Popov D.V. Advantages and disadvantages of implementing BIM technologies in construction organizations. *Universum: tekhnicheskiye nauki* [Universum: technical sciences]. 2024. No. 3(120). Pp. 60–63. DOI: 10.32743/UniTech.2024.120.3.17032. (In Russian)

10. Demidov A.S., Bystrov N.S. Prospects and problems of using BIM technologies in transport construction. *Innovative transport*. 2021. No. 4(42). Pp. 43–45. DOI: 10.20291/2311-164X-2021-4-43-45

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Никитенко Владимир Анатольевич, аспирант кафедры «Системы автоматизированного проектирования», Российский университет транспорта (МИИТ);

127055, Россия, Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9;

babich.rutmiit@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3391-0253>

Васильев Дмитрий Аркадьевич, аспирант кафедры «Системы автоматизированного проектирования», Российский университет транспорта (МИИТ);

127055, Россия, Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9;

d_vasilyev98@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8131-8916>

Information about authors

Vladimir A. Nikitenko, Post-graduate Student of the Department of Computer-Aided Design Systems of the Russian University of Transport (MIIT);

127055, Russia, Moscow, 9 Obraztsova street, building 9;

babich.rutmiit@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3391-0253>

Dmitry A. Vasiliev, Post-graduate Student of the Department of Computer-Aided Design Systems of the Russian University of Transport (MIIT);

127055, Russia, Moscow, 9 Obraztsova street, building 9;

d_vasilyev98@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8131-8916>

УДК 004.912

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-111-119

EDN: UJJXRM

Исследование основных методов автоматической обработки, группировки и аннотирования информации

Д. В. Тихонов

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Ярославский филиал)
150003, Россия, г. Ярославль, ул. Кооперативная, 12а

Аннотация. В статье исследованы основные методы автоматической обработки, группировки и аннотирования информации. Показано, что методы автоматического анализа Data Mining базируются на использовании определенных статистических закономерностей (классификация, регрессия), поиске ключевых слов, однако не используют алгоритмы лингвистической обработки текстов. Таким образом, автоматический анализ текстовой информации, осуществляемый современными средствами аналитической обработки, не способен прорабатывать содержание текстов. Для сравнения двух простых предложений по содержанию был использован метод резолюций. Как показали исследования, при применении алгоритма унификации содержание предложений не учитывается. Поэтому как решение проблемы сравнительного анализа текстовой информации по содержанию были предложены новые алгоритмы работы с логико-лингвистическими моделями. Научная новизна полученных результатов состоит в методе быстрого извлечения набора локальных дескрипторов, описывающих все части изображения, что позволяет существенно ускорить процесс аннотирования и формировать более полный глобальный визуальный дескриптор изображения.

Ключевые слова: методы, автоматическая обработка, группировка, аннотирование, информация, Data Mining, метод резолюций

Поступила 25.12.2024, одобрена после рецензирования 28.01.2025, принята к публикации 03.02.2025

Для цитирования. Тихонов Д. В. Исследование основных методов автоматической обработки, группировки и аннотирования информации // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 111–119. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-111-119

MSC: 68U15

Original article

Research on main methods of automatic processing, grouping and annotation of information

D.V. Tikhonov

Financial University under the Government of the Russian Federation (Yaroslavl branch)
150003, Russia, Yaroslavl, 12a Cooperative street

Abstract. The article examines main methods of automatic processing, grouping and annotation of information. It is shown that methods of automatic analysis of Data Mining are based on the use of certain statistical patterns (classification, regression), search for keywords, but do not use algorithms for linguistic processing of texts. Thus, automatic analysis of text information carried out by modern means of analytical processing is not able to process texts content. To compare two simple sentences by content, the resolution method was used. Studies have shown the unification algorithm does not take into account

content of sentences. Because the solution to the problem of comparative analysis of text information by content, a new algorithm for working with logical and linguistic models is proposed. The scientific novelty of the results obtained lies in the method of quickly extracting a set of local descriptors describing all parts of the image, which allows us to significantly speed up the annotation process and form a more complete global visual descriptor of the image.

Keywords: methods, automatic processing, grouping, annotation, information, Data Mining, resolution method

Submitted 25.12.2024,

approved after reviewing 28.01.2025,

accepted for publication 03.02.2025

For citation. Tikhonov D.V. Research on main methods of automatic processing, grouping and annotation of information. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 111–119. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-111-119

ВВЕДЕНИЕ

Автоматическая обработка информации относится к умственному когнитивному процессу с широким диапазоном характеристик: быстрый, параллельный, эффективный, требующий небольших когнитивных усилий и активного контроля или внимания со стороны субъекта. Этот тип обработки является результатом повторяющегося обучения одной и той же задаче. Однажды выученную автоматическую реакцию трудно подавить, изменить или игнорировать. Автоматическая обработка информации используется для решения квалифицированных задач и считается процессом, противоположным контролируемой обработке информации.

В 1950-х годах область когнитивной психологии сосредоточилась на ограничениях возможностей обработки информации человеком, например, на том, как мозг обрабатывает входящую информацию в виде стимулов. В 1958 году британский психолог Бродбент представил важную модель обработки информации с ограниченной пропускной способностью и был одним из первых, кто провел различие между автоматическими и контролируруемыми процессами [1].

Задачу автоматизированной аналитической обработки текстовой информации пытаются решить многие иностранные и отечественные ученые. В частности, еще в 1979 году Н. Т. Кузин [2] описал методы частотной обработки текстовой информации, которые впоследствии были усовершенствованы в работах А. Бродера [3] и Д. В. Ланде [4]. Ученые в публикациях [5–7] обобщили данные по современным методам автоматического анализа Data Mining и Text Mining. Однако ни один из описанных методов не обеспечивает извлечение из текстовой информации знаний.

Цель статьи – проанализировать основные методы автоматической обработки, группировки и аннотирования информации, выявить их преимущества и недостатки для задач извлечения знаний из естественного языка.

В рамках достижения данной цели необходимо осуществить сравнительный анализ простых предложений природного языка с помощью метода резолюций Робинсона, обрисовать главные шаги метода сравнительного анализа текстовой информации, представленной в виде логико-лингвистических моделей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами исследования выступают научные публикации по тематике использования основных методов автоматической обработки, группировки и аннотирования информации. Используются методы анализа, обобщения и систематизации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Автоматизированная обработка информации включает в себя сбор компонентов информации, присутствующих в документе, с помощью программного обеспечения. Она использует такие технологии, как машинное обучение, компьютерное зрение, обработка естественного языка и распознавание текста. Автоматическая обработка документов в организации помогает сократить ручной труд, соблюдать требования, устранить проблемы и повысить скорость рабочих процессов.

Существует четыре распространенных способа обработки информации, проанализируем каждый из них [8].

1. Ручная обработка информации и документов. Ручная обработка документов подразумевает обработку соответствующей и важной информации из документов вручную и упорядочивание этих данных для принятия решений. Этот метод представляет собой трудоемкий процесс, обработка одного документа может занять до 20 минут (иногда и больше). Когда дело доходит до точности ручной обработки данных, она сравнительно низка по сравнению с другими доступными методами обработки данных и составляет всего 60–70 процентов точности. Этот метод также требует ручной рабочей силы для выполнения всей операции.

2. Компьютерное зрение. Компьютерное зрение относится к обучению компьютера работе с рядом форматов документов, чтобы обеспечить возможность идентификации символов и других элементов, управляемых данными, из документа. Это современная техника обработки данных, которая использует искусственный интеллект для получения значимых данных из изображений, видео, документов или чего-либо, что имеет цифровое или аналоговое существование. Это лучше объяснить искусственным интеллектом, который может заставить компьютер думать. Оно помогает видеть объекты, делать наблюдения, а затем понимать. Компьютерное зрение управляет другими методами, такими как оптическое распознавание меток и оптическое распознавание символов, и является расширенным набором этих методов обработки данных.

Этот процесс предполагает использование большого количества данных при повторном анализе до тех пор, пока не будут распознаны различия и данные из изображений или документов.

Компьютерное зрение использует две разные технологии – глубокое обучение и CNN – для достижения четкого распознавания. CNN относится к нейронным сетям свертки, которые помогают модели машинного обучения просматривать изображения, разбитые на пиксели с метками или тегами, для выполнения сверток и прогнозирования.

3. Оптическое распознавание символов. Оптическое распознавание символов, или OCR, идентифицирует данные из документов в форме символов и изображений и далее обрабатывает эти данные в поддающиеся учету форматы. Эти извлеченные данные затем преобразуются в машиночитаемую форму, которая в дальнейшем используется для обработки данных. OCR обрабатывает цифровые файлы, такие как квитанции о трудоустройстве, счета-фактуры, контракты, финансовые отчеты и т. д.

Оптическое распознавание символов помогает автоматизировать обработку документов и извлечение данных, что в конечном итоге позволяет организациям экономить драгоценные ресурсы и время. Эта технология анализирует текст, присутствующий на странице, идентифицирует символы и в дальнейшем превращает их в код, поддерживающий обработку информации в документе. Он имеет трехэтапную процедуру, которая включает предварительную обработку, распознавание символов и постобработку.

4. Интеллектуальная обработка документов IDP. IDP означает интеллектуальную обработку документов, которая преобразует полуструктурированную или неструктурированную информацию из документа в полезные данные. Примерно 80% данных всех организаций хранятся в полуструктурированной и неструктурированной форме, например, в счетах-фактурах, отчетах о прибылях и убытках и балансовых отчетах. Интеллектуальная обработка документов внесла революционные изменения в следующее поколение автоматизации обработки данных благодаря чрезвычайно быстрой обработке и таким возможностям, как извлечение и обработка документов различных форматов.

Автоматизированная система управления документами использует технологии искусственного интеллекта, такие как обработка естественного языка, глубокое обучение, компьютерное зрение и машинное обучение, для классификации, категоризации и извлечения актуальной и важной информации, в конечном итоге проверяя данные. IDP – это следующий шаг в области оптического распознавания символов, поскольку преодолевает ограничения OCR при извлечении данных из всех нестандартных и сложных документов. Он имеет высокую точность, близкую к 100%, и обладает более быстрой функциональностью, чем другие методы извлечения данных, с возможностью обработки данных из сложных структур документов [9].

Для повышения точности анализа текстов разрабатываются методы предварительной лингвистической обработки, что требует, во-первых, значительных вычислительных затрат для лингвистического анализа индексированной коллекции текстов, во-вторых, разработки специализированной поисковой машины. Автоматизированное извлечение знаний из текста является одной из основных задач искусственного интеллекта и напрямую связано с пониманием текстов на естественном языке.

На сегодня существуют различные средства обработки текстовой информации. Для извлечения знаний из текстовой информации используются разные методы автоматического анализа Data Mining. Такие методы используют алгоритмы и средства искусственного интеллекта для исследования больших объемов информации и извлечения знаний, которые будут практически полезны и доступны для интерпретации человеком [5].

Основными методами Data Mining являются классификация, кластеризация, регрессия, поиск ассоциативных правил, аннотирование и автореферирование. Задача классификации сводится к определению класса объекта по его характеристикам, причем множество классов задается раньше времени. Классификация использует статистические корреляции для построения правил размещения документов в заданной категории; задача классификации – это задача распознавания, когда система относит новый объект к той или иной категории.

Классификация и регрессия предполагают осуществление двух обязательных этапов. Первый этап – выделение набора объектов, для которых известны значения зависимых и независимых переменных. На основе полученного набора строится модель определения значения зависимой переменной (функция классификации или регрессии). На втором этапе построенную модель применяют к анализируемым объектам. Недостатком классификации и регрессии является то, что разработчик системы должен фиксировать количество классов и характеристик, по которым будут проводиться исследования. Это означает, что если система не выявит признак или класс, к которому можно отнести, например, текстовый документ, он не будет корректно обработан.

Аннотирование – это процесс создания коротких сообщений об электронном тексте, позволяющих делать выводы о целесообразности его подробного изучения [10, 11].

Современные системы аналитической обработки текстовой информации обладают средствами автоматического составления аннотаций.

Метод аннотирования текста произвольной структуры предусматривает:

1. Формирование множества аннотированных фрагментов, являющихся целыми предложениями данного текста, содержат в своем составе глагол или краткое прилагательное и не являются вопросительным или восклицательным предложением.

2. Создание таблицы всех вероятных пар главных тематических узлов (здесь употребляется система продукций для установления черт структурных единиц текста, описанная ранее).

3. Отбор таких предложений, содержащих несколько различных тематических узлов, не встречавшихся ранее в тексте.

Осуществление автоматической аннотации является прикладной задачей, которая решается перед тем, как информация из заданного текста попадет в поисковый сервер. Автоматическое реферирование представляет собой создание кратких изложений материалов, аннотаций, дайджестов, то есть извлечение наиболее важных сведений из одного или нескольких документов и генерация на их основе лаконичных и информационно емких отчетов.

На сегодняшний день существует два основных направления автореферирования: квазиреферирование (основано на экстрагировании фрагментов документов, то есть выделении наиболее информативных фраз и формирование из них квазирефератов) и краткое изложение содержания первичных документов (дайджесты) [3].

Автоматическое реферирование и аннотирование используется в основном для экономии времени пользователям, создания каталогов информационных ресурсов, использования словарей-тезаурусов общего и специального назначения. Применяется автоматическое реферирование и аннотирование в корпоративных системах документооборота, поисковых машинах и каталогах ресурсов Интернет, автоматизированных информационно-библиотечных системах, каналах связи, службах рассылки новостей и т.д.

Поиск ассоциативных правил представляет собой способ поиска частичных зависимостей между объектами и субъектами. Найденные зависимости представляются в виде правил и используются для лучшего понимания природы анализируемых данных. То есть из большого количества наборов объектов определяются наиболее часто встречающиеся. При выявлении закономерностей можно с определенной вероятностью предсказать появление событий в будущем, что позволяет принимать решения. Такая задача является разновидностью задачи поиска ассоциативных правил и называется сиквенционным анализом.

Кластеризация – это разбиение множества документов на кластеры (группы документов с общими признаками), которые представляют собой подмножества, смысловые параметры которых заранее неизвестны. Численные методы кластеризации базируются на определении кластера как множества документов. Для задачи кластеризации характерен поиск групп наиболее схожих объектов.

Результат кластеризации зависит от природы данных и от представления кластеров.

Все описанные выше методы автоматического анализа Data Mining обеспечивают определенную структуризацию текстовой информации, ее обобщение или аннотирование. Однако для извлечения знаний из электронных текстов, в частности сравнения и выявления в них совпадений, необходимы средства автоматического лингвистического анализа. Основным методом, используемым сегодня для логического сравнения текстовой информации, является метод резолюций Робинсона.

Например, пусть есть два простых предложения, для каждого из которых построена логическая модель.

Первое предложение: "Эксперт отвечает на вопросы слушателей":

$$P(x_1, x_2[x_3]). \quad (1)$$

Соответствует (эксперт, вопросы [слушателей]).

Второе предложение: "Эксперт анализирует вопросы специалистов":

$$P'(x_1, x_2[x_3']). \quad (2)$$

Анализирует (эксперт, вопросы [специалистов]).

По алгоритму унификации ищем подстановку $Q = \{P/P', x_3/x_3'\}$. Если осуществить подстановку в выражение (2), будем иметь множества, содержащие литералы с одинаковыми предикатами.

После этого, применяя метод резолюций к выражениям (1) и (2), получим резольвенту, что не равно пустому множеству, это свидетельствует о том, что предложения одинаковы.

Анализируя содержание заданных предложений, можно сделать вывод, что в данном случае в алгоритме унификации нельзя было применять подстановку P/P' , так как предикаты разные по содержанию и не являются синонимами.

Метод резолюций не позволяет определить это в процессе замены, потому что не анализирует содержание слов, входящих в предложение естественного языка [7]. Это означает, что для корректного сравнения текстовых документов по содержанию необходимы новые алгоритмы лингвистического анализа, которые обеспечат содержательную обработку текстовой информации.

Одним из таких алгоритмов может быть алгоритм сравнения логико-лингвистических моделей предложений естественного языка, включающий следующие этапы.

1. Построение логико-лингвистических моделей [8]. На этом этапе каждому предложению природного языка ставится в соответствие логическая формула, представляющая собой одномерный массив слов, из которых состоят предложения, упорядоченные в соответствии с тем, какую синтаксическую роль они выполняют.

2. Идентификация. Происходит очередной просмотр элементов всех логико-лингвистических моделей: предикатов, предикатных переменных (субъектов), предикатных переменных (аргументов), предикатных констант. Среди составляющих логико-лингвистических моделей ищутся однокоренные слова, синонимы, активные и пассивные формы однокоренных глаголов.

3. Замена тождественных переменных. Если на этапе идентификации найдены тождественные переменные, во всех логико-лингвистических моделях происходит их переобозначение, благодаря чему одни и те же слова (даже если они имеют разные грамматические рамки) будут обозначаться одинаково и соответственно иметь идентичное содержание.

4. Логический вывод. После идентификации и замены тождественных переменных применяется система продукции, содержащая правила сравнения логико-лингвистических моделей. Такие правила позволяют через установленные связи между словами переходить к представлению значений слов посредством комбинаций элементарных компонентов содержания.

В качестве эффективного метода автоматической обработки, группировки и аннотирования информации был предложен метод автоматического аннотирования изображений

на основе обучающего набора изображений, разделенного на однородные текстово-визуальные группы, а также предложен алгоритм для реализации данного метода, который отличается тем, что аннотирование нового изображения осуществляется с помощью обучающих изображений небольшого количества визуально схожих групп. В рамках алгоритма для всех учебных, а также аннотированных изображений образуется глобальный визуальный дескриптор. Для этого с изображения извлекается набор локальных дескрипторов, который кодируется с помощью словаря визуальных слов. Поскольку этот этап автоматической обработки, группировки и аннотирования информации является наиболее вычислительно затратным, предложен быстрый метод извлечения набора локальных дескрипторов, что позволяет избежать повторных вычислений при наложении областей расчета дескрипторов и существенно ускоряет процесс аннотирования. Также предложен процесс вычисления цветowych локальных дескрипторов, использование которых позволяет повысить точность аннотирования, алгоритмы формирования словаря визуальных слов и кодирование набора локальных дескрипторов в глобальный визуальный дескриптор.

Выводы

Методы автоматического анализа Data Mining базируются на использовании определенных статистических закономерностей (классификация, регрессия), поиске ключевых слов, однако не используют алгоритмы лингвистической обработки текстов. Таким образом, автоматический анализ текстовой информации, осуществляемый современными средствами аналитической обработки, не способен прорабатывать содержание текстов. Для сравнения двух простых предложений по содержанию был использован метод резолюций. Как показали исследования, при применении алгоритма унификации содержание предложений не учитывается. Поэтому как решение проблемы сравнительного анализа текстовой информации по содержанию предложен новый алгоритм работы с логико-лингвистическими моделями. Предложен метод быстрого извлечения набора локальных дескрипторов, описывающих все части изображения, что позволяет существенно ускорить процесс аннотирования и сформировать более полный глобальный визуальный дескриптор изображения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Hammar A.* Automatic Information Processing. In: Seel, N.M. (eds). Encyclopedia of the Sciences of Learning. Springer. Boston, MA. 2012. DOI: 10.1007/978-1-4419-1428-6_494
2. *Khazaei E., Alimohammadi A.* An Automatic User Grouping Model for a Group Recommender System in Location-Based Social Networks. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2018. 7(2):67. DOI: 10.3390/ijgi7020067
3. *Ячная В. О., Луцив В. Р., Малашин Р. О.* Современные технологии автоматического распознавания средств общения на основе визуальных данных // КО. 2023. Т. 47. № 2. С. 287–305. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tehnologii-avtomaticheskogo-raspoznavaniya-sredstv-obscheniya-na-osnove-vizualnyh-dannyh> (дата обращения: 18.02.2024)
4. *Назаров Т. Р., Мамедова Н. А.* Автоматизированное решение задачи детектирования промышленных объектов на ортофотоплане с помощью нейронной сети // Программные продукты и системы. 2023. Т. 36. № 1. С. 144–158. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannoe-reshenie-zadachi-detektirovaniya-promyshlennyh-obektov-na-ortofotoplane-s-pomoschyu-neyronnoy-seti> (дата обращения: 18.02.2024)

5. Власов С. О., Гладышев А. И., Богуславский А. А., Соколов С. М. Решение задачи обнаружения объекта с помощью нейросетевых технологий // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. 2023. № 16. 27 с. DOI: <https://doi.org/10.20948/prepr-2023-16>
6. Гайсин А. Э. Анализ существующих методов автоматического текстового анализа // Вестник науки. 2023. № 6(63). Т. 4. С. 254–258. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-suschestvuyuschih-metodov-avtomaticheskogo-tekstovogo-analiza> (дата обращения: 18.02.2024)
7. Пригодич Н. Д., Коробко С. С. Применение программных методов для автоматизированной обработки источников личного происхождения // Историческая информатика. 2023. № 1(43). С. 1–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-programmnyh-metodov-dlya-avtomatizirovannoy-obrabotki-istochnikov-lichnogo-proishozhdeniya> (дата обращения: 18.02.2024)
8. Li H., Yuan D., Ma X., Cui D., Cao L. Genetic algorithm for the optimization of features and neural networks in ECG signals classification // Scientific Reports. 2017. Vol. 7. No. 1. Pp. 1–12. DOI: 10.1038/srep41011
9. He X., Zhao K., Chu X. AutoML: A Survey of the State-of-the-Art // Knowledge-Based Systems. 2021. Vol. 212. P. 106622. DOI: 10.1016/j.knosys.2020.106622
10. Jin H., Song Q., Hu X. Auto-keras: An efficient neural architecture search system // Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. 2019. Pp. 1946–1956. DOI: 10.1145/3292500.3330648
11. Real E., Aggarwal A., Huang Y., Le Q. V. Regularized evolution for image classifier architecture search // Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. 2018. Vol. 33. Pp. 4780–4789. DOI: 10.1609/aaai.v33i01.33014780

REFERENCES

1. Hammar Å. Automatic Information Processing. In: Seel, N.M. (eds). Encyclopedia of the Sciences of Learning. Springer. Boston, MA. 2012. DOI: 10.1007/978-1-4419-1428-6_494
2. Khazaei E., Alimohammadi A. An Automatic User Grouping Model for a Group Recommender System in Location-Based Social Networks. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2018. 7(2):67. DOI: 10.3390/ijgi7020067
3. Yachnaya V.O., Lutsiv V.R., Malashin R.O. *Sovremennyye tekhnologii avtomaticheskogo raspoznavaniya sredstv obshcheniya na osnove vizual'nykh dannykh* [Modern technologies for automatic recognition of means of communication based on visual data]. KO. 2023. Vol. 47. No. 2. Pp. 287–305. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-tehnologii-avtomaticheskogo-raspoznavaniya-sredstv-obscheniya-na-osnove-vizualnyh-dannyh> (access date: 02.18.2024). (In Russian)
4. Nazarov T.R., Mamedova N.A. Automated solution to the problem of detecting industrial objects on an orthomosaic using a neural network. *Programmnyye produkty i sistemy* [Software products and systems]. 2023. Vol. 36. No. 1. Pp. 144–158. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannoe-reshenie-zadachi-detektirovaniya-promyshlennyh-obektov-na-ortofotoplane-s-pomoschyu-neuronnoy-seti> (date of access: 02.18.2024). (In Russian)
5. Vlasov S.O., Gladyshev A.I., Boguslavsky A.A., Sokolov S.M. Solving the problem of object detection using neural network technologies. Preprints of the Keldysh IPM. 2023. No. 16. 27 p. DOI: <https://doi.org/10.20948/prepr-2023-16>. (In Russian)
6. Gaisin A.E. Analysis of existing methods of automatic text analysis. *Vestnik nauki* [Bulletin of Science]. 2023. No. 6(63). Vol. 4. Pp. 254–258. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-suschestvuyuschih-metodov-avtomaticheskogo-tekstovogo-analiza> (date of access: 02.18.2024). (In Russian)

7. Prigodich N.D., Korobko S.S. Application of software methods for automated processing of sources of personal origin. *Istoricheskaya informatika* [Historical informatics]. 2023. No. 1(43). Pp. 1–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-programmnyh-metodov-dlya-avtomatizirovannoy-obrabotki-istochnikov-lichnogo-proishozhdeniya> (date of access: 02.18.2024). (In Russian)
8. Li H., Yuan D., Ma X., Cui D., Cao L. Genetic algorithm for the optimization of features and neural networks in ECG signals classification. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7. No. 1. Pp. 1–12. DOI: 10.1038/srep41011
9. He X., Zhao K., Chu X. AutoML: A Survey of the State-of-the-Art. *Knowledge-Based Systems*. 2021. Vol. 212. P. 106622. DOI: 10.1016/j.knsys.2020.106622
10. Jin H., Song Q., Hu X. Auto-keras: An efficient neural architecture search system. *Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. 2019. Pp. 1946–1956. DOI: 10.1145/3292500.3330648
11. Real E., Aggarwal A., Huang Y., Le Q. V. Regularized evolution for image classifier architecture search. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*. 2018. Vol. 33. Pp. 4780–4789. DOI: 10.1609/aaai.v33i01.33014780

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторе

Тихонов Дмитрий Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Экономика и финансы», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Ярославский филиал); 150003, Россия, г. Ярославль, ул. Кооперативная, 12а; Dtihonov1987@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2293-6390>, SPIN-код: 4195-0317

Information about the author

Dmitry V. Tikhonov, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Finance, Financial University under the Government of the Russian Federation (Yaroslavl branch); 150003, Russia, Yaroslavl, 12a Cooperative street; Dtihonov1987@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2293-6390>, SPIN-code: 4195-0317

Системный подход к управлению документационным обеспечением в области информационной безопасности промышленных предприятий

И. Р. Чеканов, А. С. Кузнецов✉

Российский государственный социальный университет
129226, Россия, Москва, ул. Вильгельма Пика, 4, стр. 1

Аннотация. В данной научной статье рассмотрены основные вопросы, касающиеся разработки подходов к управлению документационным обеспечением в области информационной безопасности промышленных предприятий. Применен системный подход к управлению документационным обеспечением в предметной области информационной безопасности (ИБ) промышленных предприятий. Подчеркивается важность формирования документального пакета на основании комплексного анализа нормативно-правового регулирования и внутренних процессов организаций в контексте действующего законодательства Российской Федерации. В ходе проведения научных исследований были выделены три ключевые подсистемы: подготовка документационного обеспечения ИБ, классификация и типизация документов, а также направления и методология их анализа. Эти подсистемы позволяют разработать исчерпывающее руководство по процессам документирования, которое учитывает как обязательные требования, так и дополнительные элементы, способствующие комплексной всесторонней защите информации. В результате предлагается интегрированная модель диагностики состояния документационного обеспечения, отвечающая требованиям как российского, так и международного законодательства. Основной целью работы является разработка системного описания процессов управления документационным обеспечением в области информационной безопасности на основе комплекса моделей: мультииерархической классификации электронных документов в области информационной безопасности (ИБ) предприятий; теоретико-множественной модели информационного анализа процесса разработки электронной информационно-аналитической системы (ЭИАС) управления электронными документами в области ИБ. Создание целостной системы позволит обеспечить защиту информации в условиях как нормальной работы, так и экстремальных ситуаций, таких как кибератаки или утечки данных.

Ключевые слова: документационное обеспечение, информационная безопасность, системный подход, нормативно-правовая основа, классификация документов, методология анализа, кибератаки, утечки данных, промышленные предприятия, законодательство РФ

Поступила 15.01.2025, одобрена после рецензирования 11.02.2025, принята к публикации 12.02.2025

Для цитирования. Чеканов И. Р., Кузнецов А. С. Системный подход к управлению документационным обеспечением в области информационной безопасности промышленных предприятий // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 120–132. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-120-132

Systematic approach to documentation management in the field of information security of industrial enterprises

I.R. Chekanov, A.S. Kuznetsov✉

Russian State Social University
129226, Russia, Moscow, 4 Wilhelm Pieck street, building 1

Abstract. This scientific article considers main issues related to the development of approaches to management of documentation support in the field of information security of industrial enterprises. A systems approach to the management of documentation support in the subject area of information security (IS) of industrial enterprises is applied. The importance of forming a documentary package is emphasized, based on a comprehensive analysis of legal regulation and internal processes of organizations in the context of the current legislation of the Russian Federation. In the course of scientific research, three key subsystems were identified: preparation of documentation support of IS, classification and typification of documents, as well as directions and methodology of their analysis. These subsystems make it possible to develop a comprehensive guide to documentation processes that takes into account both mandatory requirements and additional elements that contribute to comprehensive information protection. As a result, an integrated model for diagnosing the state of documentation support is proposed that meets the requirements of both Russian and international legislation. The main objective of the work is to develop a system description of the processes of managing documentation support in the field of information security based on a set of models: multi-hierarchical classification of electronic documents in the field of information security (IS) of enterprises; set-theoretic model of information analysis of the process of developing an electronic information and analytical system (EIAS) for managing electronic documents in the field of information security. The creation of an integrated system will ensure the protection of information under conditions of both normal operation and extreme situations, such as cyber attacks or data leaks.

Keywords: documentation support, information security, systemic approach, regulatory framework, document classification, analysis methodology, cyber attacks, data leaks, industrial enterprises, Russian legislation

Submitted 15.01.2025,

approved after reviewing 11.02.2025,

accepted for publication 12.02.2025

For citation. Chekanov I.R., Kuznetsov A.S. Systematic approach to documentation management in the field of information security of industrial enterprises. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 120–132. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-120-132

ВВЕДЕНИЕ

С учетом стремительного роста объемов информации в современном пространстве управление нормативными документами приобретает особую значимость для организаций независимо от их сфер деятельности. Нормативные документы служат основополагающим инструментом, регулирующим процессы, поддерживающим соблюдение правовых норм и способствующим достижению стратегических целей. Однако отсутствие четкой иерархии и систематизации таких документов может привести к правовым рискам, путанице в интерпретациях и неэффективности в управлении.

Цель настоящей работы заключается в разработке системного описания процессов управления документационным обеспечением в области информационной безопасности на

основе комплекса моделей: мультииерархической классификации электронных документов в области информационной безопасности (ИБ) предприятий; теоретико-множественной модели информационного анализа процесса разработки электронной информационно-аналитической системы (ЭИАС) управления электронными документами в области ИБ, которая упростит доступ к информационным ресурсам, повысит эффективность их использования и позволит оценить потенциальные юридические и организационные риски, связанные с отсутствием системного подхода к организации документов.

Задачи работы включают:

1. Исследование существующих подходов к классификации нормативных документов в области ИБ.
2. Разработку модели мультииерархической классификации документационного обеспечения ИБ предприятий, которая упростит доступ к информационным ресурсам и повысит эффективность их использования.
3. Оценку потенциальных юридических и организационных рисков, связанных с отсутствием системного подхода к организации документов.

Актуальность данного исследования обусловлена растущими требованиями к соблюдению законодательства в области информационной безопасности, а также необходимостью внедрения эффективных систем управления электронными документами для защиты интересов организации, соблюдения правовых норм и увеличения прозрачности в процессах принятия решений. В условиях постоянно меняющегося законодательства и бизнес-процессов эффективная система управления нормативными документами становится не просто желательной, а жизненно необходимой для успешной деятельности организации.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Документационное обеспечение в области информационной безопасности (ИБ) представляет собой важный аспект эффективного управления информационными системами в условиях современного законодательства Российской Федерации. Основой для формирования документального пакета служит комплексный анализ как нормативно-правового регулирования, так и внутренних процессов организации [1].

В процессе системного анализа документационного обеспечения [2] в области ИБ выделяются три основные составляющие подсистемы:

I подсистема. Подготовка документационного обеспечения ИБ.

Эта подсистема включает в себя изучение действующего законодательства РФ в области ИБ, которое регулируется рядом ключевых актов. Каждый из документов содержит требования к обеспечению безопасности информации, которые должны быть учтены при формировании документации.

II подсистема. Классификация и типы документов.

В этой подсистеме осуществляется классификация документации по направлениям ИБ.

III подсистема. Направления и методология анализа.

Третья подсистема охватывает методические подходы к анализу документации.

Для получения запроса пользователя формируется комплект документов, который включает в себя как обязательные документы, так и дополнительные, которые могут помочь в достижении целей обеспечения ИБ. Анализ взаимосвязи и взаимодействия

всех элементов системы позволяет оценить состояние системы документооборота в области ИБ как в нормальных, так и в экстремальных условиях, таких как кибератаки или утечки данных.

Таким образом, системный анализ документационного обеспечения в области информационной безопасности с учетом существующих подсистем, типов документов и методологии позволяет создать целостную систему документационного обеспечения, соответствующую как международным, так и российским стандартам [3]. Структурная схема управления документационным обеспечением в предметной области ИБ приведена на рисунке 1.

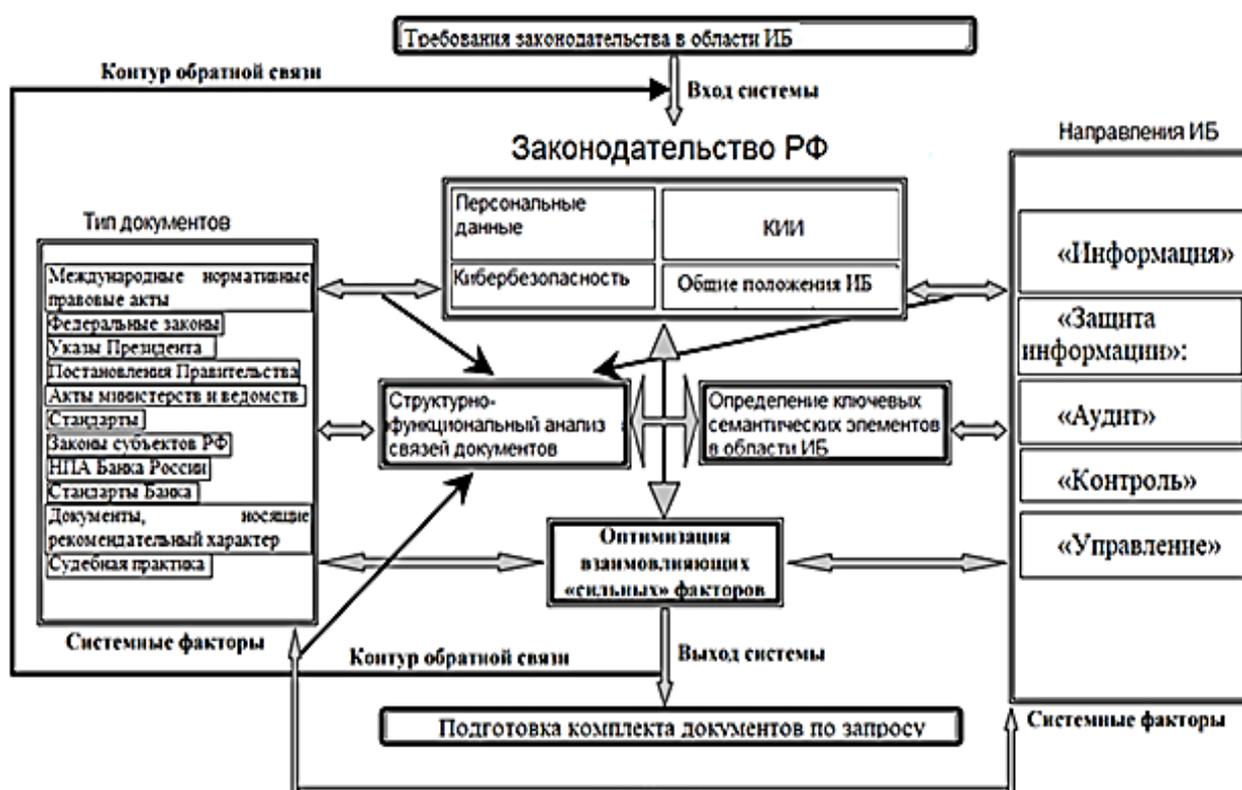


Рис. 1. Структурная схема организации процессов документационного обеспечения в области ИБ

Fig. 1. Structural diagram of the organization of documentation support processes in the field of information security

Проведение исследований нормативных документов в области информационной безопасности с позиций системного подхода и структурного анализа позволило выделить набор аспектных уровней, которые послужили основой для создания системы иерархической классификации документационного обеспечения в области информационной безопасности. В ходе исследования были выделены четыре группы аспектов. Иерархическое системное описание электронных документов в области информационной безопасности включает ряд иерархических уровней, связанных с аспектами типизации документов, местом действия документов, направлениями документов, силой действия.

Иерархия классификации документов [4, 5]

Аспекты по типам документов (АТД):

- Международные нормативные правовые акты (МНПА).
- Федеральные законы (ФЗ).
- Указы Президента (УП).
- Постановления Правительства (ПП).
- Акты министерств и ведомств (АМВ).
- Стандарты (СТ).
- Законы субъектов РФ (ЗСРФ).
- НПА Банка России (НПА БР).
- Стандарты Банка (СБ).
- Документы, носящие рекомендательный характер (ДРХ).
- Судебная практика (СП).

Аспекты по направлениям документов (АНД):

1. «Информация» (И):
 - 1.1. Информация ограниченного доступа (ИОД).
 - 1.2. Общедоступная информация (ОИ).
 - 1.3. Информация, доступ к которой не может быть ограничен (ИДМО).
2. «Защита информации» (ЗИ).
 - 2.1. Физическая защита (ФиЗ).
 - 2.2. Аппаратная защита (АЗ).
 - 2.3. Программная защита (ПЗ).
 - 2.4. Организационная защита (ОЗ).
 - 2.5. Психологическая защита (ПсЗ).
 - 2.6. Правовая защита (ПрЗ).
3. «Аудит» (АУ):
 - 3.1. Аттестация аппаратно-программных комплексов (ААПК).
 - 3.2. Внутренний аудит (ВНА).
 - 3.3. Внешний аудит (ВнеА).
4. «Контроль» (К):
 - 4.1. Контроль доступа (КД).
 - 4.2. Контроль сети (КС).
 - 4.3. Контроль политик и процедур (КПП).
 - 4.4. Контроль событий (КС).
 - 4.5. Контроль защиты информации (КЗИ).
5. «Управление» (Упр):
 - 5.1. Управление рисками (Ури).
 - 5.2. Управление программами безопасности (УПБ).
 - 5.3. Управление ресурсами (Уре).
 - 5.4. Управление персоналом (УП).
 - 5.5. Управление инцидентами (УИ).
6. «Угрозы» (Угр):
 - 6.1. Модель угроз (МУ).
 - 6.2. Модель нарушителя (МН).
 - 6.3. Вредоносное программное обеспечение (ВПО).

6.4. Сетевые атаки (СА).

Аспекты по месту действия документов (АМДД):

- Локальные (субъектные) (Лок).
- Федеральные (Фед).

Аспекты по силе документов (АСД):

- Утратившие силу (УС).
- Действующие (Де).

Мультииерархическая графовая модель классификации документационного обеспечения для предметной области информационной безопасности представлена на рисунке 2. Составляющие блоки «Аспекты по типам документов» (АТД), «Аспекты по месту действия документов» (АМДД) и «Аспекты по силе документов» (АСД) детализированы.

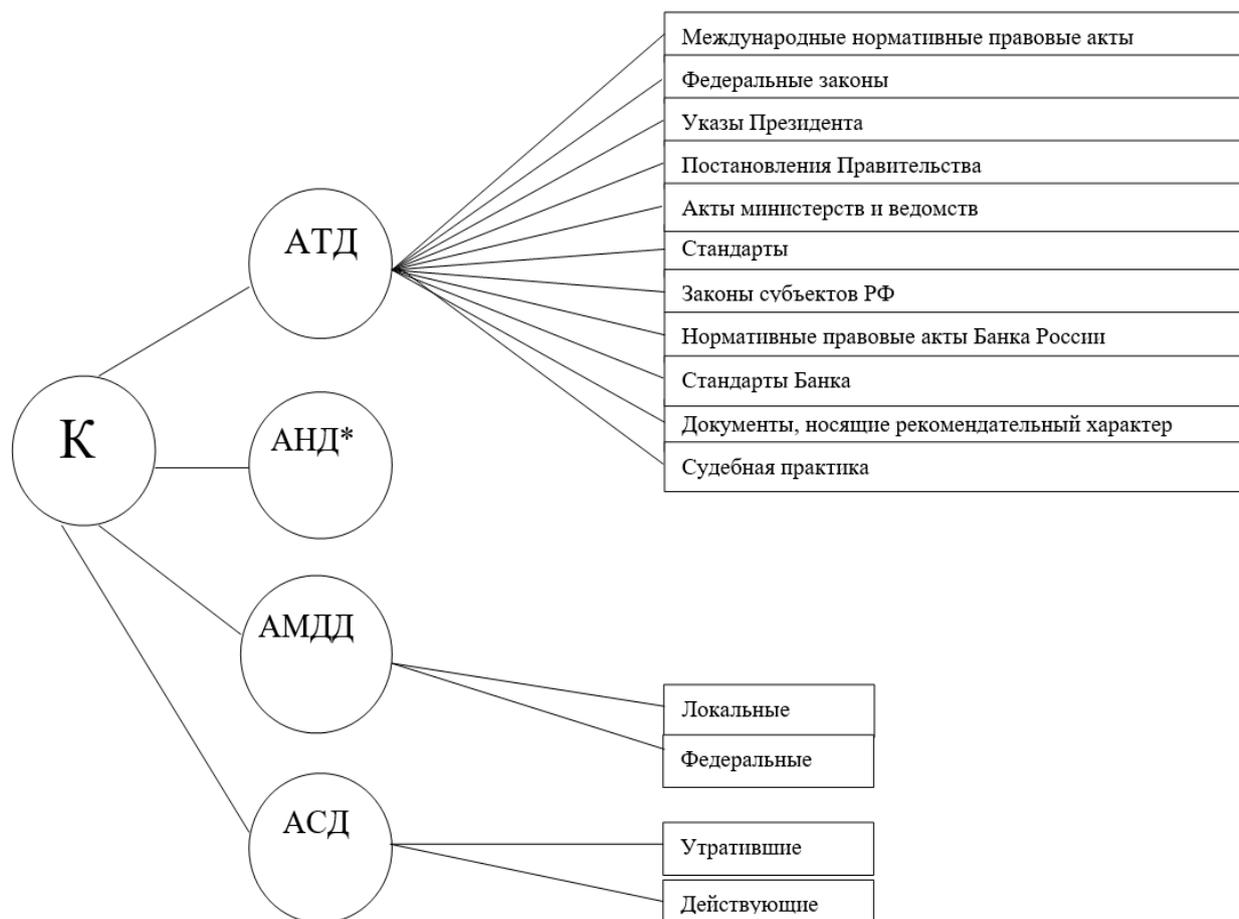


Рис. 2. Мультииерархическая графовая модель классификации документов в области ИБ

Fig. 2. Multi-hierarchical graph model of document classification in the field of information security

Блок «Аспекты по направлениям документов» (АНД) ввиду того, что содержит много уровней, не детализируется на данном рисунке и выделен в отдельную диаграмму декомпозиции, которая представлена на рисунке 3. Многообразие уровней в данной модели мультииерархического описания системы классификации документационного обеспечения в области ИБ обусловлено наличием нескольких различных направлений и уровней. На рисунке 3 блок «Аспекты по направлениям документов» (АНД) представлен в виде шести иерархических уровней.

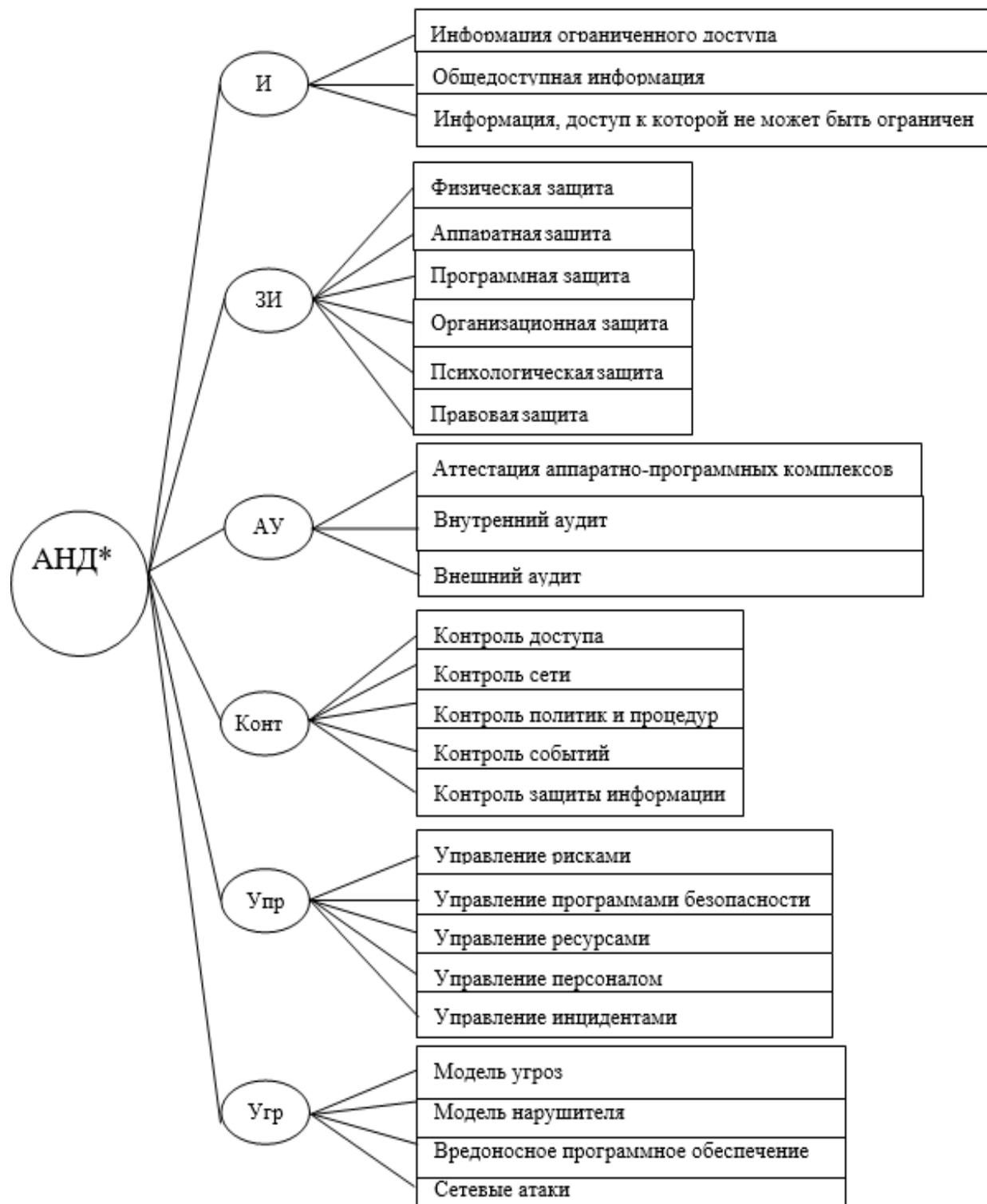


Рис. 3. Декомпозиция структурного блока «Аспекты по направлениям документов (АНД)»

Fig. 3. Decomposition of the structural block Aspects by document directions (AND)

В качестве системных моделей была выбрана многоступенчатая схема теоретико-множественных моделей, описываемых в виде кортежей (рис. 4).



Рис. 4. Структура теоретико-множественной модели формирования задания на разработку ЭИАС управления электронными документами в области ИБ

Fig. 4. Structure of the set-theoretical model for the formation of a task for the development of an electronic information and information system for managing electronic documents in the field of information security

ΦЗРСУ – формирование задания на разработку системы управления нормативными документами в области ИБ;

АИСНД – автоматизированная информационная система управления нормативными документами в области ИБ;

ТЗ – техническое задание на разработку АИСНД;

Н – наименование АИСНД;

Стр – структура АИСНД;

Арх – архитектура АИСНД;

ПК – показатели качества АИСНД по нормативной документации;

ИИУНД – интеллектуальная система управления нормативными документами в области ИБ;

С – состав моделей АИСНД;

СТЗ – соответствие техническому заданию;

ОХАИС – основные характеристики автоматизированной информационной системы;

Нн – наименование начальной версии автоматизированной информационной системы;

Нт – наименование текущей версии автоматизированной информационной системы;

Нкон – наименование конечной версии автоматизированной информационной системы;

НТД – нормативно-техническая документация;

ТУ – технические условия;

РД – регламентирующая документация;

БДДИБ – база данных документов по ИБ;

СПУР – система поддержки принятия управленческих решений;

ПСООД – подсистема сбора и обработки оперативных данных по ИБ;

КТСВМ – коммуникационные технологии связи с внешней средой.

Модель многоступенчатой теоретико-множественной схемы информационного анализа процессов формирования задания на разработку автоматизированной информационной системы управления нормативными документами в области информационной безопасности представляет собой комплексный подход к созданию эффективного инструмента для обработки и управления нормативными правовыми актами [6, 7]. Она направлена на систематизацию процессов, связанных с документами, и минимизацию рисков, возникающих в ходе их обработки [7–9].

В рамках данной модели акцентируется внимание на необходимости четкого определения целей и задач системы, что позволяет обеспечить ее соответствие требованиям пользователей и стандартам в области информационной безопасности. Процесс разработки включает в себя составление технического задания, которое детализирует функциональные и нефункциональные требования к системе.

Структура и архитектура системы формируются с учетом взаимодействия всех ее компонентов, что способствует созданию гибкой и масштабируемой платформы. Важным аспектом является определение показателей качества, по которым будет оцениваться эффективность работы системы, что позволяет проводить регулярный мониторинг и улучшение ее функций [10–14].

Модель также учитывает использование современных технологий для автоматизации процессов обработки документов, что значительно повышает скорость и точность работы [15]. Важным элементом является создание базы данных, которая обеспечивает централизованное хранение информации и быстрый доступ к ней.

Кроме того, система поддерживает принятие управленческих решений, предоставляя аналитические данные и отчеты для руководителей. Интеграция с внешними источниками информации и другими системами позволяет расширить возможности использования модели и улучшить взаимодействие с внешней средой [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработка комплексной системы управления документационной поддержкой в области информационной безопасности является обязательной для организаций, стремящихся преодолеть сложности нормативного соответствия и операционной эффективности. За счет создания многоиерархической классификации электронных документов и использования теоретико-множественных моделей для анализа информации возможно повышение доступности критически важных информационных ресурсов при одновременном снижении потенциальных правовых и организационных рисков. Поскольку объем нормативной базы в области ИБ продолжает развиваться и пополняться, предлагаемые структуры не только оптимизируют процессы управления документами, но и позволят организации реагировать на законодательные изменения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bobrovskiy S., Skorokhodov S., Chekanov I.* Design of information support systems for enterprises based on the principles of system analysis // In the collection: Hybrid Methods of Modeling and Optimization in Complex Systems (НММОС-II-2023). Proceedings of the II International Workshop. Krasnoyarsk, 2024. С. 2015.
2. *Михайличенко О. В., Коловангин С. В., Никифорова А. Г.* Создание иерархической системы документов в области информационной безопасности Стандартизация ИБ-процессов объектов КИИ // Защита информации. Инсайд. 2021. № 3(99). С. 30–36. EDN: VFMWTT
3. *Кузнецов А. С., Краснов А. Е.* Информационное обеспечение импульсного управления устойчивостью систем информационной безопасности // Вестник РГГУ. Серия: Информатика. Информационная безопасность. Математика. 2024. № 2. С. 99–108.
4. *Чеканов И. Р., Краснов А. Е.* К вопросу построения архитектуры законодательных и нормативных документов в области информационной безопасности // В сборнике:

Цифровизация в условиях пандемии: миссия социального университета будущего. Сборник материалов XXI международного социального конгресса. 2022. С. 344–347.

5. Кузнецов А. С. Эволюция визуальных информационных моделей на основе графовых представлений // В сборнике: Вызовы глобализации и развитие цифрового общества в условиях новой реальности. Сборник материалов XX Международной научно-практической конференции, 2024. С. 143–147.

6. Душкин Р. В. Теоретико-множественная модель функционального подхода к интеллектуализации процессов управления зданиями и сооружениями // Программные продукты и системы. 2019. № 2. С. 306–312. EDN: BIZKFJ

7. Бурляева Е. В., Бурляев В. В., Цеханович В. С. Теоретико-множественное представление функциональных моделей химических производств // Тонкие химические технологии. 2017. Т. 12. № 5. С. 71–78.

8. Бурляева Е. В., Гаврилов А. В. Применение языков предметной области для проектирования технологических схем химического производства // ИТ-Стандарт. 2017. № 1(10). С. 40–43.

9. Хаимов В. З. Организация противодействия угрозам информационной безопасности при хранении и использовании электронных документов // Документация в информационном обществе: формирование и сохранение наследия цифровой эпохи: Доклады и сообщения XXIX Международной научно-практической конференции, Москва, 27–28 октября 2022 года. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт документоведения и архивного дела, 2023. С. 242–252. EDN: GQHJYN

10. Федорова А. В. Алгоритм актуализации организационно-распорядительных документов по информационной безопасности в организации // Будущее науки – 2019: сборник научных статей 7-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 25–26 апреля 2019 года. Том 4. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. С. 272–275. EDN: LEXAEE

11. Перминова Я. А., Урсегов А. К. Анализ основных нормативных документов по обеспечению безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации // Научный аспект. 2023. Т. 7. № 6. С. 887–893. EDN: WWDMTT

12. Логинова А. О. Обзор нормативно-правовых источников и практик управления инцидентами информационной безопасности // Вестник СибГУТИ. 2021. № 1(53). С. 50–59. EDN: NCWWSS

13. Марков А. К., Семеновкин Д. О., Кравец А. Г., Яновский Т. А. Сравнительный анализ применяемых технологий обработки естественного языка для улучшения качества классификации цифровых документов // International Journal of Open Information Technologies. 2024. Т. 12. № 3. С. 66–77. EDN: TUBOSI

14. Игнатов И. А., Тюкавина И. А. «Управление документами» и «стратегическое управление информацией» – взгляд со стороны // Финансы и управление. 2021. № 2. С. 41–55. DOI: 10.25136/2409-7802.2021.2.35861. EDN: YXQIFW

15. Чеканов И. Р., Кузнецов А. С. Информационное и алгоритмическое обеспечение обработки и анализа нормативных документов в сфере информационной безопасности в автоматизированной информационной системе // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 6. С. 146–157. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-6-146-157

16. Мирошниченко М. А., Козлов Н. Н., Самкова М. С. Современные аспекты управления знаниями и документами в период цифровой трансформации // Вестник Академии знаний. 2024. № 4(63). С. 607–612. EDN ZNHYRQ

REFERENCES

1. Bobrovskiy S., Skorokhodov S., Chekanov I. [Design of information support systems for enterprises based on the principles of system analysis]. In the collection: Hybrid Methods of Modeling and Optimization in Complex Systems (HMMOCS-II-2023). *Proceedings of the II International Workshop*. Krasnoyarsk, 2024. C. 2015.
2. Mikhailichenko O.V., Kolovangin S.V., Nikiforova A.G. Creation of a hierarchical system of documents in the field of information security. Standardization of information security processes of critical information infrastructure facilities. *Zashchita informatsii. Insayd* [Information protection. Inside]. 2021. No. 3(99). P. 30–36. EDN VFMWTT. (In Russian)
3. Kuznetsov A.S., Krasnov A.E. Information support for pulse control of the stability of information security systems]. *Vestnik RGGU. Seriya: Informatika. Informatsionnaya bezopasnost'. Matematika* [Bulletin of the Russian State University for the Humanities. Series: Computer Science. Information Security. Mathematics]. 2024. No. 2. Pp. 99–108. (In Russian)
4. Chekanov I.R., Krasnov A.E. *K voprosu postroyeniya arkhitektury zakonodatel'nykh i normativnykh dokumentov v oblasti informatsionnoy bezopasnosti* [On the issue of constructing the architecture of legislative and regulatory documents in the field of information security]. In the collection: Digitalization in the context of a pandemic: the mission of the social university of the future. *Sbornik materialov XXI mezhdunarodnogo sotsial'nogo kongressa* [Collection of proceedings of the XXI international social congress]. 2022. Pp. 344–347. (In Russian)
5. Kuznetsov A.S. *Evolutsiya vizual'nykh informatsionnykh modeley na osnove grafovykh predstavleniy* [Evolution of visual information models based on graph representations]. In the collection: Challenges of globalization and development of digital society in the context of the new reality. *Sbornik materialov XX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Collection of materials of the XX International scientific and practical conference]. 2024. Pp. 143–147. (In Russian)
6. Dushkin R.V. Set-theoretical model of a functional approach to the intellectualization of building and structure management processes. *Programmnyye produkty i sistemy* [Software products and systems]. 2019. No. 2. Pp. 306–312. EDN: BIZKFJ. (In Russian)
7. Burlyayeva E.V., Burlyayev V.V., Tsekhanovich V.S. Set-theoretical representation of functional models of chemical production. *Tonkiye khimicheskiye tekhnologii* [Fine chemical technologies]. 2017. Vol. 12. No. 5. Pp. 71–78. (In Russian)
8. Burlyayeva E.V., Gavrilov A.V. *Primeneniye yazykov predmetnoy oblasti dlya proyektirovaniya tekhnologicheskikh skhem khimicheskogo proizvodstva* [Application of subject area languages for designing process flow charts of chemical production]. *IT-Standard*. 2017. No. 1(10). Pp. 40–43. (In Russian)
9. Khaimov V.Z. *Organizatsiya protivodeystviya ugrozam informatsionnoy bezopasnosti pri khraneni i ispol'zovanii elektronnykh dokumentov* [Organization of counteraction to threats to information security during storage and use of electronic documents]. Documentation in the information society: formation and preservation of the heritage of the digital age: *Doklady i soobshcheniya XXIX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Moskva, 27–28 oktyabrya 2022 goda* [Reports and communications of the XXIX International scientific and practical conference, Moscow, October 27–28, 2022]. Moscow: Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut dokumentovedeniya i arkhivnogo dela, 2023. Pp. 242–252. EDN: GQHJYN. (In Russian)
10. Fedorova A.V. *Algoritm aktualizatsii organizatsionno-rasporyaditel'nykh dokumentov po informatsionnoy bezopasnosti v organizatsii* [Algorithm for updating organizational and

administrative documents on information security in an organization]. *Budushcheye nauki – 2019: sbornik nauchnykh statey 7-y Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii, Kursk, 25–26 aprelya 2019 goda* [The Future of Science – 2019: collection of scientific articles of the 7th International Youth Scientific Conference, Kursk, April 25–26, 2019]. Kursk: Yugo-Zapadnyy gosudarstvennyy universitet, 2019. Vol. 4. Pp. 272–275. EDN: LEXAEE. (In Russian)

11. Perminova Ya.A., Ursegov A.K. *Analiz osnovnykh normativnykh dokumentov po obespecheniyu bezopasnosti kriticheskoy informatsionnoy infrastruktury Rossiyskoy Federatsii* [Analysis of the main regulatory documents on ensuring the security of the critical information infrastructure of the Russian Federation]. *Nauchnyy aspekt* [Scientific aspect]. 2023. Vol. 7. No. 6. Pp. 887–893. EDN: WWDMTT. (In Russian)

12. Loginova A.O. Review of regulatory sources and practices for managing information security incidents. *Vestnik SibGUTI* [Bulletin of SibSUTI]. 2021. No. 1(53). Pp. 50–59. EDN: NCWWSS. (In Russian)

13. Markov A.K., Semenchkin D.O., Kravets A.G., Yanovsky T.A. Comparative analysis of the applied natural language processing technologies to improve the quality of classification of digital documents. *International Journal of Open Information Technologies*. 2024. Vol. 12. No. 3. Pp. 66–77. EDN: TUBOSI

14. Ignatov I.A., Tyukavina I.A. "Document Management" and "Strategic Information Management" – an Outside View. *Finansy i upravleniye* [Finance and Management]. 2021. No. 2. Pp. 41–55. DOI: 10.25136/2409-7802.2021.2.35861. EDN: YXQIFW. (In Russian)

15. Chekanov I. R., Kuznetsov A. S. Information and Algorithmic Support for Processing and Analysis of Regulatory Documents in the Sphere of Information Security in an Automated Information System. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 6. Pp. 146–157. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-6-146-157. (In Russian)

16. Miroshnichenko M.A., Kozlov N.N., Samkova M.S. *Sovremennyye aspekty upravleniya znaniyami i dokumentami v period tsifrovoy transformatsii* [Modern aspects of knowledge and document management during digital transformation] *Vestnik Akademii znaniy* [Bulletin of the Knowledge Academy]. 2024. No. 4(63). Pp. 607–612. EDN: ZNHYRQ. (In Russian)

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 23-29-00622, <https://rscf.ru/project/23-29-00622/>).

Funding. The study was carried out with a grant from the Russian Science Foundation (project No. 23-29-00622, <https://rscf.ru/project/23-29-00622/>).

Информация об авторах

Чеканов Иван Романович, аспирант факультета политических и социальных технологий, кафедры информационных технологий, искусственного интеллекта и общественно-социальных технологий цифрового общества, Российский государственный социальный университет;

129226, Россия, Москва, ул. Вильгельма Пика, 4, стр. 1;

cartmen98@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3556-265X>, SPIN-код: 6993-8756

Кузнецов Андрей Сергеевич, канд. тех. наук, доцент кафедры информационных технологий, искусственного интеллекта и общественно-социальных технологий цифрового общества, заместитель руководителя по научной деятельности факультета политических и социальных технологий, Российский государственный социальный университет;

129226, Россия, Москва, ул. Вильгельма Пика, 4, стр. 1;

askgoogle@internet.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1569-4765>, SPIN-код: 8442-7210

Information about the authors

Ivan R. Chekanov, Post-graduate Student of the Department of Political and Social Technologies, Department of Information Technologies, Artificial Intelligence and Social and Public Technologies of the Digital Society, Russian State Social University;

129226, Russia, Moscow, 4 Wilhelm Pieck street, building 1;

cartmen98@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3556-265X>, SPIN-code: 6993-8756

Andrey S. Kuznetsov, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies, Artificial Intelligence and Social Technologies of Digital Society, Russian State Social University;

129226, Russia, Moscow, 4 Wilhelm Pieck street, building 1;

askgoogle@internet.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1569-4765>, SPIN-code: 8442-7210

УДК 519.6;519.71

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-133-142

EDN: WWJSAG

Математическое моделирование взаимовлияния атмосферных осадков и гидролитосферных процессов на наклонные поверхности

М. А. Георгиева^{✉1,2}, И. М. Першин²

¹Южный федеральный университет

347922, Россия, г. Таганрог, ул. Чехова, 2, корпус «И»

²Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173

Аннотация. В статье представлена математическая модель, описывающая взаимовлияние атмосферных осадков и гидролитосферных процессов на наклонные поверхности. Модель учитывает ключевые факторы, влияющие на формирование поверхностного и подземного стока, эрозию почвы и изменение рельефа. Результаты моделирования демонстрируют зависимость интенсивности эрозионных процессов от характеристик осадков и геоморфологических параметров склонов. Полученные результаты могут быть применены для прогнозирования эрозионных процессов и разработки эффективных мер по защите почвы.

Ключевые слова: математическое моделирование, гидролитосферные процессы, системный анализ, атмосферные осадки, эрозионные процессы

Поступила 10.12.2024, одобрена после рецензирования 29.01.2025, принята к публикации 05.02.2025

Для цитирования. Георгиева М. А., Першин И. М. Математическое моделирование взаимовлияния атмосферных осадков и гидролитосферных процессов на наклонные поверхности // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 133–142. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-133-142

MSC: 86-10

Original article

Mathematical modeling of mutual influence of atmospheric precipitation and hydrolithospheric processes on inclined surfaces

M.A. Georgieva^{✉1,2}, I.M. Pershin²

¹Southern Federal University

347922, Russia, Taganrog, 2 Chekhov street, building “I”

²Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov

360004, Russia, Nalchik, 173 Chernyshevsky street

Abstract. This paper presents a mathematical model describing interaction of atmospheric precipitation and hydrolithospheric processes on sloping surfaces. The model takes into account the key factors influencing formation of surface and subsurface runoff, soil erosion and relief change. The modeling results demonstrate dependence of intensity of erosion processes on precipitation features and geomorphological parameters of slopes. The results obtained can be applied for prediction of erosion processes and development of effective soil protection measures.

Keywords: mathematical modeling, hydrolithospheric processes, system analysis, atmospheric precipitation, erosion processes

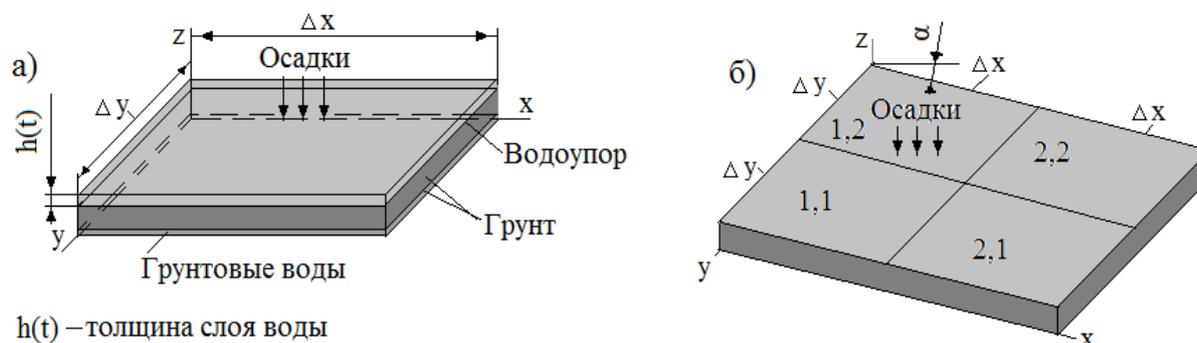
For citation. Georgieva M.A., Pershin I.M. Mathematical modeling of mutual influence of atmospheric precipitation and hydrolithospheric processes on inclined surfaces. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 133–142. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-133-142

ВВЕДЕНИЕ

Эрозионные процессы на склоновых территориях представляют собой сложный геоморфологический процесс, значительно влияющий на состояние окружающей среды и сельскохозяйственное производство. Интенсивность эрозии определяется взаимодействием множества факторов, главными из которых являются характеристики атмосферных осадков и геоморфологические параметры склонов. Традиционные методы оценки эрозии часто оказываются недостаточно точными и не позволяют учитывать все сложности этого процесса.

В связи с этим широкое применение находит математическое моделирование, позволяющее учитывать множество факторов и прогнозировать изменения эрозионных процессов при различных условиях. Модель учитывает ключевые факторы, влияющие на формирование поверхностного и подземного стока, эрозию почвы и изменение рельефа.

Рассмотрим моделирование гидролитосферных процессов при выпадении осадков на ровную плоскую поверхность (рис. 1, а) и на наклонную плоскую поверхность (рис. 1, б)



$h(t)$ – толщина слоя воды

Рис. 1. Схемы выпадения осадков

Fig. 1. Precipitation patterns

Разделим наклонную поверхность на секции. Положим, что число таких секций по координатам x и y задано в виде:

$$1 < \eta < N_x; 1 < \gamma < N_y.$$

Рассмотрим моделирование гидролитосферных процессов при выпадении осадков на наклонную поверхность, показанную на рисунке 2. При этом рассмотрим вариант, когда каждая секция имеет свои углы наклонов по пространственным координатам x и y ($\alpha_{\eta,\gamma}$ и $\beta_{\eta,\gamma}$) относительно ровной плоской поверхности (рис. 2).

Разделим наклонную плоскость на секции (η, γ секции показаны на рис. 2). При наклоне поверхности водяной поток со скоростью $V_{\eta,\gamma}$ перетекает на соседние секции (скорость потока может изменяться в зависимости от углов наклона ($\alpha_{\eta,\gamma}$ и $\beta_{\eta,\gamma}$)).

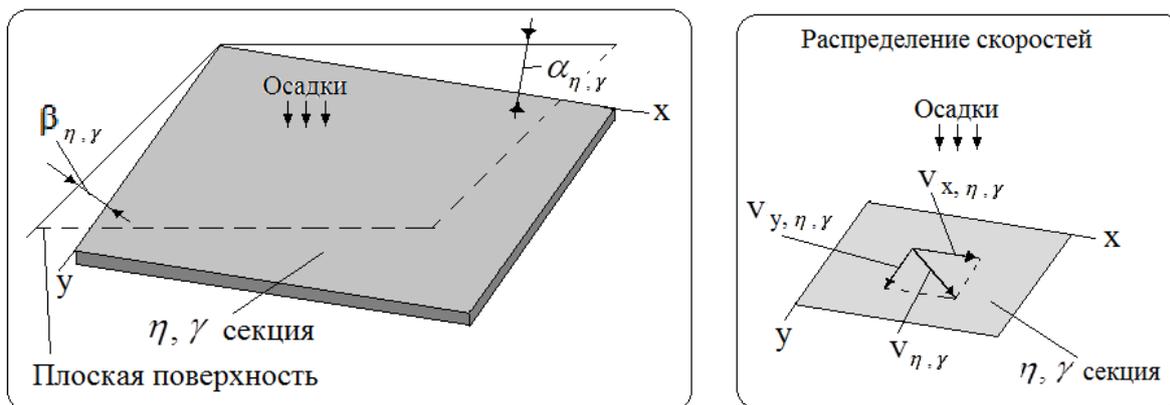


Рис. 2. Схема выпадения осадков и распределения скоростей потока

Fig. 2. Precipitation pattern and flow velocity distribution

За время Δt коэффициент перетекания по осям x и y составит:

$$\begin{aligned} k_{px, \eta, \gamma} &= (\Delta x / v_{x, \eta, \gamma}(\alpha_{\eta, \gamma})) \cdot \Delta \tau, \quad (k_{px, \eta, \gamma} \leq 1), \\ k_{py, \eta, \gamma} &= (\Delta y / v_{y, \eta, \gamma}(\beta_{\eta, \gamma})) \cdot \Delta \tau, \quad (k_{py, \eta, \gamma} \leq 1). \end{aligned} \quad (1)$$

Методика моделирования процессов при выпадении осадков на наклонную поверхность (рис. 2) распадается на следующие этапы.

Полагая в начальный момент $\tau=0$,

$$h_{в, \eta, \gamma} = 0; \quad 1 < \eta < N_x; \quad 1 < \gamma < N_y.$$

Запишем для текущего времени $\tau=\tau+\tau\Delta$ алгоритм вычисления среднего уровня слоя воды:

1. Средний уровень слоя воды в квадрате $\Delta x \cdot \Delta y$ при интенсивности потока I , с учетом углов наклона рассматриваемого квадрата по пространственным координатам, без учета перетекания, за время Δt определяется из следующего соотношения:

$$\begin{aligned} h_{в, \eta, \gamma} &= h_{в, \eta, \gamma} + I \cdot (\Delta x \cdot \cos(\alpha_{\eta, \gamma}) \cdot \Delta y \cdot \cos(\beta_{\eta, \gamma})) \cdot \Delta \tau / (\Delta x \cdot \Delta y) = \\ &= I \cdot \cos(\alpha_{\eta, \gamma}) \cdot \cos(\beta_{\eta, \gamma}) \cdot \Delta \tau, \quad 1 < \eta < N_x; \quad 1 < \gamma < N_y. \end{aligned} \quad (2)$$

Перетекание уровня слоя воды по координатам x, y за время Δt составит:

$$\begin{aligned} h_{вrx, \eta, \gamma} &= I \cdot \cos(\alpha_{\eta, \gamma}) \cdot \Delta \tau \cdot k_{p, \eta, \gamma}, \quad 1 < \eta < N_x; \quad 1 < \gamma < N_y, \\ h_{вру, \eta, \gamma} &= I \cdot \cos(\alpha_{\eta, \gamma}) \cdot \Delta \tau \cdot k_{p, \eta, \gamma}, \quad 1 < \eta < N_x; \quad 1 < \gamma < N_y. \end{aligned} \quad (3)$$

2. Средний уровень слоя воды в (η, γ) секциях, с учетом перетекания по координатам x, y ($h_{вrx, \eta, \gamma}, h_{вру, \eta, \gamma}$), за время Δt определяется из соотношений:

$$\begin{aligned} h_{в, \eta, \gamma} &= I \cdot \cos(\alpha_{\eta, \gamma}) \cdot \Delta \tau - h_{вrx, \eta, \gamma} - h_{вру, \eta, \gamma}, \\ &\text{if } h_{в, \eta, \gamma} < 0 \text{ then } h_{в, \eta, \gamma} = 0, \\ &1 < \eta < N_x; \quad 1 < \gamma < N_y. \end{aligned} \quad (4)$$

3. Рассмотрим случай, когда перетекание осуществляется из верхних секций в секции, которые расположены «ниже». Определим средний уровень слоя воды в «нижних» секциях $h_{в,\eta,\gamma}$:

$$h_{в,\eta,\gamma} = h_{вр,\eta,\gamma} + h_{врх,\eta-1,\gamma} + h_{вр\eta,\gamma-1}, \quad (5)$$

$$2 < \eta < N_x; \quad 2 < \gamma < N_y.$$

4. В рассматриваемый алгоритм следует добавить граничные условия, описывающие изменение уровня в граничных секциях:

$$\begin{aligned} \eta = 1, \quad 1 < \gamma < N_y; \\ \eta = N_x, \quad 1 < \gamma < N_y; \\ \gamma = 1, \quad 1 < \eta < N_x; \\ \gamma = N_y, \quad 1 < \eta < N_x. \end{aligned} \quad (6)$$

Предложим, что процессы, происходящие на границах 1 и 2 (рис. 3), не влияют на процессы в рассматриваемой области (водяные потоки не попадают на рассматриваемую поверхность). Дискретная модель, описывающая процессы на рассматриваемой границе, записывается в виде:

$$h_{в,\eta,\gamma} = h_{в,\eta,\gamma},$$

$$\eta = 1, \quad 1 < \gamma < N_y;$$

$$\gamma = 1, \quad 1 \leq \eta \leq N_x. \quad (7)$$

Если осуществляется взаимодействие процессов, происходящих на границах 1, 2, то эти взаимодействия следует учесть в рассматриваемом алгоритме.

Процессы, происходящие на границах 3 и 4 в рассматриваемом примере, учтены в п. 2.

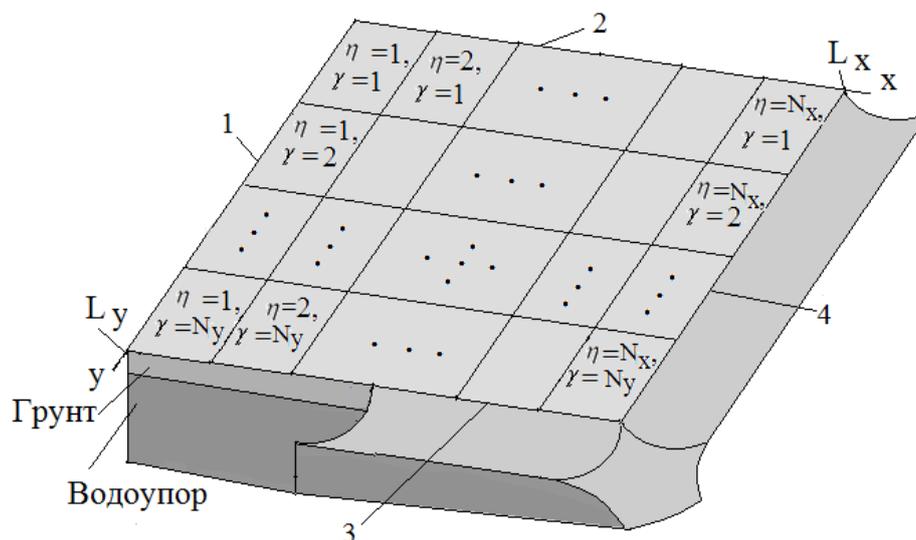


Рис. 3. Схема моделирования гидролитосферных процессов

Fig. 3. Scheme of modeling hydrolithospheric processes

Рассмотрим пример моделирования гидролитосферных процессов для объекта, схема которого приведена на рисунке 3.

1. Будем полагать, что не осуществляется перетекание потока в грунтовые воды. Значения геометрических параметров рассматриваемого объекта приведены ниже.

Таблица 1. Значения геометрических параметров объекта

Table 1. Values of geometric parameters of the object

| | Обозначения | Размер, м |
|-----------------------------|-------------|-----------|
| Длина моделируемой области | L_x | 120 |
| Ширина моделируемой области | L_y | 140 |

Углы наклона по координатам x и y и скорости перетекания соответственно равны:

$$\alpha_{\eta\gamma} = \pi/7 \text{ рад.}, \beta_{\eta\gamma} = \pi/8 \text{ рад.}; v_{x,\eta\gamma} = 0.004 \text{ м/сек.}, v_{y,\eta\gamma} = 0.002 \text{ м/сек.}$$

На рисунках 4, 5 приведены графики изменения среднего уровня слоя воды в зависимости от продолжительности выпадения осадков.

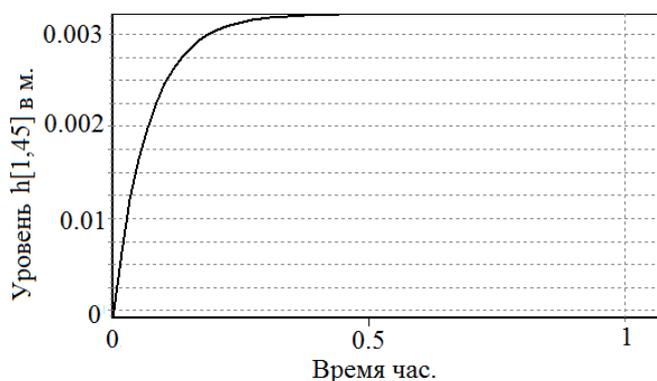


Рис. 4. Средний уровень изменения слоя воды в точке [1,45]

Fig. 4. Average level of change of water layer at point [1,45]

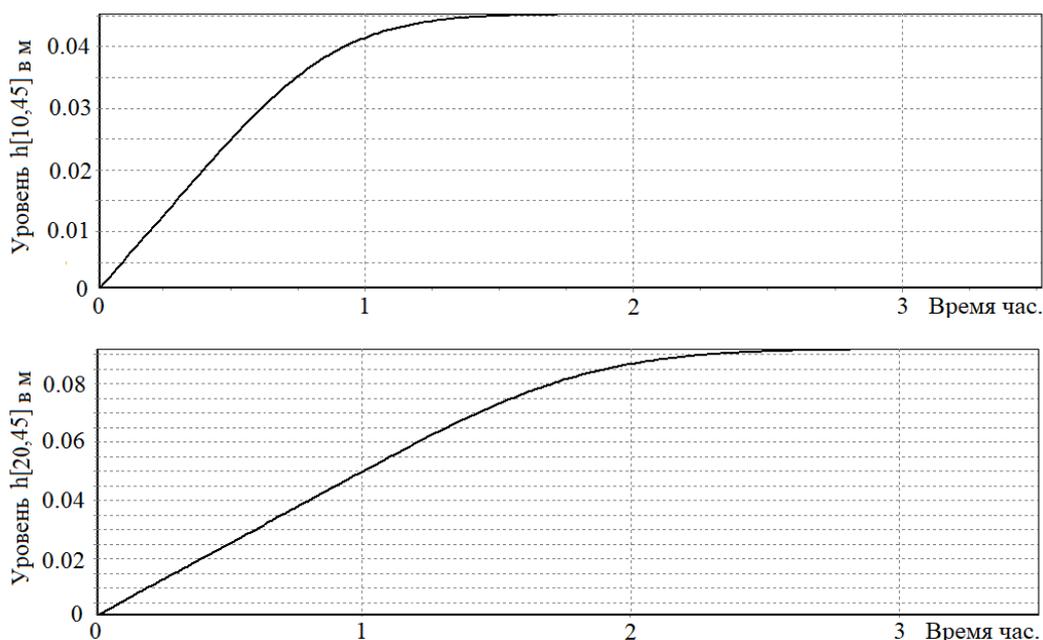


Рис. 5. Средний уровень изменения слоя воды в точках [10,45] и [20,45]

Fig. 5. Average level of change of water layer at points: [10,45] and [20,45]

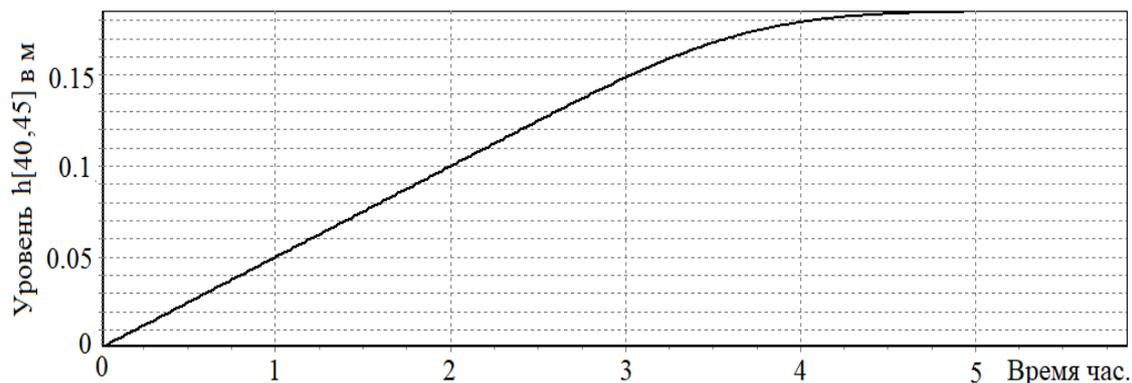


Рис. 6. Средний уровень изменения слоя воды в точке [40,45]

Fig. 6. Average level of change of water layer at point [40,45]

2. Будем полагать, что осуществляется перетекание потока в грунтовые воды.

Геометрические параметры моделируемой области приведены в таблице 1. Полагая, что через поверхностный слой осуществляется перетекание воды в грунт (коэффициент перетекания b_n), математическая модель рассматриваемого процесса записывается в виде:

$$\begin{aligned} h_b(x, y, L_{z_1}, \tau) &= h_g(x, y, L_{z_1}, \tau) + b_n \cdot (h_1(x, y, 0, \tau) - h_g(x, y, L_{z_1}, \tau)) \cdot \partial \tau, \\ h_1(x, y, 0, \tau) &= h_1(x, y, 0, \tau) - b_n \cdot (h_1(x, y, 0, \tau) - h_g(x, y, L_{z_1}, \tau)) \cdot \partial \tau. \end{aligned} \quad (8)$$

В соответствии с [1–3] запишем уравнения, описывающие гидролитосферный процесс в слое грунта:

$$\begin{aligned} \frac{\partial h_1(x, y, z, \tau)}{\partial \tau} &= k_{1,x} \cdot \frac{\partial^2 h_1(x, y, z, \tau)}{\partial x^2} + k_{1,y} \cdot \frac{\partial^2 h_1(x, y, z, \tau)}{\partial y^2} + k_{1,z} \cdot \frac{\partial^2 h_1(x, y, z, \tau)}{\partial z^2}, \\ k_{1,x} &= \bar{K}_x \cdot h_{cp} / \mu, \quad k_{1,y} = \bar{K}_y \cdot h_{cp} / \mu, \quad k_{1,z} = \bar{K}_z \cdot h_{cp} / \mu, \\ 0 &< x < L_x, 0 < y < L_y, 0 < z < L_z. \end{aligned} \quad (9)$$

где x, y, z – пространственные координаты; τ – время; h_1 – напор в горизонте грунтовых вод; $k_{1,x}, k_{1,y}, k_{1,z}$ – коэффициенты уровнепроводности по соответствующим координатам в $\text{м}^2/\text{сут}$; $\bar{K}_x, \bar{K}_y, \bar{K}_z$ – коэффициенты фильтрации по соответствующим координатам; h_{cp} – средний уровень грунтовых вод; μ – коэффициент грунтовой водоотдачи; L_x, L_y, L_z – заданные значения (см. табл. 1 и 2).

Таблица 2 / Table 2

| | | |
|----------------------|-------|-------|
| Толщина грунта | L_z | 0.4 |
| Высота грунтовых вод | | 0.0 м |

Численные значения физических параметров при моделировании рассмотренных выше процессов приведены в таблице 3.

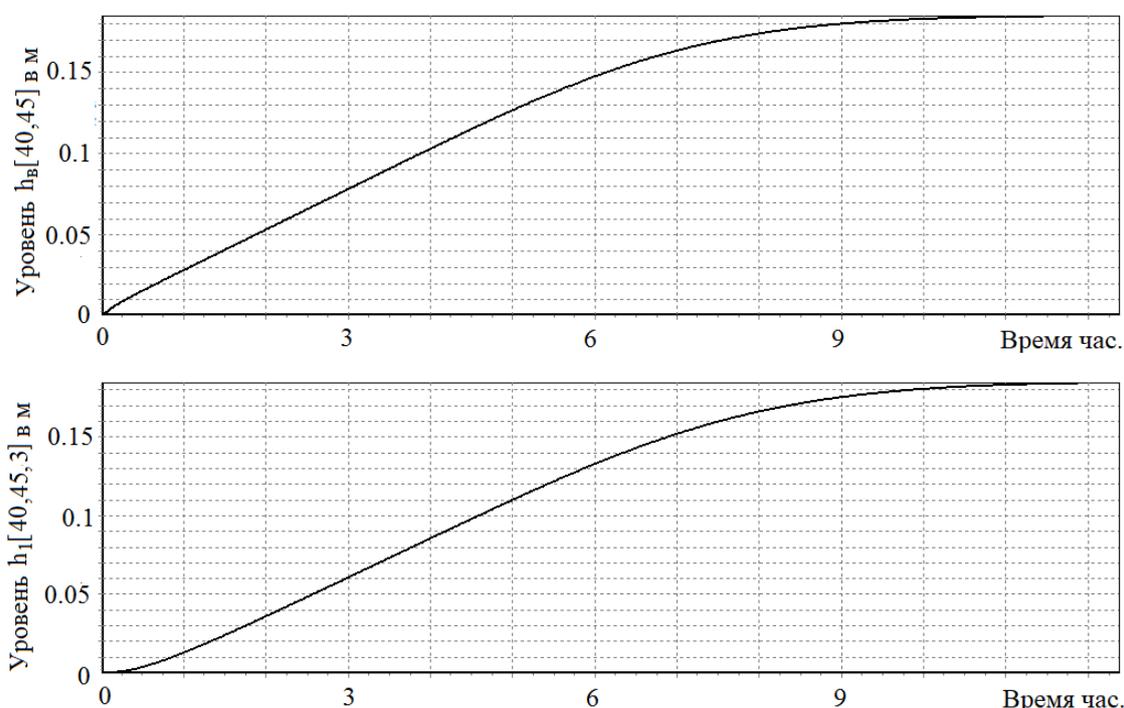
Таблица 3. Значения физических параметров грунтовых вод**Table 3.** Values of physical parameters of groundwater

| Грунтовые воды |
|---------------------|
| $k_{x1}=3.92/86400$ |
| $k_{y1}=3.92/86400$ |
| $k_{z1}=2.52/86400$ |
| $b_n=0.006,$ |

где k_x, k_y, k_z – коэффициенты фильтрации по соответствующим координатам;

b_n – коэффициент перетекания (значения параметров приведены в системе «СИ»).

Число точек дискретизации пространственной координаты z и шаг дискретизации были заданы в виде: $Nz = 9$; $dz = Lz/(Nz-1)$ (остальные параметры, используемые при моделировании рассматриваемого процесса, приведены в п. 1).

**Рис. 7.** Графики изменения уровня в выбранных точках**Fig. 7.** Graphs of level changes at selected points

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассматриваемая методика моделирования гидролитосферных процессов при выпадении осадков в зоне формирования эрозионных процессов позволяет прогнозировать развитие рассматриваемых процессов и определить перечень мероприятий, препятствующих негативному развитию процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Pershin I.M., Pervukhin D.A., Ilyushin Y.V., Afanaseva O.V.* Design of distributed systems of hydrolithosphere processes management. A synthesis of distributed management systems // *Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering* –

Power Supply of Mining Companies, Saint-Petersburg, 23–24 march 2017. Saint-Petersburg, 2017. 87(3). P. 032029. DOI: 10.1088/1755-1315/87/3/032029

2. *Георгиева М. А.* Системный анализ эрозивно-русовых процессов // Современная наука и инновации. 2023. № 4. С. 32–40. DOI: 10.37493/2307-910X.2023.4.4

3. *Першин И. М., Веселов Г. Е., Першин М. И.* Аппроксимационные модели передаточных функций распределенных объектов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2015. № 7(168). С. 126–138.

4. *Drovosekova T.I., Pershin I.M.* Peculiarities of modelling hydro-lithospheric processes in the region of Kavkazskiye Mineralnye Vody (Caucasus Mineral Springs) // Proceedings of the 19th International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2016, Saint Petersburg, may 25–27, 2016. Saint Petersburg: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2016. Pp. 215–217. DOI: 10.1109/SCM.2016.7519732

5. *Георгиева М. А.* Разработка алгоритма управления эрозийными процессами в русовой подсистеме горных и предгорных ландшафтов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2022. № 1–2. С. 23–26. DOI: 10.37882/2223-2966.2022.01-2.05

6. *Першин И. М., Малков А. В., Криштал В. А.* Построение системы управления параметрами эксплуатации системы добычи минеральной воды в регионе КМВ // Современная наука и инновации. 2013. № 1(1). С. 17–23.

7. *Першин И. М., Помеляйко И. С.* Системный анализ экологического состояния зоны гипергенеза курорта Кисловодск // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2013. № 3(36). С. 74–80.

8. *Першин И. М., Веселов Г. Е., Першин М. И.* Методы аппроксимации передаточных функций распределенных объектов // Системный синтез и прикладная синергетика: сборник научных трудов VII Всероссийской научной конференции. Таганрог, 5–9 октября 2015 года. Таганрог: Южный федеральный университет, 2015. С. 106–117.

9. *Pershin I.M., Papush E.G., Malkov A.V. [et al.]* Operational Control of Underground Water Exploitation Regimes // Proceedings of 2019 3rd International Conference on Control in Technical Systems, CTS 2019, St. Petersburg, 30 October 2019 – 01 November 2019. St. Petersburg: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. Pp. 77–80. DOI: 10.1109/CTS48763.2019.8973323

10. *Малков А. В., Першин И. М.* Проблемы экологической безопасности гидроминеральной базы Кавказских Минеральных Вод // Школа кавказского гостеприимства: перспективы развития и кадровое обеспечение: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Пятигорск, 20–21 апреля 2018 года. Том II. Пятигорск: Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. С. 19–24.

11. *Kukharova T.V., Pershin I.M., Utkin V.A.* Modeling of a Decision Support System for a Psychiatrist Based on the Dynamics of Electrical Conductivity Parameters // Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2021, Moscow, January 26–28, 2021. Moscow, 2021. Pp. 975–978. DOI: 10.1109/ElConRus51938.2021.9396273

12. *Малков А. В., Першин И. М.* Системный анализ гидролитосферных процессов: учебное пособие. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. 96 с.

REFERENCES

1. Pershin I.M., Pervukhin D.A., Ilyushin Y.V., Afanaseva O.V. Design of distributed systems of hydrolithosphere processes management. A synthesis of distributed management systems. Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering –

Power Supply of Mining Companies, Saint-Petersburg, 23–24 march 2017. Saint-Petersburg, 2017. 87(3). P. 032029. DOI: 10.1088/1755-1315/87/3/032029

2. Georgieva M.A. Systems analysis of erosion-channel processes. *Sovremennaya nauka i innovatsii* [Modern science and innovation]. 2023. No. 4. Pp. 32–40. DOI: 10.37493/2307-910X.2023.4.4. (In Russian)

3. Pershin I.M., Veselov G.E., Pershin M.I. Approximation models of transfer functions of distributed objects. *Izvestiya YUFU. Tekhnicheskiye nauki* [Bulletin of SFedU. Technical sciences]. 2015. No. 7(168). Pp. 126–138. (In Russian)

4. Drovosekova T.I., Pershin I.M. Peculiarities of modelling hydro-lithospheric processes in the region of Kavkazskiy Mineralnye Vody (Caucasus Mineral Springs). Proceedings of the 19th International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2016, Saint Petersburg, may 25–27, 2016. Saint Petersburg: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2016. Pp. 215–217. DOI: 10.1109/SCM.2016.7519732

5. Georgieva M.A. Development of an algorithm for controlling erosion processes in the channel subsystem of mountain and foothill landscapes. *Sovremennaya nauka: aktual'nyye problemy teorii i praktiki. Seriya: Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki* [Modern science: current problems of theory and practice. Series: Natural and technical sciences]. 2022. No. 1–2. Pp. 23–26. DOI: 10.37882/2223-2966.2022.01-2.05. (In Russian)

6. Pershin I.M., Malkov A.V., Krishtal V.A. Construction of a control system for the parameters of operation of a mineral water extraction system in the Caucasian Mineral Waters region. *Sovremennaya nauka i innovatsii* [Modern Science and Innovations]. 2013. No. 1(1). Pp. 17–23. (In Russian)

7. Pershin I.M., Pomelyayko I.S. System analysis of the ecological state of the hypergenesis zone of the Kislovodsk resort. *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta* [Bulletin of the North Caucasian Federal University]. 2013. No. 3(36). Pp. 74–80. (In Russian)

8. Pershin I.M., Veselov G.E., Pershin M.I. Methods of approximation of transfer functions of distributed objects. *Sistemnyy sintez i prikladnaya sinergetika: sbornik nauchnykh trudov VII Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii. Taganrog, 05–09 oktyabrya 2015 goda* [System synthesis and applied synergetics: Collection of scientific papers of the VII All-Russian scientific conference. Taganrog, October 5–9, 2015]. Taganrog: Yuzhnyy federal'nyy universitet, 2015. Pp. 106–117. (In Russian)

9. Pershin I.M., Papush E.G., Malkov A.V. et al. Operational Control of Underground Water Exploitation Regimes. Proceedings of 2019 3rd International Conference on Control in Technical Systems, CTS 2019, St. Petersburg, 30 October 2019 – 01 November 2019. St. Petersburg: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. Pp. 77–80. DOI: 10.1109/CTS48763.2019.8973323

10. Malkov A.V., Pershin I.M. Problems of environmental safety of the hydromineral base of the Caucasian Mineral Waters. *Shkola kavkazskogo gostepriimstva: perspektivy razvitiya i kadrovoye obespecheniye: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Pyatigorsk, 20–21 aprelya 2018 goda* [School of Caucasian hospitality: development prospects and staffing: materials of the All-Russian scientific and practical conference. Pyatigorsk, April 20–21, 2018]. Vol. II. Pyatigorsk: Severo-Kavkazskiy federal'nyy universitet, 2018. Pp. 19–24. (In Russian)

11. Kukharova T.V., Pershin I.M., Utkin V.A. Modeling of a Decision Support System for a Psychiatrist Based on the Dynamics of Electrical Conductivity Parameters. Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2021, Moscow, January 26–28, 2021. Moscow, 2021. Pp. 975–978. DOI: 10.1109/ElConRus51938.2021.9396273

12. Malkov A.V., Pershin I.M. *Sistemnyy analiz gidrolitosfernykh protsessov* [Systems analysis of hydrolithospheric processes]: Textbook. Stavropol: Severo-Kavkazskiy federal'nyy universitet, 2015. 96 p. (In Russian)

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Георгиева Марьяна Альбековна, аспирант института компьютерных технологий и информационной безопасности, кафедра синергетики и процессов управления им. профессора А. А. Колесникова, Южный федеральный университет;

347922, Россия, г. Таганрог, ул. Чехова, 2, корпус «И»;

старший преподаватель кафедры компьютерных технологий и информационной безопасности, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173;

maryana.g@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2134-6719>, SPIN-код: 8765-7500

Першин Иван Митрофанович, д-р тех. наук, профессор кафедры синергетики и процессов управления им. профессора А. А. Колесникова института компьютерных технологий и информационной безопасности, Южный федеральный университет;

347922, Россия, г. Таганрог, ул. Чехова, 2, корпус «И»;

ivmp@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7618-1173>, SPIN-код: 2734-5711

Information about the authors

Mariana A. Georgieva, Postgraduate Student, Institute of Computer Technologies and Information Security, Department of Synergetics and Control Processes named after Prof. Anatoly Arkadievich Kolesnikov, Southern Federal University;

347922, Russia, Taganrog, 2 Chekhov street, building "I";

Senior Lecturer, Department of Computer Technologies and Information Security, Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov;

360004, Russia, Nalchik, 173 Chernyshevsky street;

maryana.g@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2134-6719>, SPIN-code: 8765-7500

Ivan M. Pershin, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Synergetics and Control Processes named after Prof. Kolesnikov Anatoly Arkadievich, Institute of Computer Technologies and Information Security, Southern Federal University;

347922, Russia, Taganrog, 2 Chekhov street, building "I";

ivmp@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7618-1173>, SPIN-code: 2734-5711

УДК 004.89

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-143-151

EDN: XRYMDH

Сравнительный анализ методов снижения дисбаланса классов при построении моделей машинного обучения в финансовом секторе

А. Ф. Константинов[✉], Л. П. Дьяконова

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова
115054, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36

Аннотация. В статье рассматриваются методы улучшения показателей качества моделей машинного обучения, применяемых в финансовом секторе. В связи с тем, что наборы данных, на которых обучаются модели, обладают несбалансированностью классов, предлагается использовать модели, направленные на снижение дисбаланса. В исследовании были проведены эксперименты с применением 9 методов учета несбалансированности классов к трем наборам данных по розничному кредитованию. В качестве базовой использовалась модель градиентного бустинга CatboostClassifier, не учитывающая дисбаланс классов. Проведенные эксперименты показали, что применение метода RandomOverSampler дает существенный прирост показателей качества классификации по сравнению с базовой моделью. Результаты свидетельствуют о перспективности дальнейших исследований методов учета дисбаланса классов при изучении финансовых данных, а также о целесообразности применения рассмотренных методов на практике.

Ключевые слова: финансовые риски, машинное обучение, классификация, дисбаланс классов

Поступила 24.09.2024, одобрена после рецензирования 25.10.2024, принята к публикации 09.01.2025

Для цитирования. Константинов А. Ф., Дьяконова Л. П. Сравнительный анализ методов снижения дисбаланса классов при построении моделей машинного обучения в финансовом секторе // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 143–151. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-143-151

MSC: 90C99

Original article

Comparative analysis of class imbalance reduction methods in building machine learning models in the financial sector

A.F. Konstantinov[✉], L.P. Dyakonova

Plekhanov Russian University of Economics
115054, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane

Abstract. The article discusses methods for improving quality metrics of machine learning models used in the financial sector. Due to the fact that the data sets on which the models are trained have class imbalances, it is proposed to use models aimed at reducing the imbalance. The study conducted experiments using 9 methods for accounting for class imbalances with three data sets on retail lending. The CatboostClassifier gradient boosting model, which does not take into account class imbalances, was used as the base model. The experiments showed that the use of the RandomOverSampler method provides a significant increase in classification quality metrics compared to the base model. The results indicate the

promise of further research into methods for accounting for class imbalances in the study of financial data, as well as the feasibility of application of the considered methods in practice.

Keywords: financial risks, machine learning, classification, class imbalance

Submitted 24.09.2024,

approved after reviewing 25.10.2024,

accepted for publication 09.01.2025

For citation. Konstantinov A.F., Dyakonova L.P. Comparative analysis of class imbalance reduction methods in building machine learning models in financial sector. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 143–151. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-143-151

ВВЕДЕНИЕ

Деятельность компаний финансового сектора связана с высокой степенью риска. Для коммерческих банков к основным рискам относятся кредитный и операционный. На финансовом рынке кредитование сохраняет позицию наиболее доходной статьи активов кредитных организаций, хотя и наиболее рискованной. Кредитный риск, таким образом, был и остается основным видом банковского риска.

По данным Центрального банка Российской Федерации, в настоящее время наблюдается значительный рост кредитных дефолтов и мошеннических операций. На конец 2 квартала 2024 г. число заемщиков банков и МФО превысило 50 млн человек, причем за год число заемщиков выросло на 3,6 млн человек, а сумма задолженности возросла на 7,7 трлн рублей¹. В 2023 году объем операций без согласия клиентов увеличился по сравнению с 2022-м на 11,48 %².

Начиная с 2023 года кредитные организации направляют в Банк России информацию о предотвращенных хищениях денежных средств. Так, за 2023 год объем предотвращенных операций без согласия клиентов составил 5 798,35 млрд рублей. Благодаря эффективной работе антифрод-процедур кредитных организаций злоумышленникам не удалось совершить 34,77 млн мошеннических операций.

В настоящее время финансовыми организациями для минимизации указанных рисков широко используются процедуры, основанные на методах машинного обучения и искусственного интеллекта, в которых проводится обучение моделей на основании исторических данных. Характерной особенностью таких наборов данных является значительный дисбаланс классов, то есть частота положительного класса (дефолта, мошенничества) значительно меньше частоты отрицательного класса (нормальные операции клиентов).

Современные алгоритмы могут работать с данными, имеющими высокий дисбаланс классов. В то же время существует целый ряд методов работы с дисбалансом в данных, которые позволяют дополнительно улучшить показатели качества моделей машинного обучения. В настоящий момент для снижения дисбаланса известны³:

- 8 методов, увеличивающих количество наблюдений положительного класса;
- 11 методов, снижающих количество наблюдений отрицательного класса;

¹Отчет Центрального Банка РФ. Обзор операций, совершенных без согласия клиентов финансовых организаций. https://www.cbr.ru/analytics/ib/operations_survey/2023/ (дата обращения: 26.11.2024).

²Отчет Центрального Банка РФ. Анализ тенденций в сегменте розничного кредитования на основе данных бюро кредитных историй. Первое полугодие 2024 года. https://cbr.ru/Collection/Collection/File/50679/inf-material_bki_2024fh.pdf (дата обращения: 26.11.2024).

³Imbalanced Learn. API reference. available at: <https://imbalanced-learn.org/stable/references/index.html> (дата обращения: 26.11.2024).

- 2 комбинированных метода.

Однако далеко не все эти методы демонстрируют улучшение показателей качества классификации на финансовых данных. Настоящее исследование направлено на определение методов снижения дисбаланса классов, которые наилучшим образом подходят для применения при обучении моделей машинного обучения в финансовом секторе. Результаты исследования позволят определить наиболее эффективные методы и модели для работы с финансовыми данными.

Цели и задачи исследования: провести сравнение методов снижения дисбаланса классов при обучении моделей машинного обучения на финансовых данных и определить методы, которые дают повышение показателей качества классификации на финансовых данных.

ОПИСАНИЕ НАБОРА ДАННЫХ

Таблица 1. Наборы данных для экспериментов

Table 1. Datasets for the experiments

| № | Наименование | Отрасль | Количество строк | Количество столбцов | Доля положительного класса |
|---|---|---------|------------------|---------------------|----------------------------|
| 1 | Loan Defaulter | Финансы | 307 511 | 122 | 0.08 |
| 2 | Loan Default Prediction Dataset | Финансы | 255 347 | 18 | 0.12 |
| 3 | Bank Account Fraud Dataset Suite (NeurIPS 2022) | Финансы | 1 000 000 | 32 | 0.01 |

1. Loan Defaulter⁴.

Набор данных содержит информацию для исследовательского анализа данных в реальном бизнес-сценарии в банковской сфере для минимизации риска потерь при кредитовании клиентов. Набор данных содержит 122 переменные.

Классы информации в наборе данных:

- информация о клиенте (возраст, пол, сведения о работе, информация о месте жительства клиента и т.д.);
- информация о внешних скорингах;
- сведения о предоставленных документах.

Целевая переменная: был ли дефолт по этому кредиту (0/1).

2. Loan Default Prediction Dataset⁵.

Набор данных содержит 255 347 строк и 18 переменных.

Классы информации в наборе данных:

- информация о заемщике (пол, возраст, образование, тип работы, статус состояния в браке и т.д.);
- информация об истории кредитования (кредитный балл, количество месяцев кредита, количество кредитов, процентная ставка и т.д.).

Целевая переменная: был ли дефолт по этому кредиту (0/1).

3. Bank Account Fraud Dataset Suite⁶.

⁴Ссылка: <https://www.kaggle.com/datasets/gauravduttakiit/loan-defaulter>

⁵Ссылка: <https://www.kaggle.com/datasets/nikhil1e9/loan-default>

⁶Ссылка: <https://www.kaggle.com/datasets/sgpjesus/bank-account-fraud-dataset-neurips-2022>

Набор данных Bank Account Fraud (BAF) был опубликован на NeurIPS 2022. Для целей исследования брался только базовый вариант данных. Для защиты личности потенциальных заявителей авторами набора данных были применены дифференциальные методы конфиденциальности (добавление шума), кодирование признаков.

Классы информации в наборе данных:

- информация о заявителе (доход, возраст, статус работы, статус наличия жилья, количество месяцев обслуживания банком и т.д.);
- информация о запросе (время от запроса, тип платежа, зарубежный запрос, операционная система гаджета и т.д.);
- внешние скоринги;
- логические противоречия (телефон домашний/мобильный валидный, не сгенерирован ли email автоматически и т.д.).

Целевая переменная: был ли дефолт по этому кредиту (0/1).

СХЕМА ВАЛИДАЦИИ

Для каждого набора данных наблюдения разделялись методом кросс-валидации StratifiedShuffleSplit⁷ на тренировочные (50 %) и тестовые (50 %) данные, и для каждого набора тренировочных данных 3 раза проводилось разделение на тренировочный и валидационный набор данных с помощью метода кросс-валидации kFold⁸ (20% на валидационные данные, 80 % – данные для обучения).

ОПИСАНИЕ БАЗОВОЙ МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

В качестве базовой модели для моделирования использовалась модель градиентного бустинга CatboostClassifier, разработанная Яндекс. Модель представляет ансамбль деревьев решений небольшой глубины, причем на каждой последующей итерации модель учится снижать псевдоостатки прогнозов предыдущих итераций деревьев. При обучении были установлены следующие гиперпараметры модели: 'iterations'=3000, 'early_stopping_rounds' = 100, 'eval_set' = (X_val, y_val). После разбиения каждого набора данных на сплит и фолд на данных для обучения был обучен кодировщик категориальных переменных TargetEncoder⁹ из библиотеки category_encoders. Так как при обучении TargetEncoder мы использовали только данные для обучения, утечки данных не происходит. Далее были преобразованы категориальные переменные в валидационных и тестовых наборах данных X_val, X_test. Применение отдельного кодировщика, а не встроен-

⁷Метод кросс-валидации StratifiedShuffleSplit – это метод, используемый для разделения данных на тренировочные и тестовые наборы с учетом стратификации. Это означает, что при разделении сохраняется пропорциональное соотношение классов в целевой переменной. Это важно для данных финансового сектора, так как для них характерен большой дисбаланс классов.

⁸Метод кросс-валидации kFold разбивает исходный набор данных на k равных подмножеств (фолдов). В каждом из k итераций одно из подмножеств используется в качестве тестового набора, а остальные (k-1) – для обучения модели. После каждой итерации вычисляется метрика качества.

⁹TargetEncoder – метод кодирования категориальных переменных, при котором признаки заменяются смесью апостериорной вероятности цели с учетом конкретного категориального значения и априорной вероятности цели по всем обучающим данным.

ных методов Catboost обусловлено необходимостью преобразования данных для реализации методов снижения дисбаланса классов. На базовой модели методы снижения дисбаланса классов не применялись.

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ДИСБАЛАНСА КЛАССОВ

После разделения данных на каждом наборе данных, сплите, фолде на тренировочные, валидационные и тестовые к тренировочным данным применяется метод снижения дисбаланса. При этом к валидационным и тестовым данным метод снижения дисбаланса не применяется, потому что они должны отображать распределение реальных данных.

Для применения методов снижения дисбаланса применяется библиотека Python imblearn.

Методы, увеличивающие количество наблюдений положительного класса:

- Случайная избыточная выборка (RandomOverSampler). Генерация дополнительных наблюдений путем дублирования примеров из миноритарного класса (класса с меньшим количеством примеров) до выравнивания количества наблюдений миноритарного и мажоритарного классов.

- Synthetic Minority Oversampling Technique (SMOTE) [1]. Метод находит ближайших соседей миноритарного класса и генерирует образцы, делая линейную интерполяцию между ними.

- Adaptive Synthetic (ADASYN) [2] генерирует больше наблюдений в сложных областях, где алгоритм классификации испытывает трудности в разделении классов. Это позволяет модели лучше учиться на сложных частях пространства признаков.

- BorderlineSMOTE [3]. Этот алгоритм является вариантом оригинального алгоритма SMOTE. Для генерации наблюдений BorderlineSMOTE выбирает наблюдения на границе между двумя классами. Генерируется фиксированное число наблюдений для каждой точки миноритарного класса.

Методы, снижающие количество наблюдений отрицательного класса:

- Случайная недобырка (RandomUnderSampler). Наблюдения отрицательного класса выбираются случайно, по количеству наблюдений положительного класса.

- TomekLinks [4]. Суть метода состоит в том, что ищутся ближайшие соседи из разных классов. Если наблюдение из мажоритарного класса имеет ближайшего соседа из миноритарного класса, то наблюдение из мажоритарного класса считается неправильным и удаляется. За счет этого метода снижаются перекрытия классов и улучшаются показатели качества классификации.

- Правила очистки соседних наблюдений (NeighbourhoodCleaningRule) [5]. Метод направлен на улучшение качества данных. Для каждого наблюдения миноритарного класса определяются его ближайшие соседи. Если среди ближайших соседей много наблюдений отрицательного класса, то миноритарное наблюдение удаляется. Если экземпляр мажоритарного класса имеет много соседей из миноритарного класса, его также удаляют.

Смешанные методы снижения дисбаланса классов:

- Synthetic Minority Oversampling Technique + Edited Nearest Neighbors (SMOTEENN) [6]. Объединяет метод синтетического увеличения количества наблюдений миноритарного класса (SMOTE) и метод очистки данных (ENN), удаляющий наблюдения обоих классов, которые не поддерживаются ближайшими соседями.

- SMOTETomek [7]. На первом этапе генерируются синтетические наблюдения по методу SMOTE, на втором этапе данные очищаются по методу TomekLinks.

ОБСУЖДЕНИЕ

В соответствии с описанной выше схемой валидации несколько раз проводилось разделение данных на тренировочный, валидационный и тестовый наборы данных. На тренировочных данных модель обучалась, валидационные данные использовались для настройки параметров модели машинного обучения и остановки процесса обучения, а на тестовых данных замерялись показатели качества работы алгоритма.

Первым этапом проводились обучение и настройка базовой модели машинного обучения без применения методов корректировки дисбаланса классов. Замеры показателей качества классификации проводились на тестовых данных, которые не использовались ни при обучении, ни при настройке алгоритма. Так как схема валидации предусматривает многократное разделение данных, результаты расчетов показателей качества классификации усреднялись.

Далее для каждого метода корректировки дисбаланса после применения разделения данных, согласно схеме валидации, на тренировочные, валидационные и тестовые к данным для тренировки применялся метод корректировки дисбаланса, и на этих данных обучалась базовая модель машинного обучения. К валидационным данным, используемым при настройке гиперпараметров модели машинного обучения и остановки процесса обучения, методы корректировки дисбаланса не применялись, чтобы свойства распределения признаков наборов данных, используемых при настройке параметров модели машинного обучения, по возможности, максимально совпадали с распределением для новых данных. После обучения модели проводились замеры показателей качества классификации на тестовых данных, которые не использовались ни при обучении, ни при настройке алгоритма. Так же, как и в базовой модели машинного обучения, результаты расчетов показателей качества классификации усреднялись.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Таблица 2. Результаты экспериментов

Table 2. Results of the experiments

| df № | Наименование метода | roc auc | balanced accuracy | avg precision | brier score | recall (sens-ty) | precision | f1 scr | specificity |
|----------------|---------------------------|--------------|-------------------|---------------|--------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | Base | 0,775 | 0,512 | 0,277 | 0,066 | 0,026 | 0,674 | 0,050 | 0,999 |
| 1 | ADASYN | 0,772 | 0,513 | 0,268 | 0,067 | 0,029 | 0,612 | 0,055 | 0,998 |
| 1 | BorderlineSMOTE | 0,773 | 0,514 | 0,268 | 0,067 | 0,030 | 0,606 | 0,057 | 0,998 |
| 1 | NeighbourhoodCleaningRule | 0,768 | 0,528 | 0,259 | 0,068 | 0,061 | 0,497 | 0,108 | 0,995 |
| 1 | RandomOverSampler | 0,818 | 0,714 | 0,548 | 0,059 | 0,459 | 0,572 | 0,509 | 0,970 |
| 1 | RandomUnderSampler | 0,765 | 0,696 | 0,243 | 0,200 | 0,700 | 0,166 | 0,269 | 0,692 |
| 1 | SMOTE | 0,772 | 0,514 | 0,268 | 0,067 | 0,029 | 0,609 | 0,055 | 0,998 |
| 1 | SMOTEENN | 0,768 | 0,552 | 0,256 | 0,071 | 0,119 | 0,421 | 0,185 | 0,986 |
| 1 | SMOTETomek | 0,773 | 0,514 | 0,269 | 0,067 | 0,030 | 0,608 | 0,057 | 0,998 |
| 1 | TomekLinks | 0,773 | 0,514 | 0,273 | 0,067 | 0,030 | 0,636 | 0,058 | 0,998 |
| 1 Итого | | 0,776 | 0,557 | 0,293 | 0,080 | 0,151 | 0,540 | 0,140 | 0,963 |

| | | | | | | | | | |
|----------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2 | Base | 0,764 | 0,533 | 0,344 | 0,090 | 0,071 | 0,648 | 0,128 | 0,995 |
| 2 | ADASYN | 0,763 | 0,534 | 0,344 | 0,090 | 0,073 | 0,640 | 0,131 | 0,995 |
| 2 | BorderlineSMOTE | 0,763 | 0,535 | 0,344 | 0,090 | 0,075 | 0,638 | 0,135 | 0,994 |
| 2 | NeighbourhoodCleaningRule | 0,757 | 0,563 | 0,325 | 0,094 | 0,147 | 0,480 | 0,225 | 0,979 |
| 2 | RandomOverSampler | 0,809 | 0,725 | 0,553 | 0,086 | 0,508 | 0,537 | 0,522 | 0,942 |
| 2 | RandomUnderSampler | 0,761 | 0,692 | 0,331 | 0,200 | 0,692 | 0,228 | 0,342 | 0,691 |
| 2 | SMOTE | 0,763 | 0,534 | 0,343 | 0,090 | 0,073 | 0,641 | 0,131 | 0,995 |
| 2 | SMOTEENN | 0,752 | 0,577 | 0,316 | 0,097 | 0,186 | 0,428 | 0,260 | 0,967 |
| 2 | SMOTETomek | 0,763 | 0,539 | 0,343 | 0,090 | 0,085 | 0,616 | 0,150 | 0,993 |
| 2 | TomekLinks | 0,763 | 0,540 | 0,340 | 0,090 | 0,087 | 0,608 | 0,152 | 0,993 |
| 2 Итого | | 0,766 | 0,577 | 0,358 | 0,102 | 0,200 | 0,546 | 0,218 | 0,954 |
| 3 | Base | 0,901 | 0,515 | 0,216 | 0,010 | 0,029 | 0,820 | 0,056 | 1,000 |
| 3 | ADASYN | 0,884 | 0,529 | 0,181 | 0,010 | 0,058 | 0,558 | 0,105 | 0,999 |
| 3 | BorderlineSMOTE | 0,886 | 0,532 | 0,183 | 0,010 | 0,065 | 0,533 | 0,116 | 0,999 |
| 3 | NeighbourhoodCleaningRule | 0,901 | 0,517 | 0,214 | 0,010 | 0,035 | 0,774 | 0,067 | 1,000 |
| 3 | RandomOverSampler | 0,846 | 0,673 | 0,413 | 0,009 | 0,348 | 0,654 | 0,454 | 0,998 |
| 3 | RandomUnderSampler | 0,899 | 0,820 | 0,163 | 0,127 | 0,817 | 0,049 | 0,092 | 0,823 |
| 3 | SMOTE | 0,884 | 0,529 | 0,181 | 0,010 | 0,058 | 0,559 | 0,106 | 0,999 |
| 3 | SMOTEENN | 0,885 | 0,539 | 0,179 | 0,010 | 0,078 | 0,486 | 0,135 | 0,999 |
| 3 | SMOTETomek | 0,884 | 0,529 | 0,181 | 0,010 | 0,059 | 0,563 | 0,107 | 0,999 |
| 3 | TomekLinks | 0,901 | 0,515 | 0,214 | 0,010 | 0,030 | 0,811 | 0,058 | 1,000 |
| 3 Итого | | 0,887 | 0,570 | 0,212 | 0,021 | 0,158 | 0,581 | 0,130 | 0,982 |

Выводы

В результате проведенного исследования был получен рост показателей качества по сравнению с базовой моделью в случае применения метода RandomUnderSampler. Рост метрик ROC_AUC и balanced accuracy свидетельствует о том, что с учетом несбалансированности классов повысилась ранжирующая способность модели и ее точность. Улучшение brier_score указывает на то, что модель с применением RandomUnderSampler лучше откалибрована по сравнению с базовой моделью. Происходит также значительное увеличение метрики полноты (recall, sensitivity) и небольшое снижение метрики precision. Это говорит о том, что в целом качество модели улучшилось, но она стала генерировать больше ложноположительных предсказаний, что может быть критично при настройке функции принятия решения. В то же время высокий уровень специфичности specificity говорит о том, что базовая модель увереннее классифицирует отрицательные примеры по сравнению с моделью с применением метода RandomUnderSampler.

Значительный рост параметра полноты важен в тех областях, где критично выявить большинство положительных примеров (например, в медицине) несмотря на цену. В случае финансовых данных зачастую принятие решения об отказе в выдаче кредита происхо-

дит исходя из маржинальной прибыли групп наблюдений с определенным уровнем прогноза модели ИИ. Поэтому без учета роста маржинальной прибыли увеличение метрики полноты (sensitivity, recall) не является определяющим.

Лучшим показателем качества для финансовых несбалансированных данных, отражающим ранжирующую способность алгоритма, является метрика ROC_AUC. Дело в том, что показатели precision и recall (f-меры) являются производными от ROC_AUC и рассчитываются после назначения точки отнесения к положительному классу.

Интересен тот факт, что базовая модель и модель, построенная с применением метода RandomUnderSampler, значительно отличаются по структуре показателей качества. Применение методов объединения их прогнозов (стекинг) может привести к объединению их характеристик и еще большему росту показателей качества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрены методы учета дисбаланса классов в финансовых данных при построении моделей машинного обучения. Применение 9 методов учета дисбаланса к каждому из трех наборов данных по розничному кредитованию позволило провести сравнительный анализ метрик качества классификации для всех методов и определить методы, которые показали улучшение качества классификатора по сравнению с базовой моделью. Расчеты продемонстрировали улучшение показателей качества для метода RandomOverSampler. Результаты свидетельствуют о перспективности дальнейших исследований методов учета дисбаланса классов при исследовании финансовых данных, а также о целесообразности применения рассмотренных методов на практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Chawla N.V., Bowyer K.W., Hall L.O., Kegelmeyer W.P. Smote: synthetic minority over-sampling technique. *Journal of artificial intelligence research*. 2002. Vol. 16. Pp. 321–357. DOI: 10.1613/jair.953
2. He H., Bai Y., Garcia E.A., Li S. Adasyn: adaptive synthetic sampling approach for imbalanced learning. *In 2008 IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IEEE World Congress on Computational Intelligence)*. 2008. Pp. 1322–1328. DOI: 10.1109/IJCNN.2008.4633969
3. Han H., Wang W.-Y., Mao B.-H. Borderline-smote: a new over-sampling method in imbalanced data sets learning. *International conference on intelligent computing*. 2005. Pp. 878–887. Springer. DOI: 10.1007/11538059_91
4. Tomek I. Two modifications of cnn. *IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics*. 1976. Vol. 6. Pp. 769–772. DOI: 10.1109/TSMC.1976.4309452
5. Laurikkala J. Improving identification of difficult small classes by balancing class distribution. *In Conference on Artificial Intelligence in Medicine in Europe*. 2001. Pp. 63–66. Springer. DOI: 10.1007/3-540-48229-6_9
6. Batista G., Prati R.C., Monard M.C. A study of the behavior of several methods for balancing machine learning training data. *ACM Sigkdd Explorations Newsletter* 2004. Vol. 6. No. 1. Pp. 20–29. DOI: 10.1145/1007730.1007735
7. Batista G., Bazzan B., Monard M., Balancing Training Data for Automated Annotation of Keywords: a Case Study. *In WOB*. 2003. Pp. 10–18. BibTeX key: conf/wob/BatistaBM03

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Константинов Алексей Федорович, аспирант кафедры информатики, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова;

115054, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36;

konstantinovaf@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9591-3301>, SPIN-код: 3088-3121

Дьяконова Людмила Павловна, канд. физ.-мат. наук, доцент, кафедра информатики, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова;

115054, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36;

Dyakonova.LP@rea.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5229-8070>, SPIN-код: 2513-8831

Information about the authors

Alexey F. Konstantinov, Post-graduate Student, Department of Informatics, Plekhanov Russian University of Economics;

115054, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane;

konstantinovaf@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9591-3301>, SPIN-code: 3088-3121

Lyudmila P. Dyakonova, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Informatics, Plekhanov Russian University of Economics;

115054, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane;

Dyakonova.LP@rea.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5229-8070>, SPIN-code: 2513-8831

УДК 004.89

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-152-170

EDN: ZXPNUH

Основные принципы нейрокогнитивного моделирования сознания агента универсального искусственного интеллекта

З. В. Нагоев

Институт информатики и проблем регионального управления –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а

Аннотация. Целью работы является создание теоретических оснований имитационного моделирования агентов универсального искусственного интеллекта на основе метафоры проектирования мультиагентных нейрокогнитивных архитектур. Задача исследования состоит в разработке основных принципов имитационного моделирования сознания интеллектуальных агентов под управлением нейрокогнитивных архитектур. Дано формальное определение агента универсального искусственного интеллекта. Предложена гипотеза о структурно-функциональной организации сознания универсального искусственного интеллекта на основе метафоры проектирования многокомпонентной мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры. Разработаны некоторые принципы имитационного моделирования сознания агентов универсального искусственного интеллекта на основе контекстно-детерминированного развития управляющей нейрокогнитивной архитектуры в коммуникативной социальной реальной среде.

Ключевые слова: универсальный искусственный интеллект, имитационное моделирование сознания, нейрокогнитивные архитектуры, мультиагентные системы

Поступила 30.01.2025, одобрена после рецензирования 10.02.2025, принята к публикации 11.02.2025

Для цитирования. Нагоев З. В. Основные принципы нейрокогнитивного моделирования сознания агента универсального искусственного интеллекта // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 152–170. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-152-170

MSC: 68T42

Original article

Basic principles of neurocognitive modeling of consciousness of an agent of universal artificial intelligence

Z.V. Nagoev

Institute of Computer Science and Problems of Regional Management –
branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street

Abstract. The aim of the work is to create theoretical foundations for simulation modeling of agents of universal artificial intelligence based on the metaphor of designing multi-agent neurocognitive architectures. The task of the study is to develop basic principles of simulation modeling of consciousness of intelligent agents under the control of neurocognitive architectures. A formal definition of an agent of universal artificial intelligence is given. A hypothesis is proposed about the structural and functional organization of consciousness of universal artificial intelligence based on the

metaphor of designing a multi-component multi-agent neurocognitive architecture. Some principles of simulation modeling of the consciousness of agents of universal artificial intelligence are developed based on the context-deterministic development of the control neurocognitive architecture in a communicative social real environment.

Keywords: universal artificial intelligence, simulation modeling of consciousness, neurocognitive architectures, multi-agent systems

Submitted 30.01.2025,

approved after reviewing 10.02.2025,

accepted for publication 11.02.2025

For citation. Nagoev Z.V. Basic principles of neurocognitive modeling of consciousness of an agent of universal artificial intelligence. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 152–170. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-152-170

ВВЕДЕНИЕ

Имитационное моделирование сознания, концептуально и исторически являющееся одной из ключевых теоретических проблем искусственного интеллекта как области исследования возможностей функционального моделирования разума [1, 2], для случая *универсального интеллектуального агента* является проблемой в первую очередь прикладной. Как показано в настоящей работе, необходимость моделирования сознания интеллектуального агента определяется, прежде всего, задачей *управления его поведением в условиях реальной среды*.

Эти условия, среди прочего, характеризуются *эпизодичностью и частичностью наблюдений, стохастичностью событий, динамикой, физической корректностью, агентностью взаимодействий, неопределенностью, априорной неструктурированностью и многомодальностью данных*, существенно затрудняющими решение задач интеллектуального управления.

В соответствии с гипотезой, на базе которой был разработан подход к созданию систем искусственного интеллекта с помощью метафоры проектирования *мультиагентных нейрокогнитивных архитектур*, нашедший отражение в многолетнем цикле научных работ [3, 4, 5, 6, 7], интеллектуальные системы управления поведением природных высших биологических организмов («естественный» интеллект) стали основным средством их приспособления к таким условиям реальной среды, а главным инструментом обеспечения эффективности адаптации интеллекта стала нейропластичность головного мозга, реализующая динамическую аппроксимацию законов управления к таким условиям.

В частности, в вышеприведенных работах показано, что самоорганизация *агентов-нейронов (агнейронов)* в составе функциональных узлов (*когнитонов*) управляющих нейрокогнитивных архитектур (*интеллектонов*) интеллектуальных агентов, детерминированная процессами обмена энергии и информации между агнейронами с помощью динамического формирования аксо-дендрональных связей и отправки нейромедиаторов, направленная на максимизацию локальных целевых функций этих агнейронов, обеспечивает синтез так называемых *специальных функциональных систем* (по П. К. Анохину) *онтологизации, идентификации и решения проблем универсального спектра* в системе «интеллектуальный агент – реальная среда».

Под функциональной системой в данном случае понимается множество агнейронов из различных когнитонов, связанных т.н. контрактами на обмен энергии и информации, скоординированный диалог на основе передачи сообщений между которыми обеспечивает реализацию т.н. *нейрокогнитивной пьесы (нк-пьеса)* – *нейрокогнитивного мультиагентного алгоритма*, реализующего функционал онтологизации (первичного определения) некоторой проблемы, либо ее идентификации (повторного распознавания), либо синтеза ее решения.

Выдвинутая ранее гипотеза о наличии в головном мозге высших организмов *метафункциональных систем*, способных в зависимости от контекста генерировать специальные функциональные системы онтологизации, идентификации и решения различных проблем в системе «интеллектуальный агент – среда», была реализована в метафоре проектирования управляющих нейрокогнитивных архитектур в виде концепции так называемых *нейронных фабрик (нейрофабрики)*, реализующих *функцию нейрогенеза* – ситуативно обусловленного динамического порождения новых агнейронов в различных когнитонах таких нейрокогнитивных архитектур [5].

Вкупе с введенными в [4, 8] элементами формального описания контрактных взаимодействий между агнейронами в составе интеллектона (*n-функции*) концепция динамического синтеза специальных функциональных систем в составе управляющей нейрокогнитивной архитектуры интеллектуального агента формирует теоретический базис для обоснования способности агентов универсального интеллекта автономно онтологизировать, идентифицировать и решать проблемы универсального спектра, возникающие в системе «интеллектуальный агент – реальная среда».

Если упрощенно под *проблемой* понимать такой отрезок траектории интеллектуального агента в реальной среде, который оканчивается состоянием, в котором *целевая функция агента* под управлением нейрокогнитивной архитектуры претерпевает значительные изменения, то можно утверждать, что метафункциональные системы, реализуемые этой нейрокогнитивной архитектурой, динамически, по требованию, обусловленному ситуацией отсутствия в нейрокогнитивной архитектуре нейрокогнитивного «обработчика» этой проблемы, порождая в ней дополнительные специальные функциональные системы онтологизации, идентификации и решения, обеспечивают базу для единообразного решения любых возможных в данной системе «интеллектуальный агент – реальная среда» проблем на основе скоординированного выполнения нейрокогнитивных пьес, реализуемых этими метафункциональными и функциональными системами, т.е. на основе синтеза поведения интеллектуального агента в реальной среде.

В соответствии с ранее выдвинутой гипотезой [9] сознание рассматривается как функциональная надстройка над управляющей нейрокогнитивной архитектурой нижнего уровня (*подсознание интеллектуального агента*), сама представляющая собой нейрокогнитивную архитектуру, объектом управления которой является подсознание интеллектуального агента.

Так как интеллектуальный агент синтезирует свое поведение в реальной среде, ему, как правило, приходится одновременно онтологизировать, идентифицировать и решать несколько проблем, события в составе которых растянуты во времени и происходят в различных частях пространства. Поэтому одной из основных функций сознания является, в соответствии с нашей гипотезой, управление распределением монополярных ресурсов организма (или его искусственных аналогов – программ, роботов), таких как руки, движители, между алгоритмами управления поведением, синтезируемыми различными метафункциональными и специальными функциональными системами для решения различных проблем.

Актуальность работы определяется необходимостью создания агентов универсального искусственного интеллекта, способных автономно онтологизировать, идентифицировать и решать проблемы универсального спектра в системе «агент – среда».

Целью исследования является создание теоретических оснований имитационного моделирования агентов универсального искусственного интеллекта на основе метафоры проектирования мультиагентных нейрокогнитивных архитектур.

Задача исследования состоит в разработке основных принципов имитационного моделирования сознания интеллектуальных агентов под управлением нейрокогнитивных архитектур.

Так как сам термин «универсальный искусственный интеллект» зачастую используется в качестве неформального, несущего, скорее, интуитивно понятное значение компьютерной программы искусственного интеллекта, способной к автономному поиску решений проблем широкого спектра, изначально не заложенных в алгоритмах этой программы, необходимо ввести формальное определение агента универсального искусственного интеллекта (УИИ).

1. АГЕНТ УНИВЕРСАЛЬНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Рассмотрим некоторую вычислительную систему S_i , погруженную во внешнюю по отношению к ней реальную среду W^{-S_i} . *Вычислительный цикл* этой системы под номером h определим как набор *алгоритмов*:

$$a^{ih} = \{a_{1\tau_{c_1}}^{ih\tau_{c_2}}, a_{2\tau_{c_3}}^{ih\tau_{c_4}}, \dots, a_{n\tau_{c_{m-1}}}^{ih\tau_{c_m}}\},$$

которые выполняются на шагах дискретного времени $\Delta\tau_{c_y}^{c_{y+1}} = \tau_{c_{y+1}} - \tau_{c_y}$. Эти алгоритмы реализуют синтез набора отрезков f^{ih} выходной *эффекторной траектории* f^i системы S_i , которые соответствуют некоторому закону управления: $f^{ih} = u^i(r^{ih})$. Этот закон формируется устройством управления U^i на основе набора входных отрезков r^{ih} *сенсорной траектории* r^i , которая определяет движение системы S_i в *сенсорном пространстве* \mathbf{R}^i , которое, в свою очередь, определяется как декартово произведение наборов значений всех сенсоров системы S_i , регистрирующих некоторые параметры, описывающие состояния как самой этой системы, так и внешней среды W^{-S_i} .

Содержательный смысл выполнения цикла вычислений состоит в том, что устройство управления U^i строит некоторый *закон управления*:

$$u^i(r^i): \mathbf{R}^i \rightarrow \mathbf{F}^i, \mathbf{F}^i = \{\mathbf{F}_{\tau_1}^i \times \mathbf{F}_{\tau_2}^i, \dots, \times \mathbf{F}_{\tau_{c_{\max}}}^i\},$$

$$\mathbf{F}_{\tau_c}^i = \{f_{1\tau_c}^{iint} \times f_{2\tau_c}^{iint} \times \dots \times f_{q_{\max}^i}^{iint} \times f_{1\tau_c}^{iext} \times f_{2\tau_c}^{iext} \dots \times f_{q_{\max}^i}^{iext}\},$$

$$u(r_{\tau_{c-y}}^{\tau_c}) = f_{\tau_c}^i(f_{1\tau_c}^{iint}, f_{2\tau_c}^{iint}, \dots, f_{q_{\max}^i}^{iint}, f_{1\tau_c}^{iext}, f_{2\tau_c}^{iext}, \dots, f_{q_{\max}^i}^{iext}), q_{\max}^{iint} + q_{\max}^{iext} = q_{\max}^i,$$

$$f_{q\tau_c}^{iint} = \{f_{q\tau_c}^{iint} \mid \forall u^i(r_{\tau_{c-y}}^{\tau_c})\}, f_{q\tau_c}^{iext} = \{f_{q\tau_c}^{iext} \mid \forall u^i(r_{\tau_{c-y}}^{\tau_c})\}.$$

Здесь \mathbf{F}^i – т.н. *эффекторное пространство*, $f_{q\tau_c}^{iint}$ и $f_{q\tau_c}^{iext}$ – состояния *интерозффекторов* $f_{q\tau_c}^{iint} \in F^i$ системы S_i , с помощью которых она воздействует на свои составные части, и ее *экстерозффекторов* $f_{q\tau_c}^{iext} \in F^i$, с помощью которых она влияет на внешнюю среду W^{-S_i} , соответственно.

Набор точек:

$$f_{\tau_c}^i(f_{1\tau_c}^{iint}, f_{2\tau_c}^{iint}, \dots, f_{q_{\max}^i}^{iint}, f_{1\tau_c}^{iext}, f_{2\tau_c}^{iext}, \dots, f_{q_{\max}^i}^{iext}) \in \mathbf{F}_{\tau_c}^i$$

задает *эффекторную траекторию* системы S_i :

$$f^i = f_{\tau_1}^{i\tau_{c_{\max}}} = (f_{\tau_1}^i, f_{\tau_2}^i, \dots, f_{\tau_{c_{\max}}}^i) = u^i(r_{\tau_1}^{i\tau_{c_{\max}}}).$$

Пространство

$$\mathfrak{S}^{i\gamma} = \mathbf{R}^i \times \mathbf{F}^i$$

будем называть *пространством поведения* системы S_i в среде W^{-S_i} .

Систему S_i , для которой определена функция $f^{ih} = u^i(r^{ih})$, назовем *агентом* (*агентным вычислителем*) \aleph_i в реальной среде W^{-S_i} .

Зададим класс агентных вычислителей \mathbf{A} (*а-вычислители*) как множество всех агентов \aleph_i .

Будем считать, что в силу действия в реальной среде $W^{-\aleph_i}$ закона сохранения энергии цикл вычислений a^{ih} может быть реализован агентом \aleph_i только в случае выполнения этим агентом затрат энергии e^{ihx} , рассеивающейся в среду $W^{-\aleph_i}$.

Примем также, что для нормальной работы агента \aleph_i требуются и затраты энергии: $e^{ihL} = \Delta\tau_{cy}^m \Delta e^{iL}$, где Δe^{iL} – потери энергии на одном интервале времени.

Агент \aleph_i , при движении по сенсорной траектории r^{ih} переходит в состояния, в которых он (взаимодействуя со средой $W^{-\aleph_i}$) или теряет некоторое количество энергии e^{ihw} , или приобретает некоторое вознаграждения e^{ihr} . Пусть этот агент запасает энергию e^i в своем внутреннем резервуаре $E^i \in \aleph_i$. Пусть также емкость этого резервуара конечна и не превышает значения $c(E^i)$. Динамика значения количества энергии агента \aleph_i во время реализации цикла вычислений a^{ih} описывается *функцией разметки состояний*:

$$e^{ih} = e^{i(h-1)} - e^{ihL} - e^{ihx} - e^{ihw} + e^{ihr},$$

а количество энергии, хранящейся в его резервуаре E^i , – *функцией энергии*:

$$e^i = e_1^i + \sum_{h=1}^{h^{\max}} e^{ih}, f^i = \bigcup_{h=1}^{h^{\max}} f^{ih}, f^{ih} = (f_{\tau_{c_1}}^{ih\tau_{c_2}}, f_{\tau_{c_3}}^{ih\tau_{c_4}}, \dots, f_{\tau_{c_{\max-1}}}^{ih\tau_{c_{\max}}}), e^i \leq c(E^i),$$

где e_1^i – энергия в резервуаре E^i агента \aleph_i в начальный момент времени τ_1 .

Будем считать, что *время жизни* τ_c^{\max} агента \aleph_i есть функция от *материальной траектории* w^i системы «агент \aleph_i – среда $W^{-\aleph_i}$ », которая есть функция от эффекторной и сенсорной траекторий: $\tau_c^{\max} = \tau^i(w^i(u^i(r^i)))$.

Точки материальной траектории w^i агента \aleph_i , для которых верно

$$\exists w_{\tau_c}^{ipos} \in w^i, e^i(w_{\tau_c}^{ipos}) > e^i(w_{\tau_{c-1}}^i), w_{\tau_c}^{ipos} \in W^{ipos},$$

назовем *позитивными* точками, условие

$$\exists w_{\tau_c}^{ineg} \in w^i, e^i(w_{\tau_c}^{ineg}) < e^i(w_{\tau_{c-1}}^i), w_{\tau_c}^{ineg} \in W^{ineg}$$

– *негативными* точками, условие

$$\exists w_{\tau_c}^{iter} \in w^i, e^i(w_{\tau_c}^i) = 0, w_{\tau_c}^{ineg} \in W^{iter} \in W^{ineg}$$

– *терминальными* точками. Вместе все точки $w_{\tau_c}^{ipos}$, $w_{\tau_c}^{ineg}$ и $w_{\tau_c}^{iter}$ назовем *экзистенциальными точками*, а множество

$$W^{iex} = W^{ipos} \cup W^{ineg} \cup W^{iter}$$

– *множеством экзистенциальных точек*.

Устройство управления $U^i \in \aleph_i$, расходуя энергию, содержащуюся в резервуаре $E^i \in \aleph_i$, формирует эффекторную траекторию, устремляющую к максимуму *целевую функцию времени жизни* (*экзистенции*) агента \aleph_i :

$$\tau^i(w^i(f^i)) \xrightarrow{f^i = u^i(r^i) \in \mathbf{F}^i, e^i \leq c(E^i), e^i(w_{\tau_c}^i) > 0 \Rightarrow \exists \aleph_i, e^i(w_{\tau_c}^i) = 0 \Rightarrow \nexists \aleph_i} \max.$$

Будем считать, что агенты \aleph_i , реализующие вычислительный цикл a^{ih} с целью решения этой задачи, относятся к классу *экзистенциальных вычислителей* \mathfrak{E} (*э-вычислители*), являющемуся подклассом класса агентных вычислителей \mathbf{A} .

Примем, что *функция состояний* агента \aleph_i

$$s^i(r^i) = s_{\tau_1}^{i\tau_c^{\max}} = \left(s_{1\tau_{x_1}}^i, s_{2\tau_{x_2}}^i, \dots, s_{j\max_{\tau_{x_j}}^{\max}}^i \right): \mathbf{R}^i \rightarrow \mathbf{S}^i, s_{j\tau_{x_j}}^i = s^i \left(r_{\tau_{x_k-y}}^{ij\tau_{x_k}} \right)$$

размечает сенсорное пространство \mathbf{R}^i , ставя в соответствие отрезкам сенсорных траекторий $r_{\tau_{x_k-y}}^{ij\tau_{x_k}}$ (для которых введен верхний индекс номера состояния j), некоторым состояниям $s_{j\tau_{x_j}}^i$. Выполняя такую разметку, функция состояний задает *пространство состояний* \mathbf{S}^i системы «интеллектуальный агент – реальная среда» на базе реализации *когнитивного процесса*. Последовательности состояний $s_{j\tau_{x_j}}^i$ задают *траектории состояний* $s_{\tau_{x_1}}^{i\tau_{x_2}}$ агента \aleph_i в пространстве \mathbf{S}^i .

Функция разметки состояний агента \aleph_i

$$p_{\tau_1}^{i\tau_c^{\max}} = \left(p_{1\tau_{x_1}}^i, p_{2\tau_{x_2}}^i, \dots, p_{d\max_{\tau_{x_d}}^{\max}}^i \right) = p^i(s^i): \mathbf{S}^i \rightarrow \mathbf{P}^i,$$

$$p_{d\tau_{x_d}}^i = p^i \left(s_{\tau_{x_k-y}}^{i\tau_{x_k}} \right), s_{j\tau_{x_k}}^i = s^i \left(r_{\tau_{x_l-m}}^{ij\tau_{x_l}} \right), r_{\tau_{x_l}}^{ij} = r^i \left(w_{\tau_{x_l}}^i \right), w_{\tau_{x_l}}^i \in W^{i\text{ex}}$$

определяет *проблемы* $p_{d\tau_{x_d}}^i$, которые принадлежат *пространству проблем* \mathbf{P}^i агента \aleph_i . Последовательность проблем $p_{d\tau_{x_d}}^i$ задает некоторые части *траектории проблем (потока проблем)* $p_{\tau_{x_1}}^{i\tau_{x_2}}$ агента в пространстве проблем \mathbf{P}^i .

Выделим подкласс *когнитивных вычислителей* \mathbf{K} (*к-вычислители*) класса экзистенциальных вычислителей \mathfrak{E} , включающий в себя такие вычислители, закон управления которых может быть представлен в виде функции φ^i вида:

$$f^{ih} = u^i(r^{ih}) = \varphi^i \left(p^i \left(s^i(r^{ih}) \right) \right).$$

В *эпизодической, динамической, неопределенной, частично наблюдаемой среде* $W^{-\aleph_i}$ агент \aleph_i не может наблюдать все состояния s^{ih} , формирующие проблему $p_{d\tau_{x_d}}^{ih}$. Будем считать, что *функция ретропроактивного моделирования*

$$m^i(s^{ih}) = \{ p^{ih} \cup p_k^{ih\mathfrak{E}} \mid \forall p_k^{ih\mathfrak{E}} \in P^{ih\mathfrak{E}} \}$$

возвращает множество отрезков траекторий частично наблюдаемой проблемы p^{ih} и возможных целей $p_k^{ih\mathfrak{E}}$, связанных с переходом к состояниям агента \aleph_i , в которых эта проблема будет решена.

В классе к-вычислителей зададим подкласс *ретропроактивных вычислителей* \mathbf{T} (*т-вычислители*), таких, что их закон управления может быть представлен в виде:

$$f^{ih} = u^i(r^{ih}) = \varphi^i \left(m^i \left(p^i \left(s^i(r^{ih}) \right) \right) \right).$$

Будем считать, что *функция выбора цели* агента \aleph_i

$$p_k^{ih\mathfrak{E}^*} = g^i(m^i) = \max \{ e^i(p_k^{ih\mathfrak{E}}), \forall p_k^{ih\mathfrak{E}} \in P^{ih\mathfrak{E}} \}$$

возвращает цель $p_k^{ih\Xi^*}$, являющуюся субоптимальной по ожидаемому в будущем значению функции разметки, а функция синтеза решений агента \aleph_i

$$a^i(p^{ih}, p_k^{ih\Xi^*}) = \left\{ \begin{array}{l} f_l^{ihk\Xi} | \\ p^{ih} = p^i(s^i(r^{ih})) \wedge f_l^{ihk\Xi} = (u^i(r^{ih})) \Rightarrow \\ \Rightarrow p_k^{ih\Xi^*} = p^i(s^i(r^i(w^i(f_l^{ihk\Xi})))) \end{array} \right\}$$

возвращает набор решений (алгоритмов) – частей эффлекторной траектории $f_l^{ihk\Xi}$, в результате реализации которых система «агент – среда» переходит из проблемной ситуации p^{ih} в целевое состояние $p_k^{ih\Xi^*}$.

Примем, что функция выбора решений агента \aleph_i

$$f_l^{ihk\Xi^*} = c^i(a^i(p^{ih}, p_k^{ih\Xi^*})) = \max\{e^i(p_k^{ih\Xi^*}), \forall f_l^{ihk\Xi}\}$$

возвращает решение $f_l^{ihk\Xi^*}$ проблемы p^{ih} , переводящее агента \aleph_i в целевое состояние $p_k^{ih\Xi^*}$, такое, что оценка $e^i(p_k^{ih\Xi^*})$ становится максимальной.

Внутри класса τ -вычислителей выделим подкласс *автодетерминированных вычислителей* \mathcal{D} (δ -вычислители), чей закон управления может быть представлен в виде:

$$f^{ih} = u^i(r^{ih}) = c^i\left(a^i\left(g^i\left(m^i\left(p^i\left(s^i(r^{ih})\right)\right)\right)\right)\right).$$

Внутри класса \mathcal{D} выделим класс *самообучаемых вычислителей* \mathcal{O} (o -вычислители), которые самостоятельно (с помощью устройства управления U^i , рассеивая энергию из резервуара E^i) генерируют закон управления на всем интервале своего времени жизни, используя функция обучения

$$u_{\tau d_k}^{i\tau d_{k+1}}(r^i) = l^i(u_{\tau_1}^{i\tau d_{k-1}}(r^i), r^i, f^i, e^i), U^i \in P_i \in \aleph_i, E^i \in P_i \in \aleph_i,$$

$$u^i(r^i) = \left\{ \begin{array}{l} u_{\tau d_k}^{i\tau d_{k+1}}(r^i) | k = \overline{[1, \dots, k^{\max}]}, u_{\tau d_k}^{i\tau d_k}(r^i) = u_{\tau d_k}^{i\tau d_k+c}(r^i), \\ c = \overline{[1, \dots, d_{k+1} - d_k]} \end{array} \right\},$$

задающую процесс изменения закона управления на шагах дискретного времени $[\tau_{d_k}; \tau_{d_{k+1}}]$, на каждом из которых он имеет вид $u_{\tau d_k}^{i\tau d_{k+1}}(r^i)$.

В силу *стохастичности* и *неопределенности* среды $W^{-\aleph_i}$ в потоке проблем $p_{\tau_1}^{i\tau c^{\max}}$ на шаге времени τ_c только некоторые проблемы $p_{h\tau_x}^{\text{iont}} \in \mathbf{P}_{\tau_c}^{\text{iont}} \in \mathbf{P}^i$ уже *онтологизированы*, т.е.:

$$\forall p_{h\tau_x}^{\text{iont}} \in \mathbf{P}_{\tau_c}^{\text{iont}}: \exists a_{k\tau_x}^{ih} \in \mathbf{A}_{\tau_c}^i, a_{k\tau_x}^{ih} = u_{k\tau_x}^{ih}(p_{h\tau_x}^{\text{iont}}):$$

$$p_h^{\text{iont}} \rightarrow a_k^{ih}, f_{l\tau_x}^{ihk\Xi^*} = c^i(a^i(p_{h\tau_x}^{\text{iont}}, p_k^{ih\Xi^*})),$$

где $u_{k\tau_x}^{ih}(p_{h\tau_x}^{\text{iont}})$ – *локальный* (для проблемы $p_{h\tau_x}^{\text{iont}}$) *закон управления*, область определения которого $\mathbf{p}_h^{\text{iont}} = \{p_{h\tau_x}^{\text{iont}} | \tau_x \in [\tau_1, \dots, \tau_{c^{\max}}]\}$ представляет собой множество точек потока проблем, в которых в качестве текущей проблемы агент \aleph_i определяет проблему $p_{h\tau_x}^{\text{iont}}$, а область значений $\mathbf{a}_{k\tau_x}^{ih} = \{a_{k\tau_x}^{ih} | \tau_x \in [\tau_1, \dots, \tau_{c^{\max}}]\}$ – это множество т.н. *специальных*

алгоритмов $a_{k\tau_x}^{ih}$ решения проблемы $p_{h\tau_x}^{iont}$, которые имеются в распоряжении агента \aleph_i на шаге времени τ_x , являющееся частью

$$\mathbf{A}_{\tau_c}^i = \{a_{k\tau_x}^{ih} \mid \forall k, \forall p_{h\tau_x}^{iont} \in \mathbf{P}_{\tau_c}^{iont}\} \in K^i$$

– множества всех таких алгоритмов, \mathbf{P}^{iont} – множество онтологизированных проблем. Будем считать, что $p_{h\tau_x}^{iont} \neq p_{h\tau_y}^{iont}$ и $a_{k\tau_x}^{ih} \neq a_{k\tau_y}^{ih}$ в силу того, что во всем периоде жизни агента \aleph_i и проблемы, и алгоритмы модифицируются на основе обучения.

Остальные проблемы $p_{h\tau_x}^{inon} \in \mathbf{P}_{\tau_c}^{inon} \in \mathbf{P}^i$ в потоке $p_{\tau_1}^{i\tau_c \max}$ агенту \aleph_i на шаге времени τ_c не известны (не онтологизированы), т.е.:

$$\forall p_{h\tau_x}^{inon} \in \mathbf{P}_{\tau_c}^{inon}: \nexists a_{k\tau_x}^{ih} \in A^i, a_{k\tau_x}^{ih} = u_{k\tau_x}^{ih}(p_{h\tau_x}^{iont}),$$

где $\mathbf{P}_{\tau_c}^{inon}$ – все проблемы в потоке $p_{\tau_1}^{i\tau_c \max}$, не онтологизированные на шаге τ_c . Для эффективного функционирования агента \aleph_i требуется, чтобы коэффициент новизны среды $W^{-\aleph_i}$ для агента \aleph_i

$$k_{\aleph_i \tau_c}^{W^{-\aleph_i}} = |\mathbf{P}_{\tau_c}^{inon}| / |\mathbf{P}_{\tau_c}^{iont}| \xrightarrow{\tau_c \rightarrow \tau_c \max} 0$$

приближался к нулю с увеличением времени функционирования агента. Чтобы коэффициент $k_{\aleph_i \tau_c}^{W^{-\aleph_i}}$ уменьшался, средняя скорость $v_{\tau_c}^{\aleph_i}(p_{h\tau_x}^{inon})$ появления неонтологизированных проблем $p_{h\tau_x}^{inon}$ в потоке $p_{\tau_1}^{i\tau_c \max}$

$$v_{\tau_c}^{\aleph_i}(p_{h\tau_x}^{inon}) = |\mathbf{P}_{\tau_c}^{inon}| / (\tau_c \max - \tau_1) < v_{\tau_c}^{\aleph_i}(a_{k\tau_x}^{ih}) = |\mathbf{A}_{\tau_c}^i| / (\tau_c \max - \tau_1)$$

должна быть не больше средней скорости процесса онтологизации проблем $p_{h\tau_x}^{iont}$. Такого соотношения агент \aleph_i может достичь с помощью синтеза специальных алгоритмов идентификации и решения этих проблем $a_{k\tau_x}^{ih}$ метаалгоритмами $a_{k\tau_x}^{ihM} \in \mathbf{A}_{\tau_c}^{iM}$, которые реализуют функции

$$a_{k\tau_x}^{ih} = u_{k\tau_x}^{ihM}(p_{h\tau_x}^{inon}) \in U^i, \mathbf{A}_{\tau_c}^i = \mathbf{A}_{\tau_c}^i \cup a_{k\tau_x}^{ih},$$

при вычислении которых и строятся специальные алгоритмы $a_{k\tau_x}^{ih}$. Здесь $\mathbf{A}_{\tau_c}^i$ – множество специальных алгоритмов $a_{k\tau_x}^{ih}$, а $\mathbf{A}_{\tau_c}^{iM}$ – множество метаалгоритмов $a_{k\tau_x}^{ihM}$ синтеза таких специальных алгоритмов.

Внося соответствующие поправки в закон управления $f^{ih} = u^i(r^{ih})$ и вышеприведенную оптимизационную задачу:

$$f^i = u^{iMa}(r^i) = f^{ih}, \forall p_{h\tau_x}^i \in p_{\tau_1}^{i\tau_c \max},$$

$$f^{ih} = u^{iMa}(p_{h\tau_x}^i) = \begin{cases} u_{k\tau_x}^{ih}(p_{h\tau_x}^i), \exists a_{k\tau_x}^{ih} \in \mathbf{A}^i \\ u_{k\tau_x}^{ihM}(p_{h\tau_x}^i), \nexists a_{k\tau_x}^{ih} \in \mathbf{A}^i, p_{h\tau_x}^i = p^i(s^i(r_{h\tau_x-y}^{i\tau_x})) \end{cases},$$

$$\forall x, \forall y, \forall h, \tau^i(w^i(f^i)) \xrightarrow{f^i = u^{iMa}(r^i) \in \mathbf{F}^i, e^i \leq c(E^i), e^i(w_{\tau_c}^i) > 0 \Rightarrow \exists \aleph_i, e^i(w_{\tau_c}^i) = 0 \Rightarrow \nexists \aleph_i} \max,$$

определим внутри класса о-вычислителей подкласс *метаалгоритмических вычислителей М* (*м-вычислители*), подчиняющихся этому закону управления с учетом необходимости решения такой задачи.

Зададим состояние коллективного агента (популяции агентов) $\aleph_{\tau_c}^{i\gamma} \left(\aleph_{1\tau_c}^{i(\gamma-1)}, \aleph_{2\tau_c}^{i(\gamma-1)}, \dots, \aleph_{j_{\max\tau_c}}^{i(\gamma-1)} \right)$ (коллективное состояние) на шаге τ_c как множество состояний агентов $\aleph_{j\tau_c}^{i(\gamma-1)} \in \bar{\pi}_{\tau_c}^{i\gamma}$ на этом шаге:

$$S_{i\tau_c}(s_{1\tau_c}^i, s_{2\tau_c}^i, \dots, s_{j_{\max\tau_c}}^i) = S^i(R_{\tau_c}^i), R^i = \left(r_{1\tau_c-x_1}^{i\tau_c}, r_{2\tau_c-x_2}^{i\tau_c}, \dots, r_{j_{\max\tau_c-x_j}^{i\tau_c}}^{i\tau_c} \right).$$

Верхние индексы $\gamma, \gamma - 1$ определяют т.н. *ранги* агентов, описывающие отношения вложенности агентов друг в друга.

Функция разметки коллективных проблем

$$P_{\tau_1}^{i\tau_c \max} = \left(P_{1\tau_{x_1}}^i, P_{2\tau_{x_2}}^i, \dots, P_{d_{\max\tau_{x_d \max}}}^i \right) = P^i \left(S^i(R^i) \right),$$

$$P_{d\tau_{x_d}}^i = \left\{ p_{k_1\tau_d}^{idh_{k_1}}, p_{k_2\tau_d}^{idh_{k_2}}, \dots, p_{k_{\max\tau_d}}^{idh_{k_{\max}}} \right\}, \aleph_{\tau_c}^{i\gamma} \ni \aleph_{d\tau_c}^{i\gamma} \left(\aleph_{k_1\tau_c}^{i(\gamma-1)}, \aleph_{k_2\tau_c}^{i(\gamma-1)}, \dots, \aleph_{k_{\max\tau_c}}^{i(\gamma-1)} \right)$$

определяет проблемы $P_{d\tau_{x_d}}^i$, интерпретируемые в качестве коллективных состояний некоторых коллективных агентов $\aleph_{d\tau_c}^{i\gamma} \in \aleph_{\tau_c}^{i\gamma}$, в которых все агенты ранга $\gamma - 1$ сталкиваются со значительными изменениями энергии. Здесь k_l – номер агента в популяции, h_{k_l} – номер локальной проблемы этого агента, связанной с коллективной проблемой $P_{d\tau_{x_d}}^i$. Будем считать, что агенты $\aleph_{k_l\tau_c}^{i(\gamma-1)} \in \aleph_{d\tau_c}^{i\gamma}$ обмениваются сообщениями $m_{ik_lz\tau_c}^{iqd}$, где i – номер популяции, d – номер коллективной проблемы, k_l – номер агента-отправителя сообщения, q – номер агента-получателя сообщения для координации своих действий при решении коллективной проблемы $P_{d\tau_{x_d}}^i$ с помощью перевода агента $\aleph_{d\tau_c}^{i\gamma}$ в целевое состояние:

$$P_{d\tau_{x_d+y}}^{i\Xi^*} = G^{i\gamma} \left\{ u_{k_1}^{i(\gamma-1)Ma} \left(r_{1\tau_c-x_{k_1}}^{i\tau_c} \right), u_{k_2}^{i(\gamma-1)Ma} \left(r_{2\tau_c-x_{k_2}}^{i\tau_c} \right), \dots, u_{k_{\max}}^{i(\gamma-1)Ma} \left(r_{k_{\max}\tau_c-x_{k_{\max}}}^{i\tau_c} \right) \right\} =$$

$$= \left\{ p_{k_1 h_{k_1}^o \tau_{x_d+y}}^{idh_{k_1} \Xi^*}, p_{k_2 h_{k_2}^o \tau_{x_d+y}}^{idh_{k_2} \Xi^*}, \dots, p_{k_{\max} h_{k_{\max}}^o \tau_{x_d+y}}^{idh_{k_{\max}} \Xi^*} \right\},$$

где $p_{k_l h_{k_l}^o \tau_{x_d+y}}^{idh_{k_l} \Xi^*}$ – локальное целевое состояние агента $\aleph_{k_l\tau_c}^{i(\gamma-1)}$, а $G^{i\gamma}$ – функция коллективного выбора цели $P_{d\tau_{x_d+y}}^{i\Xi^*}$ агента $\aleph_{d\tau_c}^{i\gamma}$.

Определим в классе м-вычислителей подкласс *коллективных вычислителей Л* (*л-вычислители*), закон управления вычислительным циклом которых может быть представлен в виде:

$$F^{i\gamma} = U^{i\gamma} = \Phi^{i\gamma} \left(P_{d\tau_{x_d}}^i, P_{d\tau_{x_d+y}}^{i\Xi^*} \right),$$

где $\Phi^{i\gamma}$ – вспомогательная функция.

Пусть интеллектуальный агент $\aleph_{\tau_{bi}}^{\imath\imath\tau e\text{imax}}$ (например, постановщик задачи, оператор) для решения проблемы $p_{h_i\tau_d}^{id}$ строит алгоритм:

$$a_{l_i\tau_d}^{idh_i} = u_{l_i\tau_d}^{idh_i}(p_{h_i\tau_d}^{id}), f_{l_i\tau_d}^{idh_i\Xi^*} = c^i \left(a^i \left(p_{h_i\tau_d}^{id}, p_{h_i^o\tau_{d+x}}^{idh_{li}\Xi^*} \right) \right), \exists \aleph_{k_q\tau_d}^{\imath(\imath-1)} \in \mathbb{L},$$

$$P_{d\tau_{x_d}}^i = \left\{ p_{h_i\tau_d}^{id}, p_{k_q h_{k_q}\tau_d}^{\imath id} \right\}, P_{d\tau_{x_d+y}}^{i\Xi^*} = \left\{ p_{h_i^o\tau_{d+x}}^{idh_{li}\Xi^*}, p_{k_q h_{k_q}^o\tau_{d+y}}^{\imath idh_{k_q} l_{k_q}\Xi^*} \right\},$$

$$a_{l_{k_q}\tau_d}^{\imath idh_{k_q}} = u_{l_{k_q}\tau_d}^{\imath idh_{k_q}} \left(p_{k_q h_{k_q}\tau_d}^{\imath id} \right), f_{l_{k_q}\tau_{x_d+y}}^{\imath idh_{k_q}\Xi^*} = c^{\imath i} \left(a^{\imath i} \left(p_{k_q h_{k_q}\tau_d}^{\imath id}, p_{h_{k_q}^o\tau_{d+y}}^{\imath idh_{k_q} l_{k_q}\Xi^*} \right) \right),$$

где $\aleph_{k_q\tau_d}^{\imath(\imath-1)}$ – агент из класса л-вычислителей, который в соответствии с алгоритмом $a_{l_i\tau_d}^{idh_i}$ для решения локальной проблемы $p_{h_i\tau_d}^{id}$ оператора $\aleph_{\tau_{bi}}^{\imath\imath\tau e\text{imax}}$ должен решить свою локальную проблему $p_{k_q h_{k_q}\tau_d}^{\imath id}$ при помощи алгоритма $a_{l_{k_q}\tau_d}^{\imath idh_{k_q}}$. Сделав это, он совместно с оператором решит и коллективную проблему $P_{d\tau_{x_d}}^i$, перейдя к целевым проблемам $P_{d\tau_{x_d+y}}^{i\Xi^*}$ при помощи генерации эффекторных траекторий $f_{l_i\tau_d}^{idh_i\Xi^*}$ и $f_{l_{k_q}\tau_{x_d+y}}^{\imath idh_{k_q}\Xi^*}$. Здесь \imath – индекс, обозначающий искусственное происхождение агента $\aleph_{k_q\tau_d}^{\imath(\imath-1)}$. Оператор $\aleph_{\tau_{bi}}^{\imath\imath\tau e\text{imax}}$ для привлечения агента $\aleph_{k_q\tau_d}^{\imath(\imath-1)}$ к совместному решению проблемы $p_{h_i\tau_d}^{id}$ при помощи функции языкового кодирования $\psi_l^{\imath icod}$ строит для этого агента задание, выраженное в сообщении

$$m_{iz\tau_d}^{\imath k_q dh_{k_q}} = \psi_l^{\imath icod} \left(P_{d\tau_{x_d}}^i, P_{d\tau_{x_d+y}}^{i\Xi^*}, a_{l_i\tau_d}^{idh_i}, a_{l_{k_q}\tau_d}^{\imath idh_{k_q}} \right),$$

раскодировав которое при помощи функции языкового декодирования $\psi_l^{k_q \text{dec}} \left(m_{iz\tau_d}^{\imath k_q dh_{k_q}} \right)$, агент $\aleph_{k_q\tau_d}^{\imath(\imath-1)}$ получает информацию о том, что он должен выполнить алгоритм $a_{l_{k_q}\tau_d}^{\imath idh_{k_q}}$ с целью перехода от проблемы $p_{k_q h_{k_q}\tau_d}^{\imath id}$ к проблеме $p_{h_{k_q}^o\tau_{d+y}}^{\imath idh_{k_q} l_{k_q}\Xi^*}$. Система «оператор – агент – среда» реализует коллективную траекторию:

$$F^{\imath\imath} = U^{\imath\imath} = \Phi^{\imath\imath} \left(P_{d\tau_{x_d}}^i, P_{d\tau_{x_d+y}}^{i\Xi^*} \right) = \left(f_{l_i\tau_d}^{idh_i\Xi^*}, f_{l_{k_q}\tau_{x_d+y}}^{\imath idh_{k_q}\Xi^*} \right).$$

В силу того, что вся информация приходит к агенту $\aleph_{k_q\tau_d}^{\imath(\imath-1)}$ во входном сенсорном потоке, можно записать:

$$p_{h\tau_d}^{\imath k_q dh_{k_q}} = p^i \left(s^i \left(r_{h\tau_d-g}^{i\tau_d}, \psi_l^{k_q \text{dec}} \left(m_{iz\tau_d}^{\imath k_q dh_{k_q}} \right) \right) \right),$$

где $p_{h\tau_d}^{nk_q dh_{kq}}$ – новая локальная проблема, решение которой детерминировано необходимостью выполнения задания $m_{iz\tau_d}^{vk_q dh_{kq}}$, принятого от оператора $\aleph_{\tau_b^i}^{v_i \tau_e^{imax}}$. Эту проблему агент $\aleph_{k_q \tau_d}^{ni(\gamma-1)}$ идентифицирует в своей системе управления на базе анализа сенсорной траектории $r_{h\tau_d-g}^{i\tau_d}$ и декодированных функцией $\psi_l^{k_q dec} \left(m_{iz\tau_d}^{vk_q dh_{kq}} \right)$ данных о $P_{d\tau_{x_d}}^i, P_{d\tau_{x_d+y}}^{i\Xi^*}, a_{l_i \tau_d}^{idh_i}, a_{l_{k_q} \tau_d}^{nidh_{kq}}$.

Построив при помощи функции p^i локальную проблему $p_{h\tau_d}^{nk_q dh_{kq}}$, агент $\aleph_{k_q \tau_d}^{ni(\gamma-1)} \in \mathbb{L}$ с помощью своего закона управления генерирует траекторию:

$$\begin{aligned} f_{j\tau_{x_d+y}}^{nidh_{kq} hl_{k_q} \Xi^*} &= \left(f_{j\tau_{x_d}}^{nidh_{kq} hl_{k_q} \Xi^*}, f_{l_{k_q} \tau_{x_d+y}}^{nidh_{k_q} \Xi^*} \right) = u^{nihMa} \left(p_{h\tau_d}^{nk_q dh_{kq}} \right) = \\ &= \begin{cases} u_{k_q \tau_x}^{nih} \left(p_{h\tau_d}^{nk_q dh_{kq}} \right), \exists a_{k_q \tau_d}^{nih} \in \mathbf{A}^{nk_q} \\ u_{k_q \tau_x}^{nihM} \left(p_{h\tau_d}^{nk_q dh_{kq}} \right), \nexists a_{k_q \tau_d}^{nih} \in \mathbf{A}^{nk_q} \end{cases}, \end{aligned}$$

где $f_{j\tau_{x_d+y}}^{nidh_{kq} hl_{k_q} \Xi^*}$ – общая эффекторная траектория, $f_{l_{k_q} \tau_{x_d+y}}^{nidh_{k_q} \Xi^*}$ – ее целевая часть, а $f_{j\tau_{x_d}}^{nidh_{kq} hl_{k_q} \Xi^*}$ – подготовительная часть общей траектории. Для того чтобы из текущего состояния $\aleph_{k_q \tau_d}^{ni(\gamma-1)}$ оператор $\aleph_{\tau_b^i}^{v_i \tau_e^{imax}}$ смог реализовать целевую часть, ему необходимо сначала исполнить подготовительную часть общей траектории.

Агент $\aleph_{k_q \tau_d}^{ni(\gamma-1)}$ при условии присутствия специального алгоритма $a_{k_q \tau_d}^{nih}$ решения проблемы $p_{h\tau_d}^{nk_q dh_{kq}}$ в базе знаний и алгоритмов (геноме) \mathbf{A}^{nk_q} использует выполняемую этим алгоритмом функцию $u_{k_q \tau_x}^{nih} \left(p_{h\tau_d}^{nk_q dh_{kq}} \right)$ для построения общей эффекторной траектории $f_{j\tau_{x_d+y}}^{nidh_{kq} hl_{k_q} \Xi^*}$. При условии отсутствия такого алгоритма агент $\aleph_{k_q \tau_d}^{ni(\gamma-1)}$ применяет метаалгоритмическую функцию $u_{k_q \tau_x}^{nihM} \left(p_{h\tau_d}^{nk_q dh_{kq}} \right)$ для того, чтобы создать специальный алгоритм $a_{k_q \tau_d}^{nih}$.

Таким же образом агент $\aleph_{k_q \tau_d}^{ni(\gamma-1)}$ действует и в случае, когда в процессе построения и выполнения общей эффекторной траектории $f_{j\tau_{x_d+y}}^{nidh_{kq} hl_{k_q} \Xi^*}$ в потоке $p_{\tau_d}^{k_q \tau_{x_d+y}}$ появляются новые проблемы $p_{h^b \tau_{x_d+y_b}}^{nk_q dh_{kq}}$, которые ведут к отклонению от целевой части траектории $f_{l_{k_q} \tau_{x_d+y}}^{nidh_{k_q} \Xi^*}$.

Соответственно, для построения и реализации эффекторной траектории $F^{i\gamma}$ оператору $\aleph_{\tau_b i}^{vi\tau_e i \max}$ требуется отправить агенту $\aleph_{k_q \tau_d}^{ni(\gamma-1)}$ сообщение $m_{iz\tau_d}^{vk_q dh_{k_q}}$. После этого все действия, необходимые для генерации общей эффекторной траектории $f_{j\tau_{x_d+y}}^{nidh_{k_q} hl_{k_q} \Xi^*}$, с учетом действий, необходимых для онтологизации, идентификации и решения проблем $p_{h^b \tau_{x_d+y_b}}^{nk_q dh_{k_q}}$, искусственный интеллектуальный агент должен выполнить самостоятельно.

Агента $\aleph_{k_q \tau_d}^{ni(\gamma-1)} \in \mathbb{L}$, закон управления которого имеет вид:

$$f_{j\tau_{x_d+y}}^{nidh_{k_q} hl_{k_q} \Xi^*} = u^{nihMa} \left(p_{h\tau_d}^{nk_q dh_{k_q}} \right),$$

будем называть *агентом универсального искусственного интеллекта* (универсальным искусственным интеллектом (УИИ)). Таких агентов будем относить к формальному классу \mathbf{H} (н-вычислители).

2. ЗАДАЧА МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЗНАНИЯ АГЕНТА УНИВЕРСАЛЬНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Исходя из вышеизложенного, опираясь на принятое определение, задачу имитационного моделирования сознания агента универсального интеллекта в реальной среде будем рассматривать как задачу создания нейрокогнитивной системы управления нейрокогнитивной системой управления движением такого агента в пространстве его поведения.

Можно предположить, что основная функция сознания интеллектуального агента, интерпретируемого таким образом, состоит в управлении выбором вариантов фрагментов его будущей траекторий в пространстве поведения, синтезируемых функциональными системами нейрокогнитивной архитектуры нижнего уровня (подсознания) этого агента, формировании плана чередования последовательности таких фрагментов исходя из критериев оптимизации сложной целевой функции.

Из этой гипотезы, в частности, вытекает, что имитационная модель мультиагентных нейрокогнитивных пьес в «картезианском театре» сознания должна учитывать цели и способы оптимального решения задачи синтеза кусочной (по составу задач) траектории движения агента универсального искусственного интеллекта в пространстве поведения. Решению этой же задачи должны быть посвящены структурно-функциональные модели всех сенсоров и эффекторов нейрокогнитивной архитектуры сознания. Так как объектом их наблюдения и управления является нейрокогнитивная архитектура подсознания интеллектуального агента, будем, соответственно, называть их *психосенсорами* и *психоэффекторами*. В частности, состав и функции психоэффекторов, приведенных на рисунке 1, должны быть детерминированы задачами редактирования графа проблем и решений интеллектуального агента, должны позволять добавлять и удалять его элементы, выполнять их разметку маркерами предпочтений (верить, считать невыполнимыми, невероятными и т.п.), рекомбинировать с частями других графов и т.д.

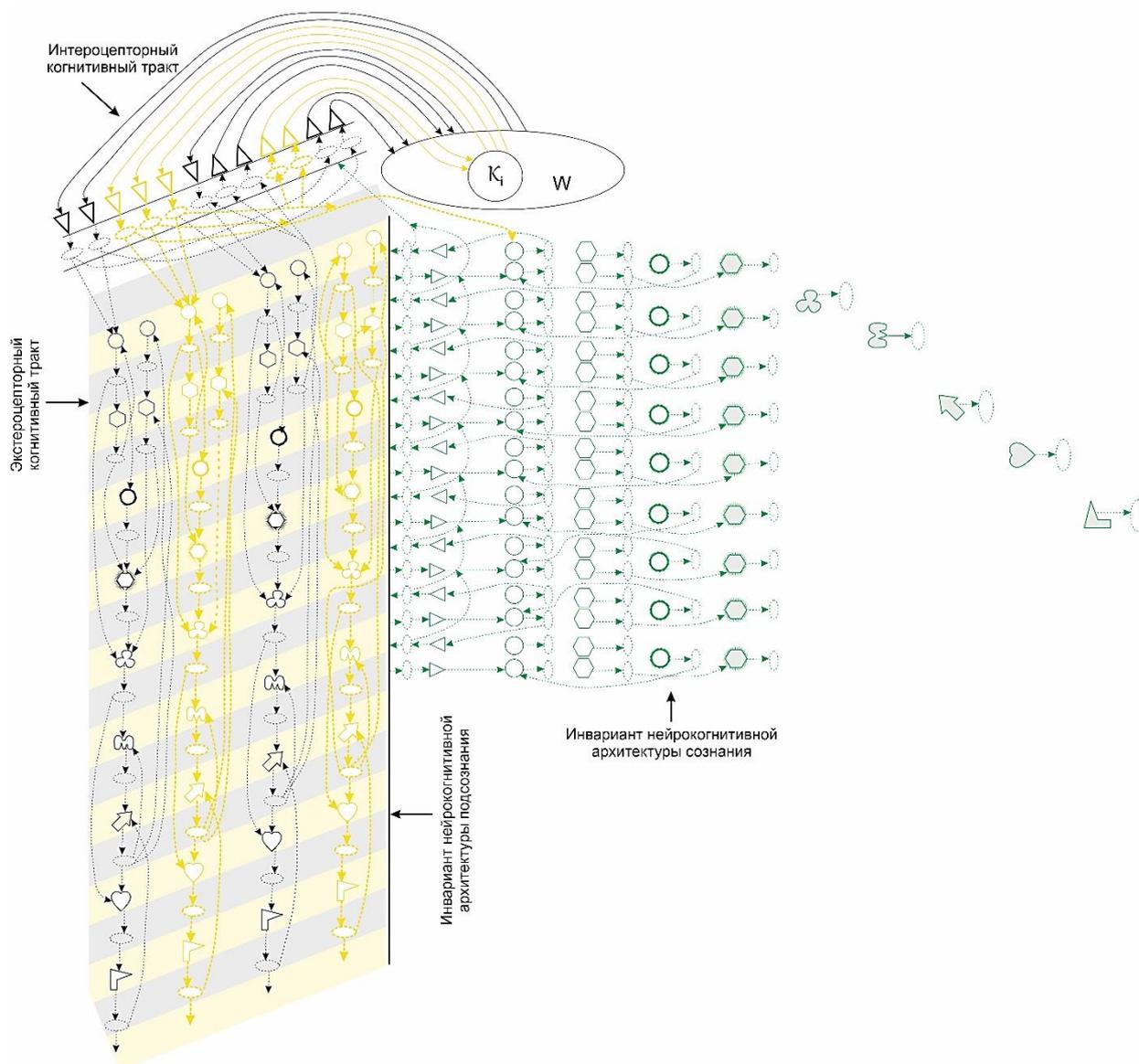


Рис. 1. Схема взаимодействия нейрокогнитивных архитектур подсознания и сознания агента универсального искусственного интеллекта

Fig. 1. Interaction scheme of neurocognitive architectures of subconscious and consciousness of an agent of universal artificial intelligence

Таким образом, инвариант нейрокогнитивной архитектуры сознания должен реализовывать контур управления субоптимальным выбором альтернатив составных частей проблемы и ее решения, распределенных по инварианту нейрокогнитивной архитектуры нижнего уровня, автономно синтезируемых нейрокогнитонами в ее составе.

3. ГИПОТЕЗА О СТРУКТУРЕ СОЗНАНИЯ АГЕНТА УНИВЕРСАЛЬНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

С целью разработки метафоры проектирования имитационной модели сознания агента универсального искусственного интеллекта предлагается включить в состав такой модели нейрокогнитивную модель собственного «Я» этого агента, состоящую из четырех взаимодействующих компонентов: нейрокогнитивная модель внешней среды, построенная на

основе экстероцепторного потока данных (экстероцепторная модель реальности); нейрокогнитивная модель своего «тела», построенная на основе интероцепторного потока данных (интероцепторная модель); нейрокогнитивная модель своей мыслительной деятельности, построенная на основе данных психоцепторного потока данных (психоцепторная модель); нейрокогнитивная вербальная модель, построенная на основе функционального представительства в управляющей нейрокогнитивной архитектуре интеллектуального агента феноменологии описания мыслительной деятельности средствами естественного языка, созданными при интерактивном взаимодействии в различных коммуникативных контекстах и ситуациях (рис. 2).

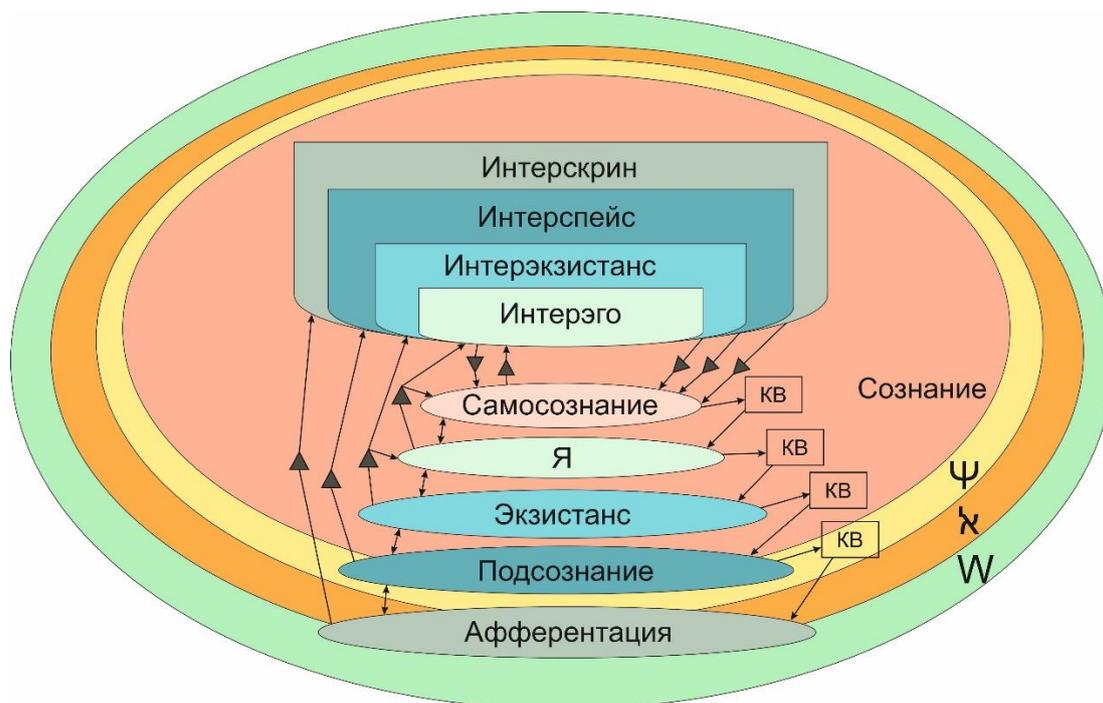


Рис. 2. Четырехкомпонентная модель собственного «Я» агента универсального искусственного интеллекта и гетерогенные потоки данных

Fig. 2. Four-component model of the agent's own "I" of universal artificial intelligence and heterogeneous data flows

На рисунке 2 приведена функциональная схема взаимодействия нейрокогнитивной модели «Я» интеллектуального агента с потоками интероцепторной, экстероцепторной и психоцепторной информации на основе метафоры проектирования нейрокогнитивного интерскрина и нейрокогнитивного интерспейса.

Нейрокогнитивным интерскрином (интерскрин) назовем функциональную систему, состоящую из агентов-нейронов, выполняющих мультиагентные пьесы, обеспечивающие синхронный избирательный доступ агентов-нейронов нейрокогнитивной архитектуры подсознания и агентов-нейронов нейрокогнитивной архитектуры сознания.

Нейрокогнитивным интерспейсом (интерспейс) назовем функциональную систему из агентов-нейронов, реализующих пьесы для обеспечения внутреннего представления (интериоризации – по Выготскому) проблемных ситуаций, в деревьях решений которых сознание ведет поиск фрагментов траекторий интеллектуального агента в пространстве состояний в прошлом, настоящем и будущем.

Часть интереспейса, описывающую мультиагентные факты, устанавливаемые нейрокогнитивной архитектурой интеллектуального агента на основании interoцепторных данных, назовем *нейрокогнитивным интерэкзистансом (интерэкзистанс)*.

Часть интерэкзистанса, описывающую мультиагентные факты, устанавливаемые нейрокогнитивной архитектурой интеллектуального агента на основе психоцепторных данных, назовем *нейрокогнитивным интерэго (интерэго)* этого агента.

Согласно нашей гипотезе, онтогенетическое развитие естественных интеллектуальных агентов универсального искусственного интеллекта начинается в условиях сформировавшихся в нейрокогнитивных архитектурах подсознания и сознания минимальных функциональных систем «Я», интереспейса, интерескрина, интерэкзистанса и интерэго, достаточных для того, чтобы в процессе жизни этого агента в реальной коммуникативной среде с помощью вышеописанных нейрогенетических функций и функций обучения выполнялась активная достройка этих подсистем, интерпретируемая как процесс формирования личности интеллектуального агента.

На рисунке 2 видно, что с интереспейсом симметричным образом взаимодействуют афферентный экстероцепторный тракт и *нейрокогнитивный конструктор воображения* – функциональная подсистема, обеспечивающая работу функциональных систем афферентных анализаторов на основе работы психоэффекторов, выполняющих команды инварианта нейрокогнитивной архитектуры сознания.

Как следует из рисунка 2, аналогичным образом взаимодействуют между собой нейрокогнитивный конструктор воображения, интерэкзистанс и афферентный interoцепторный тракт, а также конструкторы воображения, обозначенные на рисунке буквами *KB*, интерэго и афферентный психоцепторный тракт.

Именно использование интереспейса, интерескрина и интерэго позволяет сознанию варьировать альтернативы кусочных траекторий, интегрируя в единых графах проблемных ситуаций мультиагентные факты, воспринимаемые с помощью афферентных подсистем, и мультиагентные факты, воображаемые с помощью психоэффекторной стимуляции нейрокогнитивных конструкторов воображения.

Принципиальное значение для создания целостного восприятия действительности и себя в этой действительности имеет схема направлений потоков движения сигналов (сообщений) от различных частей нейрокогнитивных архитектур верхнего и нижнего уровней, отнесенных к подсознанию и сознанию. На рисунке 2 видно, что только самосознание имеет доступ к просмотру всех пьес, которые синхронно и на основании одних и тех же сигналов играют на сценах интерэго, интерэкзистанса, интереспейса и интерескрина, что и создает иллюзию целостности.

На рисунке 1 показана часть агентов-нейронов инварианта нейрокогнитивной архитектуры, обеспечивающих нейронное представительство структурно-функциональных компонентов подсознания и сознания, выделенных на рисунке 2. Однако это далеко не полный состав. Например, в качестве нейроморфного субстрата компонентов «афферентация» и «подсознание» должны выступать агенты-нейроны первичной апперцепции, топологические агенты-нейроны, агенты-нейроны-признаки (квалиативные агенты-нейроны), далее последовательно – концептуальные, событийные, эмоциональные, моделирующие агенты-нейроны.

Системная целесообразность доступности нейрокогнитивной структуре самосознания всех сцен множественного представления на разных уровнях картезианского театра состоит в обеспечении возможности комбинирования в единой субъективной реальности всех текущих локальных проблем и их деревьев, что необходимо для варьирования и обмена фрагментами

кусочных траекторий в воображении при решении задачи субоптимального синтеза непрерывной траектории интеллектуального агента в пространстве поведения.

Интеграция уровней представления обработанных сигналов позволяет привести афферентные экстероцепторные, интероцепторные и психоцепторные потоки к единому формату восприятия, что обеспечивает возможность комбинирования и синхронной актуализации модели реальности на базе действительных и воображаемых событий.

Принципиальное значение имеет двусторонняя связь конструкторов воображения с интерессистемами (интерэго, интерэкзистанс, интереспейс, интерскрин), позволяющая быстро переходить между сценами для уточнения моделей и перестройки контекстов.

Согласно нашей гипотезе, множественные процессы восприятия, синхронизируемые на сценах разных уровней, на которые попадают сигналы с различной глубиной нейрокогнитивной обработки, лежат в основе осознания осмысленности восприятия, являющегося неотъемлемой функциональной характеристикой сознания.

4. ГИПОТЕЗА ОБ ОНТОГЕНЕЗЕ НЕЙРОКОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ СОЗНАНИЯ АГЕНТА

Развивая идею о нейрокогнитивной архитектуре сознания как о структурно-функциональном комплексе управления выбором траекторий движения интеллектуального агента в пространстве поведения, и учитывая условия и трудности принятия решений в реальной среде, представляется конструктивной гипотеза о филогенезе этого комплекса, детерминированном эволюционным усложнением объекта управления.

В предложенной нами ранее концепции инварианта мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры для управления синтезом траектории идентификации и решения одной проблемы достаточно нижнего, подсознательного, уровня. Необходимость синтеза кусочной траектории в пространстве поведения возникает при переходе к многозадачным агентам, способным к субоптимальному распределению ресурсов при синхронном решении нескольких проблем.

Предположив, что в начальный момент жизни интеллектуальный агент оснащен еще и третьим уровнем нейрокогнитивной архитектуры, позволяющим управлять процессами в двух первых ее уровнях, получаем стартовую конфигурацию для экспериментов по онтогенетическому синтезу моделей сознания агента универсального искусственного интеллекта.

Применение нейрогенетических функций, метафункциональных систем и алгоритмов онтонейрогенеза [3, 10] позволяет синхронно обучать все компоненты сознания на всех уровнях нейрокогнитивной архитектуры, представленных на рисунке 2.

Кроме того, при взаимодействии в коммуникативном агенте универсального искусственного интеллекта как агента, относящегося к классу социальных вычислителей, получает всю необходимую информацию для освоения естественного языка [5], с помощью которого он уже может идентифицировать психические состояния и процессы.

Таким образом, индивидуальное развитие сопровождается достройкой нейроморфологического субстрата на всех уровнях управляющей нейрокогнитивной архитектуры интеллектуального агента, обеспечивая синтез и развитие образов мира, себя, себя в мире и мира в себе, – что представляет собой базовый функционал, без которого нельзя представить сознание.

Достройка образа «Я» происходит за счет мультиагентных фактов, построенных над интерцепторными и психоцепторными потоками. Массивы специализированных агентов-нейронов формируют в когнитивной архитектуре своего рода структурно-

функциональный субстрат настоящего, памяти и воображения, манифестация которого в контексте синтеза поведения интеллектуального агента обуславливает феноменологические проявления его психики.

Можно предположить, что к настоящему в подобной нейрокогнитивной архитектуре можно отнести феномены, которые пока находятся в процессе фактологизации (создания внутренних мультиагентных нейрокогнитивных фактов, элементов функциональных репрезентаций событий). В это время на сценах интерскрина и интерспейса идет демонстрация сигналов разной степени обработки. Гипотетически этот процесс должен завершаться с истечением времени жизни афферентных сообщений.

При этом факты и феномены психологической жизни, относящиеся к сценам интерэкзистанса и интерэго, диахронически в процессе индивидуального развития возникают раньше, поэтому процессы достройки и обучения нейроморфологического субстрата экзистанса, «Я» и самосознания в имитационной модели необходимо симулировать в первую очередь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения исследования дано формальное определение агента универсального искусственного интеллекта.

Предложена гипотеза о структурно-функциональной организации сознания универсального искусственного интеллекта на основе метафоры проектирования многокомпонентной мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры.

Разработаны некоторые принципы имитационного моделирования сознания агентов универсального искусственного интеллекта на основе контекстно-детерминированного развития управляющей нейрокогнитивной архитектуры в коммуникативной социальной реальной среде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Russell S., Norvig P.* Artificial Intelligence: A Modern Approach (AIMA). 2nd ed. Moscow: Williams, 2007. 1424 p.
2. *Goertzel B.* Artificial General Intelligence: Concept, State of the Art, and Future Prospects // *Journal of Artificial General Intelligence*. 5(1). 1–46. 2014. DOI: 10.2478/jagi-2014-0001
3. *Нагоев З. В.* Интеллектика, или Мышление в живых и искусственных системах. Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2013. 232 с.
4. *Нагоев З. В.* Мультиагентные экзистенциальные отображения и функции // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2013. № 4(54). С. 63–71. EDN: QZTFLX
5. *Нагоев З. В., Нагоева О. В.* Обоснование символов и мультиагентные нейрокогнитивные модели семантики естественного языка. Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2022. 150 с.
6. *Nagoev Z., Nagoeva O., Anchokov M. et al.* The symbol grounding problem in the system of general artificial intelligence based on multi-agent neurocognitive architecture. *Cognitive Systems Research*. 2023. Vol. 79. Pp. 71–84. DOI: 10.1016/j.cogsys.2023.01.002
7. *Nagoev Z., Pshenokova I., Nagoeva O., Sundukov Z.* Learning algorithm for an intelligent decision making system based on multi-agent neurocognitive architectures. *Cognitive Systems Research*. 2021. Vol. 66. Pp. 82–88. DOI: 10.1016/j.cogsys.2020.10.015
8. *Нагоев З. В.* Нейрокогнитивные отображения и функции для моделей нейроморфогенеза в системах управления интеллектуальных онтофилогенетических агентов // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2024. Т. 26. № 6. С. 188–196. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-6-188-196

9. *Нагоев З. В., Нагоева О. В., Макоева Д. Г., Гуртуева И. А.* Мультиагентный нейрокогнитивный алгоритм управления референцией речевых событий коммуникации агента общего искусственного интеллекта в ситуации синхронных множественных диалогов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 6(116). С. 193–209. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-193-209

10. *Нагоев З. В.* Онтонейроморфогенетическое моделирование // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2013. № 4(54). С. 56–63. EDN: QZTFLN

REFERENCES

1. Russell S., Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach (AIMA)*. 2nd ed. Moscow: Williams, 2007. 1424 p.

2. *Goertzel B.* Artificial General Intelligence: Concept, State of the Art, and Future Prospects. *Journal of Artificial General Intelligence*. 5(1). 1–46. 2014. DOI: 10.2478/jagi-2014-0001

3. *Nagoev Z.V.* *Intellektika, ili Myshleniye v zhivyykh i iskusstvennykh sistemakh* [Intellectics, or Thinking in Living and Artificial Systems]. Nalchik: Izdatel'stvo KBNTS RAN, 2013. 232 p. (In Russian)

4. *Nagoev Z.V.* Multi-agent existential mappings and functions. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2013. No. 4(54). Pp. 63–71. EDN: QZTFLX. (In Russian)

5. *Nagoev Z.V., Nagoeva O.V.* *Obosnovaniye simvolov i mul'tiagentnyye neyrokognitivnyye modeli semantiki yestestvennogo yazyka* [Justification of symbols and multi-agent neurocognitive models of natural language semantics]. Nalchik: Izdatel'stvo KBNTS RAN, 2022. 150 p. (In Russian)

6. *Nagoev Z., Nagoeva O., Anchokov M. et al.* The symbol grounding problem in the system of general artificial intelligence based on multi-agent neurocognitive architecture. *Cognitive Systems Research*. 2023. Vol. 79. Pp. 71–84. DOI: 10.1016/j.cogsys.2023.01.002

7. *Nagoev Z., Pshenokova I., Nagoeva O., Sundukov Z.* Learning algorithm for an intelligent decision making system based on multi-agent neurocognitive architectures. *Cognitive Systems Research*. 2021. Vol. 66. Pp. 82–88. DOI: 10.1016/j.cogsys.2020.10.015

8. *Nagoev Z. V.* Neurocognitive mappings and functions for neuromorphogenesis models in control systems of intelligent ontophylogenetic agents. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 6. Pp. 188–196. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-6-188-196. (In Russian)

9. *Nagoev Z.V., Nagoeva O.V., Makoeva D.G., Gurtueva I.A.* Multi-agent neurocognitive algorithm for controlling the reference of speech events of communication of an agent of general artificial intelligence in a situation of synchronous multiple dialogues. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 6(116). Pp. 193–209. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-193-209. (In Russian)

10. *Nagoev Z.V.* Ontoneuromorphogenetic modeling. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2013. No. 4(54). Pp. 56–63. EDN: QZTFLN. (In Russian)

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторе

Нагоев Залимхан Вячеславович, канд. техн. наук, генеральный директор Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

вед. науч. сотр. отдела «Мультиагентные системы», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

zaliman@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9549-1823>, SPIN-код: 6279-5857

Information about the author

Zalimkhan V. Nagoev, Candidate of Engineering Sciences, General Director of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

Leading Researcher, Department of Multi-Agent Systems Institute of Computer Science and Problems of Regional Management – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

zaliman@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9549-1823>, SPIN-code: 6279-5857

УДК 004.853

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-171-180

EDN: ZVKMKN

Задача обнаружения надводных объектов в условиях плохой видимости

Т. К. Нгуен[✉], М. Т. Нгуен

Российский технологический университет МИРЭА
119454, Россия, г. Москва, Проспект Вернадского, 78

Аннотация. Статья посвящена задаче обнаружения и распознавания надводных объектов по данным видеонаблюдения в условиях плохой видимости, таких как дождь, снег, туман, сумерки. Наряду с проблемой ухудшения видимости имеются и другие факторы, затрудняющие решение этой задачи: изменение формы и размера изображения при изменении расстояния до объекта наблюдения и угла обзора видеокамеры. Обсуждается один из подходов к проблематике обработки данных видеонаблюдения – он состоит в совместном применении двух технологий: модели глубокого обучения YOLO и дискретного вейвлет-преобразования изображений. Экспериментальные результаты показывают, что предложенный алгоритм достигает высоких показателей точности, что делает его подходящим для применения в системах видеомониторинга беспилотниками.

Ключевые слова: задача обнаружения объектов, YOLO, вейвлет-преобразование, надводные объекты, дроны, условие плохой видимости

Поступила 03.02.2025, одобрена после рецензирования 12.02.2025, принята к публикации 13.02.2025

Для цитирования. Нгуен Т. К., Нгуен М. Т. Задача обнаружения надводных объектов в условиях плохой видимости // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 1. С. 171–180. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-171-180

MSC: 68T07

Original article

The task of detecting overwater objects in poor visibility conditions

T.C. Nguyen[✉], M.T. Nguyen

MIREA – Russian Technological University
119454, Russia, Moscow, 78 Vernadsky avenue

Abstract. The article is devoted to the problem of detection and recognition of overwater objects from video surveillance data in poor visibility conditions, such as rain, snow, fog, twilight. Along with the problem of visibility degradation there are other factors that complicate the solution of this problem: changes in the shape and size of the image when changing the distance to the object of observation and the angle of view of the video camera. One of the approaches to the problem of video surveillance data processing is discussed – it consists in the joint application of two technologies: YOLO deep learning model and discrete wavelet image transformation. Experimental results show that the proposed algorithm achieves high accuracy and efficiency, which makes it suitable for application in drone video monitoring systems.

Keywords: object detection problem, YOLO, wavelet transform, overwater objects, drones, poor visibility condition

For citation. Nguyen T.C., Nguyen M.T. The task of detecting overwater objects in poor visibility conditions. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 1. Pp. 171–180. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-1-171-180

ВВЕДЕНИЕ

Обнаружение и распознавание надводных объектов в условиях плохой видимости представляет собой сложную задачу, сталкивающуюся с несколькими ключевыми проблемами. Во-первых, ухудшение видимости из-за осадков (дождя, снега, тумана), а также работа в сумерках. Во-вторых, изменение контура судна вследствие перемены угла обзора и расстояния также усложняет задачу идентификации. Например, с высоты птичьего полета судно будет выглядеть иначе, чем вблизи от видеокамеры [1]. В-третьих, возможна нехватка обучающих данных, собранных в условиях плохой видимости. Наконец, сложность алгоритмов обработки видеоданных также играет важную роль с точки зрения возможности их использования в реальном времени.

Для детекции надводных объектов по данным видеонаблюдения могут применяться сверточные нейронные сети (CNN) [2]. Большой интерес представляют исследования по применению вейвлет-нейронных сетей в области компьютерного зрения [3].

В настоящей статье обсуждаются вопросы детекции надводных объектов по данным видеонаблюдения на основе модели внимания.

АЛГОРИТМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ YOLO

YOLO – это передовая система обнаружения объектов в реальном времени. Благодаря широкому диапазону доступных вариантов можно выбрать версию, наиболее подходящую для ваших нужд. Например, Tiny YOLO – это самый «компактный» вариант, который может работать быстро даже на смартфонах или Raspberry Pi.

Самое большое преимущество модели YOLO, собственно, отражено в названии – You Only Look Once. Эта модель накладывает на изображение сетку, разделяя его на ячейки. Каждая ячейка пытается предсказать координаты зоны обнаружения с оценкой уверенности для этих полей и вероятностью классов. Затем оценка уверенности для каждой зоны обнаружения умножается на вероятность класса, чтобы получить окончательную оценку.

Сверточные НС находят применение для обнаружения объектов на изображениях. Существующие архитектуры таких НС можно разделить на две категории: одноэтапные (one-stage) и двухэтапные (two-stage).

В двухэтапных нейросетевых алгоритмах на первом этапе осуществляется поиск подозрительных зон на изображении, которые могут содержать интересующие нас объекты, а на втором этапе выполняется классификация зон, найденных на первом этапе. Среди двухэтапных алгоритмов детектирования объектов на изображении наиболее известны Fast-RCNN и Faster-RCNN.

Одноэтапные нейросетевые алгоритмы детектирования объектов на изображении сразу нацелены на обнаружение объектов и отличаются простотой и высокой скоростью работы. К алгоритмам данного вида относится YOLO (You Only Look Once). Основная идея YOLO заключается в том, что на входном изображении наносится сетка с фиксированным размером ячейки и осуществляется предсказание ограничивающих рамок – якорей всех объектов.

ВЕЙВЛЕТ-НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Поскольку растровое изображение является двумерным дискретным сигналом, то к нему применимы двумерные дискретные вейвлет-преобразования (DWT). В настоящее время вейвлеты широко применяются в области обработки растровых изображений, включая задачи фильтрации, реставрации и идентификации изображений.

Двумерное дискретное вейвлет-преобразование (DWT) получается в результате применения одномерного преобразования последовательно к строкам и столбцам изображения. Для изображения размером $M \times N$ пикселей DWT дает четыре не перекрывающихся поддиапазона с разным разрешением: LL, LH, HL и HH. Поддиапазон LL представляет более грубое приближение исходного изображения, охватывая его низкочастотные компоненты. Поддиапазоны HL, LH и HH в совокупности охватывают высокочастотные элементы изображения: поддиапазоны LH и HL регистрируют изменения изображения по горизонтальной и вертикальной осям соответственно, а поддиапазон HH – изменения изображения по диагонали.

Посредством вейвлетов решают задачу подавления шумовой части сигнала без ухудшений его качества с последующим восстановлением исходной формы сигнала. В этих вейвлет-технологиях находят применение вейвлеты Хаара. В настоящей работе мы используем вейвлеты с базисом Наар.

Развитие методов вейвлет-анализа изображений и CNN закономерно приводит к идее их интеграции. Здесь возможны два подхода: в первом исходное изображение подвергается вейвлет-преобразованию и затем применяется сеть CNN [4], а во втором вейвлеты интегрируют в структуру сети посредством вейвлет-нейронной сети [2].

В вейвлет-нейронных сетях (Wavelet Neural Networks, WNN) в качестве функции активации используются вейвлеты [4]. Такие нейронные сети обладают хорошими показателями скорости и качества обучения и получают все более широкое распространение.

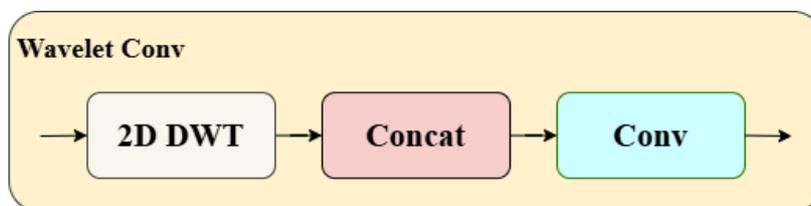


Рис. 1. Блок вейвлет-нейронных сетей

Fig. 1. Block of wavelet neural networks

После завершения вейвлет-преобразования данные проходят через сверточный слой, как показано на рисунке 1. Этот слой специально разработан для обработки увеличенного количества каналов, где количество входных каналов в четыре раза больше исходных. Это позволяет нейронной сети изучать признаки из различных поддиапазонов, используя информацию на разных частотах и с разных углов. В результате сеть способна обнаруживать признаки на разных масштабах – от мелких деталей до общей структуры объекта.

Вейвлет-нейронные преобразования предоставляют несколько важных преимуществ. Во-первых, они обеспечивают многомасштабный анализ, позволяющий сети обрабатывать информацию на разных уровнях детализации. Во-вторых, способность разделять информацию по частотам помогает сети лучше различать шум и полезную информацию. В-третьих, этот процесс создает форму естественного сжатия информации, уменьшая

сложность данных без потери важной информации. Наконец, значительно улучшается способность обнаружения признаков на разных масштабах, что способствует повышению эффективности сети в распознавании объектов разных размеров.

МЕХАНИЗМЫ ВНИМАНИЯ В КОМПЬЮТЕРНОМ ЗРЕНИИ

Концепция внимания в контексте нейронных сетей и глубокого обучения была представлена в статьях [5, 6]. Механизм позволяет моделям обращать внимание на разные части входных данных с различной степенью важности. Основная идея механизма внимания в компьютерном зрении состоит в том, чтобы научить систему фокусироваться на важной информации, обращать внимание и игнорировать нерелевантную информацию. Внедрение механизмов внимания позволило добиться значительных успехов в компьютерном зрении.

Сверточный модуль внимания (*convolutional block attention module*) применяется для задач детектирования объектов на изображениях. Компоновку данного модуля представляет рис. 2. Он состоит из двух последовательно применяемых подмодулей – канального (применяется ко всем каналам одного пикселя с изображения) и пространственного (применяется ко всему изображению с фиксированным каналом).

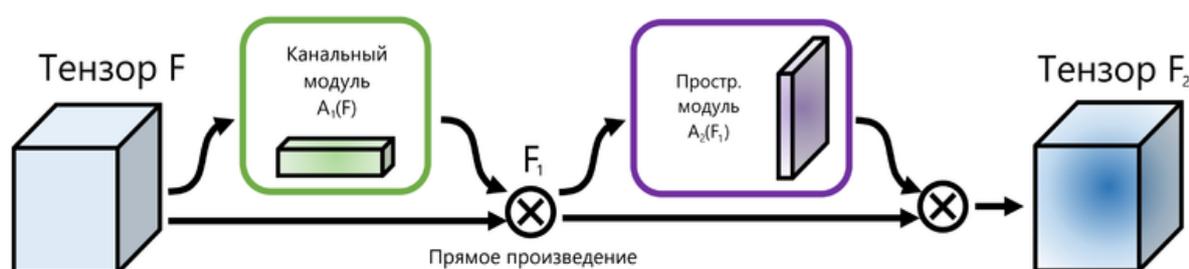


Рис. 2. Сверточный модуль внимания

Fig. 2. Convolutional attention module

Действие модуля иллюстрирует рис. 2. На вход блока подается множество признаков $F \in \mathbf{R}^{C \times H \times W}$, где C – число каналов, H – высота, W – длина изображения. Канальный подмодуль $A_1(F)$ принадлежит множеству $\mathbf{R}^{C \times 1 \times 1}$, а пространственный $A_2(F_1)$ принадлежит множеству $\mathbf{R}^{1 \times H \times W}$. Применение модуля можно описать соотношениями

$$F_1 = A_1(F) \otimes F, \quad F_2 = A_2(F_1) \otimes F_1. \quad (1)$$

Здесь символ \otimes обозначает поэлементное произведение, а тензоры $A_1(F)$ и $A_2(F_1)$ копируются вдоль недостающих измерений. F_1 – тензор после применения канального модуля внимания, F_2 – выходное множество признаков.

СВЕРТОЧНЫЕ СЕТИ WAVELET-ATTENTION

Сети CNN используются в задачах классификации изображений. Однако на эффективность их работы существенно влияют шум, помехи, условия плохой видимости и другие негативные факторы. В этой связи интерес представляют сверточные сети Wavelet-Attention (WA-CNN), также реализующие механизм внимания [8].

WA-CNN декомпозирует карты признаков на низкочастотные и высокочастотные компоненты. Низкочастотные компоненты хранят основную информацию, а высокоча-

стотные – детали и шум. Discrete Wavelet Transform (DWT) применяется в обработке изображений и может быть интегрирован в CNN. DWT используется для подавления шума и сохранения структур признаков.

WA-CNN использует WA блок для получения детальной информации, содержащейся в высокочастотных компонентах.

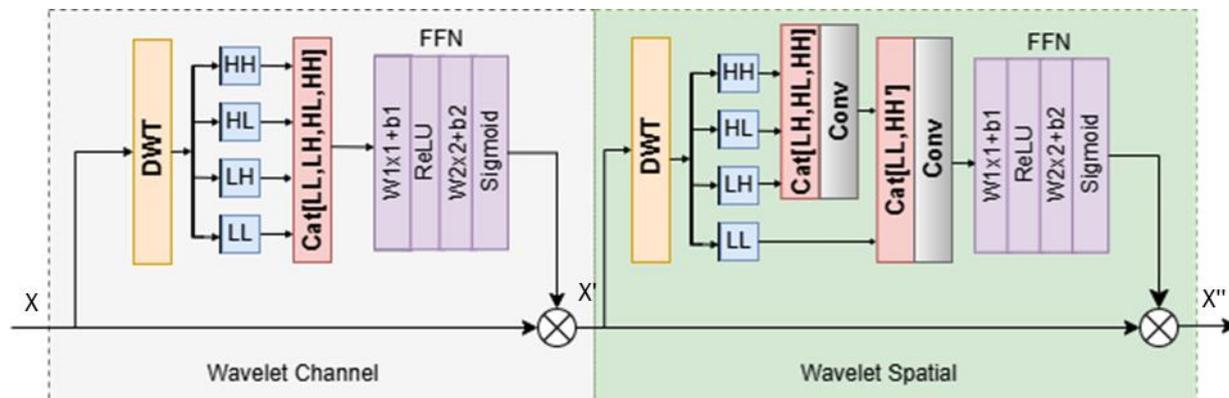


Рис. 3. Структура Wavelet Attention

Fig. 3. Wavelet Attention structure

Wavelet-Attention состоит из двух основных компонентов: модуля Wavelet Channel (WC) и модуля Wavelet Spatial (WS). Мы используем следующие обозначения: X является входом, который может быть либо исходным изображением, либо его отображением. X' обозначает выход WC, а X'' – выход WS.

Модуль WC использует статистическую информацию, полученную из высоко- и низкочастотных характеристик поддиапазонов, разложенных с помощью DWT. Впоследствии статистические признаки получают путем агрегирования коэффициентов вышеупомянутых поддиапазонов.

Суть WC заключается в том, чтобы путем точных вычислений присваивать различные веса признакам из разных каналов вследствие чего элементы с более высокой значимостью оказывают большее влияние. Интеграция с вейвлет-технологией позволяет механизму внимания работать на более детальном уровне, что еще больше повышает эффективность подхода, основанного на канальном внимании.

А модуль WS использует преимущества как высокочастотных, так и низкочастотных компонентов сигнала. В процессе работы модуля происходит объединение высокочастотных поддиапазонов (LH, HL, HH) для формирования нового представления высокочастотных признаков, обозначаемого как HH'. Полученная пара поддиапазонов LL и HH' концептуально аналогична паре результатов среднего и максимального объединения, используемых в традиционных механизмах WS. Для восстановления исходной размерности признакового пространства объединенный результат LL и HH' пропускается через транспонированный сверточный слой. Завершающим этапом, как и в модуле WC, является применение механизма FFS (Feed Forward Network) перед формированием выходного сигнала.

Благодаря одновременным преимуществам высокой точности и скорости мы приняли YOLOv8 [7] в качестве базового алгоритма, показанного на рисунке 4. При этом заменили класс Conv, который имеет блок Conv2d с размером stride 2, на Wavelet Conv и добавили еще 3 модели Wavelet Attention, как показано на рис. 4.

Кроме классов Wavelet Conv и Wavelet Attention, архитектура сети включает в себя классы C2f и SPPF, подробнее структуры представлены на рис. 4.

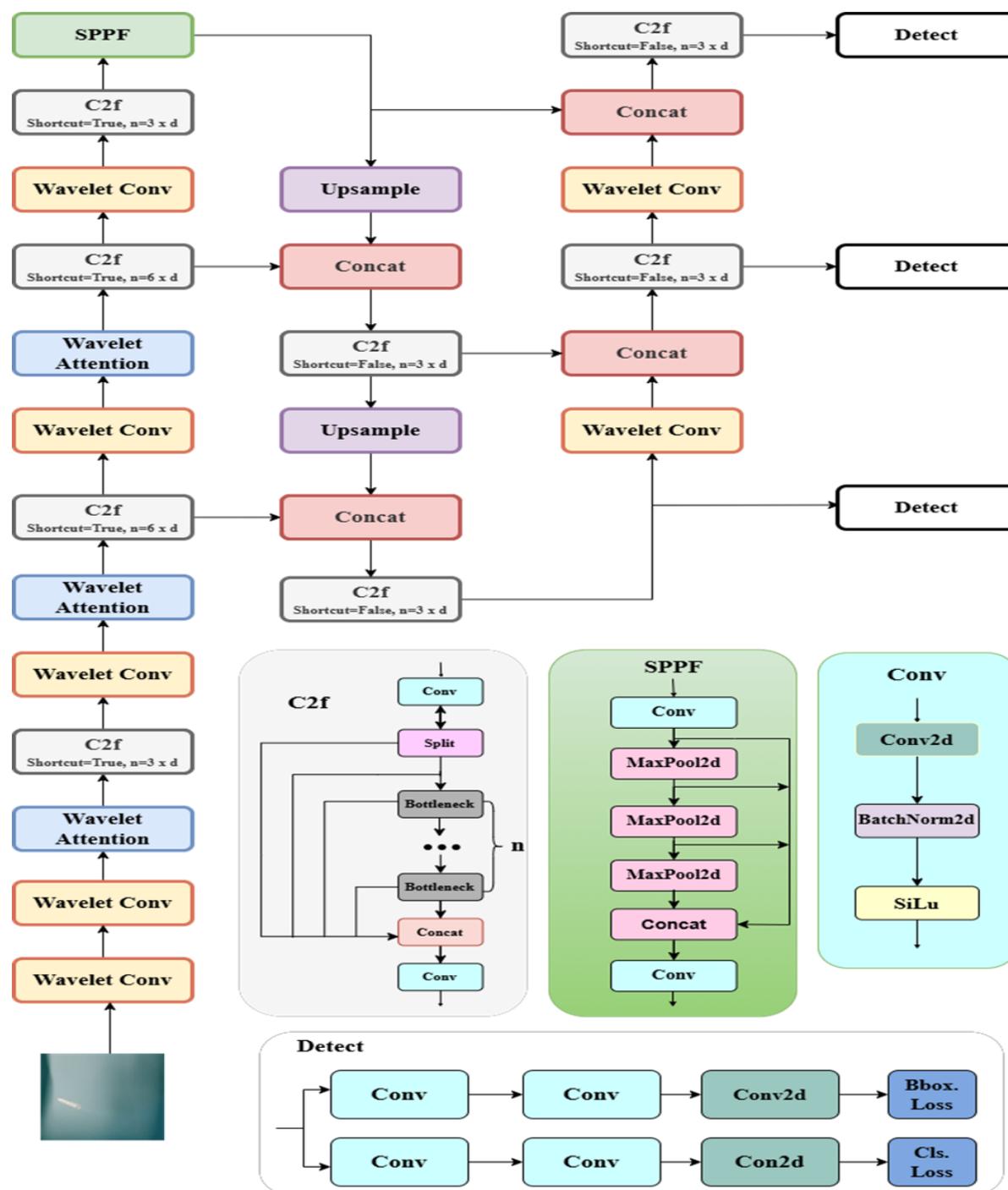


Рис. 4. Архитектура нейронных сверточных сетей с вейвлет-преобразованием

Fig. 4. Architecture of neural convolutional networks with wavelet transform

C2f (Cross Stage Partial Network – Faster) в этой архитектуре используется как важный компонент основы для эффективной обработки и извлечения признаков. В частности, C2f работает путем разделения входного потока на две ветви: одна ветвь проходит через серию блоков bottleneck, повторяющихся n раз для изучения сложных признаков, в то время как

другая ветвь проходит напрямую для сохранения исходной информации, после чего обе ветви объединяются. В модели блоки C2f настроены с различными параметрами, такими как `shortcut=True/False`, для управления короткими соединениями и `n=3xd` для определения количества повторений Bottleneck, что помогает сбалансировать сложность модели и способность извлечения признаков, одновременно оптимизируя скорость обработки по сравнению с традиционной версией CSP. Такая конструкция не только значительно снижает вычислительные затраты, но и сохраняет способность к изучению различительных признаков, что особенно полезно при обработке признаков из Wavelet Conv и подготовке их для последующих этапов детектирования.

А SPPF (Spatial Pyramid Pooling Fast) в YOLOv8 играет важную роль в улучшении способности модели к обнаружению объектов. Он позволяет модели обрабатывать пространственные характеристики на разных масштабах, что помогает более эффективно обнаруживать объекты, особенно в ситуациях с разнообразными размерами объектов. SPPF уменьшает размер входных данных, собирая информацию из различных областей изображения, не теряя при этом важные детали. Используя уровни пулинга, SPPF объединяет извлеченные характеристики с разных размеров, создавая более обобщенный выход. Это не только улучшает точность обнаружения объектов, но и оптимизирует время и ресурсы вычислений, что делает YOLOv8 более эффективным.

Основные преимущества такого подхода заключаются в следующем. Во-первых, интеграция вейвлет-преобразований позволяет эффективно разделять изображение на частотные поддиапазоны, сохраняя важные детали, такие как границы объектов, даже в условиях низкого разрешения. Это особенно полезно для обнаружения неопознанных объектов, которые часто теряются при использовании традиционных методов свертки и пулинга. Во-вторых, предложенный Wavelet-Attention использует информацию из частотных поддиапазонов для улучшения как Wavelet Channel, так и Wavelet Spatial, что позволяет модели более эффективно фокусироваться на важных областях изображения. В-третьих, интеграция этих модулей в YOLOv8 значительно улучшает точность обнаружения, особенно для неопознанного объекта, а также сохраняет высокую скорость обработки.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В проведенных экспериментах решалась задача распознавания морских судов по их внешнему виду. В качестве базовой нейросети использовалась YOLOv8.

Рассматривались следующие типы судов: грузовые, военные, транспортные, круизные и нефтяные танкеры. Использовались аэрофотоснимки с БПЛА. Набор данных содержит 7000 изображений реальных судов 256×256 px в условиях плохой видимости (туман, дождь). Соотношение обучающего, тестового и проверочного множеств в экспериментальном наборе данных составляет $6 : 2 : 2$. Число эпох при обучении сети – 300.

Программно-аппаратные средства: ОС Windows 11, графической процесс NVIDIA GeForce RTX 3050, библиотека глубокого обучения PyTorch (Python 3.9, версии Torch – 3.7 и 1.11.0).

Для оценки эффективности алгоритмов обнаружения объектов использовались показатели mAP – средняя точность, точность (Precision – P), полнота (Recall – R), F1 – мера (взвешенное среднее между точностью и полнотой), а также FPS – кадры

в секунду. FPS – важный показатель для оценки скорости работы алгоритма обнаружения целей, который указывает на количество кадров в секунду, обрабатываемых алгоритмом обнаружения.

Precision – это показатель правильности предсказания, отражающий долю точно предсказанных исходов. Recall представляет собой отношение числа правильно идентифицированных категорий к общему числу категорий, присутствующих в тестовом наборе. Метрика mAP0.5 рассчитывает среднее значение точности по всем категориям с учетом порога IoU (intersection over union), равного 0,5. Она служит для оценки эффективности модели при определенном пороге IoU. С другой стороны, mAP0.5:0.95 обозначает среднее значение mAP при различных пороговых значениях IoU в диапазоне от 0,5 до 0,95 с шагом в 0,05. Эта комплексная метрика отражает производительность модели в диапазоне пороговых значений IoU, обеспечивая более широкую оценку ее точности. Показатель F1 основан на среднем значении точности и полноты модели. Его значение варьирует от 0 до 1, где значение ближе к 1 указывает на то, что модель имеет лучший баланс между точностью и полнотой. Если одно из значений P и R смещено в сторону 0, F1 также будет близок к 0, что указывает на плохую работу модели. При совместном рассмотрении значений P и R показатель F1 помогает оценить точность модели в предсказании положительных категорий и ее чувствительность к положительным категориям.

Результаты тестирования алгоритмов распознавания приведены в таблице 1. Они показывают, что предложенный алгоритм дает наилучшие результаты по скорости и точности обнаружения.

Таблица 1. Результаты тестирования алгоритмов обнаружения объектов

Table 1. Test results of object detection algorithms

| Алгоритм | mAP0.5 (%) | mAP0.5:0.95 (%) | P (%) | R (%) | F1 (%) | FPS |
|--------------|------------|-----------------|-------|-------|--------|-----|
| Faster R-CNN | 83.16 | 45.09 | 86.49 | 79.00 | 82.58 | 83 |
| RetinaNet | 80.08 | 42.20 | 80.88 | 74.47 | 77.54 | 58 |
| YOLOv5 | 85.87 | 49.43 | 86.53 | 80.51 | 83.41 | 120 |
| YOLOv7 | 86.54 | 50.35 | 87.24 | 83.69 | 85.43 | 98 |
| YOLOv8 | 89.15 | 54.47 | 89.3 | 86.73 | 88.00 | 131 |
| Наш алгоритм | 91.96 | 55.43 | 92.14 | 88.27 | 90.16 | 138 |

На рисунке 5 показаны кривые (P-R) для YOLOv5, YOLOv7, YOLOv8 и предложенного алгоритма. Кривые P-R представляют собой предсказания положительных образцов тестового набора при различных пороговых значениях. Чем больше площадь, занимаемая кривой P-R и осью координат, тем выше точность и отзыв алгоритма обнаружения. Приведенные данные показывают, что предложенный алгоритм в данной работе лучше, чем три алгоритма YOLOv5, YOLOv7 и YOLOv8 с точки зрения эффективности процесса обнаружения.

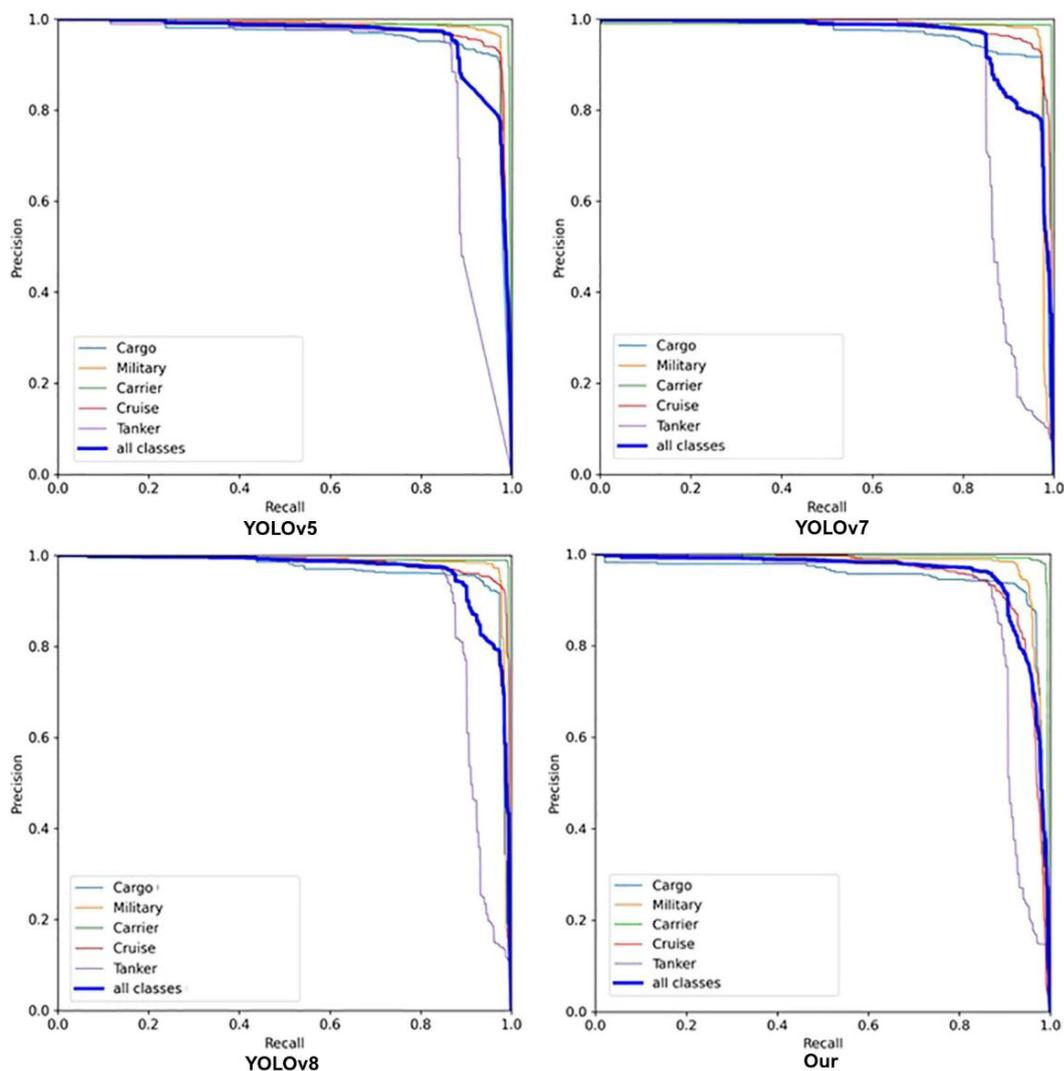


Рис. 5. Отношение значений P-R различных алгоритмов

Fig. 5. The ratio of P-R values of different algorithms

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье осуждается задача распознавания надводных объектов по данным видеонаблюдения. Предполагается, что видеонаблюдение осуществляется с бортовой камеры БПЛА в условиях плохой видимости. Предлагается новый алгоритм обработки видеоданных, использующий технологии вейвлетных нейронных сетей, YOLO и механизм внимания. Проведенные вычислительные эксперименты показывают эффективность предложенных алгоритмических решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Wang Z., Wang G., Yang W. Aircraft detection in remote sensing imagery with lightweight feature pyramid network. *MIPPR 2019: Automatic Target Recognition and Navigation*. 2020. Vol. 11429. Pp. 365–369. DOI:10.1117/12.2539372

2. Бондаренко В. А., Павлова В. А., Тушиков В. А., Холод Н. Г. Алгоритм нейросетевого распознавания надводных объектов в реальном времени // *Известия ТулГУ. Технические науки*. 2021. № 1. С. 19–33. EDN: LBWTUH

Bondarenko V.A., Pavlova V.A., Tupikov V.A., Kholod N.G. Algorithm for neural network recognition of surface objects in real time. *Izvestiya TulGU. Tekhnicheskiye nauki* [Bulletin of Tula State University. Technical sciences]. 2021. No. 1. Pp. 19–33. EDN: LBWTUH. (In Russian)

3. Zhang Q., Benveniste A. Wavelet networks. *IEEE Transactions on Neural Networks*. 1992. Vol. 3. No. 6. Pp. 889–898.

4. De Silva D.D.N., Fernando S., Piyatilake I.T.S., Karunarathne A.V.S. Wavelet based edge feature enhancement for convolutional neural networks. *Eleventh International Conference on Machine Vision (ICMV 2018)*. 2019. Vol. 11041. DOI: 10.1117/12.2522849

5. Bahdanau D., Cho K., Bengio Y. Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate. *International Conference on Learning Representations. ICLR 2015*. DOI: 10.48550/arXiv.1409.0473

6. Niu Z., Zhong G., Yu H. A review on the attention mechanism of deep learning. *Neurocomputing*, 2021. Vol. 452. Pp. 48–62. DOI: 10.1016/j.neucom.2021.03.091

7. Muhammad Y. What is Yolov8: an in-depth exploration of the Internal features of the next-generation object detector. *Computer Vision and Pattern Recognition*. August 29, 2024. DOI: 10.48550/arXiv.2408.15857

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Нгуен Тхань Конг, аспирант кафедры автоматических систем, Российский технологический университет МИРЭА;

119454, Россия, Москва, Проспект Вернадского, 78;

congvietaim@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9719-8731>

Нгуен Минь Тьонг, канд. техн. наук, доцент кафедры информатики, Российский технологический университет МИРЭА;

119454, Россия, Москва, Проспект Вернадского, 78;

nguen_m@mirea.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7267-1121>, SPIN-код: 5480-9970

Information about the authors

Thanh Cong Nguyen, Post-graduate Student of the Department of System Automatic, MIREA – Russian Technological University;

119454, Russia, Moscow, 78 Vernadsky avenue;

congvietaim@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9719-8731>

Minh Tuong Nguyen, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics, MIREA – Russian Technological University;

119454, Russia, Moscow, 78 Vernadsky avenue;

nguen_m@mirea.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7267-1121>, SPIN-code: 5480-9970

Геннадию Григорьевичу Матишову – 80 лет



1 января 2025 года свой 80-летний юбилей отметил выдающийся ученый и организатор науки, заместитель президента РАН, академик, профессор, доктор географических наук Геннадий Григорьевич Матишов.

Научный путь Геннадия Григорьевича является ярким примером для молодого поколения исследователей, развитию и вовлечению которых в науку он уделяет так много внимания. Сам ученый рассказывает: «В географию я был влюблен с рождения», поэтому неудивительно, что именно

с этой наукой он решил связать свою профессиональную деятельность и в 1962 году поступил на геолого-географический факультет Ростовского государственного университета, который окончил в 1967 году по специальности географ-геоморфолог. Еще во время обучения в 1965 году по направлению своего преподавателя – одного из ведущих советских ученых в области геоморфологии Мирового океана – профессора Д. Г. Панова, оказавшего огромное влияние на становление молодого ученого, Геннадий Матишов попадает на практику в Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО). Здесь он совершил свой первый и десятки последующих рейсов по северным широтам.

После окончания обучения Геннадий Григорьевич поступает в заочную аспирантуру и отправляется в Закавказский военный округ для прохождения срочной службы в армии. Вернувшись в ПИНРО, он начинает свой трудовой путь в должности младшего научного сотрудника лаборатории геологии моря и уже в январе 1973 года успешно защищает кандидатскую диссертацию «Геоморфология материкового склона Норвежско-Гренландского бассейна и Северо-Западной Атлантики». Оставаясь верным избранному пути, в декабре 1980 г. в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова 35-летний Г. Г. Матишов защищает уже докторскую диссертацию «Гляциальный и перигляциальный рельеф дна океана» по вопросам морской палеоокеанологии, биогеографии и проблемам океанического рыболовства, после чего получает назначение на должность директора Мурманского морского биологического института (ММБИ) Кольского научного центра РАН.

Под руководством Геннадия Григорьевича расположенный в отдаленном прибрежном поселке институт, который находился в очень трудном положении, начал активно развиваться и преобразоваться, а со временем стал одним из ведущих центров фундаментальных и прикладных исследований Арктики. Даже в сложные для отечественной науки времена институт не снизил темпов деятельности и выполнил ряд важных разработок, успешно применяемых в морском хозяйстве и для решения оборонных задач. Свидетельством признания этих научных результатов в академической среде стало избрание Геннадия Григорьевича членом-корреспондентом РАН в 1990 г. и академиком РАН по специальности «океанология, физика атмосферы и география» в 1997 г.

В последующие годы было еще много научных и карьерных достижений, но одним из серьезных вызовов, как часто отмечает в интервью Геннадий Григорьевич, стало для него создание «с нуля» Южного научного центра РАН, который активно функционирует с 2002 года. В настоящее время под научным руководством Г. Г. Матишова в ЮНЦ РАН работает более 500 человек, в том числе 5 академиков и 5 членов-корреспондентов РАН, около 100 докторов и около 250 кандидатов наук, а в качестве приоритетных областей исследований заявлены астрофизические исследования, многопроцессорные системы, теория молекулярных компьютеров, методы прогнозирования и предотвращения природных и техногенных катастроф, создание люминесцентных материалов на основе нанотехнологий, проблемы модернизации железнодорожного транспорта, развитие технологий мониторинга, прогнозирования и освоения водных, энергетических, нефтегазовых и биологических ресурсов аридных зон России, экосистемные и инженерно-экологические исследования южных морей, социально-политические, экономические, гуманитарные проблемы густонаселенного и многонационального Юга России, включая Северный Кавказ.

Под его председательством в 2023 году создан Координационный совет Южной ассоциации научных учреждений под научно-методическим руководством РАН, основной целью деятельности которого является объединение научного потенциала Юга России и его успешное развитие.

Важнейшим направлением деятельности Геннадия Матишова является популяризация научных исследований, а также привлечение в науку молодых ученых, с проблемами которых он хорошо знаком. На вопрос о главной мечте Геннадий Григорьевич в интервью отвечает о передаче накопленного опыта достойным молодым исследователям: «...А что важнее? Ничего. Мне постоянно приходит в голову: ну не напрасно же мы все это делали? Давайте использовать накопленные знания и черпать новые – тогда есть шанс, что все у нас будет хорошо».

Коллектив Кабардино-Балкарского научного центра РАН и редколлегия журнала Известия КБНЦ РАН сердечно поздравляют Геннадия Григорьевича Матишова с замечательным юбилеем! Желаем крепкого здоровья, кавказского долголетия, счастья и благополучия, дальнейших творческих успехов на благо российской науки!

Александр Леонидович Стемповскому – 75 лет



Академик РАН, доктор технических наук, профессор Александр Леонидович Стемповский родился 3 февраля 1950 года в г. Серпухов Московской области.

Александр Леонидович окончил факультет микроприборов и технической кибернетики Московского института электронной техники в 1973 г. С 1973-го по 1980 г. А. Л. Стемповский работал в НИИ молекулярной электроники, последовательно занимая должности от инженера до начальника лаборатории. С 1980-го по 1987 г. работал исполняющим обязанности начальника отдела и начальником отдела Научно-исследовательского института автоматики. С 1987 г. – заместитель директора по научной работе Научно-исследовательского института систем автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры и сверх-

больших интегральных схем Российской академии наук, в 1992–2018 г. – директор, а с 2018 г. – научный руководитель института (сейчас это Институт проблем проектирования в микроэлектронике Российской академии наук).

В 1982 г. Александру Леонидовичу Стемповскому присуждена ученая степень кандидата технических наук, в 1991 г. – доктора технических наук, а в 1999 г. – звание профессора. В 2000 г. он был избран членом-корреспондентом Российской академии наук, в 2006 г. – действительным членом Российской академии наук. Он лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники (2003) и премии Правительства РФ в области науки и техники (2015), награжден орденом Почета, орденом Дружбы.

Александр Леонидович Стемповский – один из ведущих мировых ученых в области систем автоматизированного проектирования приборов и систем микро- и наноэлектроники. Активно занимается вопросами оптимального проектирования цифровых интегральных схем, методами проектирования помехоустойчивых и отказоустойчивых интегральных схем, исследованиями отказоустойчивости массивно-параллельных вычислительных структур, созданием компьютерных систем на базе потоковой модели вычислений и использования модулярной арифметики для быстрых и надежных вычислений. Автор более 200 научных работ, среди которых ряд монографий и патентов на изобретения.

Благодарим Вас, Александр Леонидович, за постоянную поддержку Кабардино-Балкарского научного центра, плодотворное сотрудничество и научно-методическое руководство в период Вашей работы академиком-секретарем Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН. Отдельно хотим поблагодарить за участие в редакционной коллегии журнала «Известия КБНЦ РАН» и активную работу по развитию направлений Центра, связанных с информационными технологиями и математическим моделированием.

Глубокоуважаемый Александр Леонидович, коллектив Кабардино-Балкарского научного центра РАН и редколлегия журнала «Известия КБНЦ РАН» сердечно поздравляют Вас с юбилеем! Желаем Вам крепкого здоровья и долгих лет жизни, благополучия, новых творческих достижений во благо российской науки, достойных учеников и успехов во всех начинаниях!

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ АВТОРАМИ В ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН»

1. Журнал «Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН» публикует оригинальные научные, обзорные, аналитические статьи отечественных и зарубежных авторов, рецензии на книги и статьи, персоналии по следующим группам специальностей:

1.1. Математика и механика; 1.2. Компьютерные науки и информатика; 1.3. Физические науки; 1.6. Науки о Земле и окружающей среде; 2.3. Информационные технологии и телекоммуникации; 4.1. Агронимия, лесное и водное хозяйство; 4.2. Зоотехния и ветеринария; 5.2. Экономика; 5.4. Социология; 5.5. Политические науки; 5.6. Исторические науки; 5.9. Филология.

Журнал предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов. Периодичность – шесть выпусков в год. Журнал публикует статьи на русском и английском языках объемом не менее 8 и не более 20 страниц макетного формата (не менее 18 000 символов). Работы, превышающие объем, принимаются к публикации по специальному решению главного редактора журнала.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по научным специальностям и соответствующим им отраслям науки (по состоянию на 09.12.2024, п. 1318):

группа специальностей 2.3. Информационные технологии и телекоммуникации:

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки),

2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки),

2.3.7. Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования (физико-математические науки),

2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки);

группа специальностей 4.1. Агронимия, лесное и водное хозяйство:

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки),

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки),

4.1.3. Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки);

группа специальностей 5.2. Экономика:

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (экономические науки),

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки),

5.2.6. Менеджмент (экономические науки).

2. К публикации в журнале «Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН» принимаются статьи, содержащие новые результаты. Статьи должны быть посвящены актуальным проблемам науки, содержать четкую постановку цели и задач исследования, строгую научную аргументацию, обобщения и выводы, представляющие интерес своей новизной, научной и практической значимостью. Журнал также публикует специальные выпуски, посвященные конференциям разного уровня по тематике журнала, обзорные статьи. Не допускается направление в редакцию статей, уже опубликованных или посланных на публикацию в другие журналы. Результаты иных авторов, использованные в статье, следует должным образом отразить в ссылках. Представляя статью в журнал, авторы обязаны выполнять все требования по оформлению.

3. Направляя статью в журнал, каждый из авторов подтверждает, что она соответствует наивысшим стандартам публикационной этики для авторов и соавторов, разработанным COPE (Committee on Publication Ethics), см. <http://publicationethics.org/about>. Всем статьям, опубликованным в журнале, присваиваются идентификаторы цифрового объекта (DOI) для лучшего поиска и идентификации. Поступающие в редакцию статьи проходят проверку на плагиат через систему *Антиплагиат* (<https://www.antiplagiat.ru>), для принятия они должны иметь не менее 75 % уникальности текста.

4. Принятые к публикации в журнале «Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН» статьи проходят двойное слепое рецензирование, редакционную подготовку, после чего макет направляется на корректуру. Окончательный вариант предоставляется автору на вычитку. Срок предоставления статьи на вычитку автору – 3 рабочих дня.

5. Полнотекстовые версии статей, публикуемых в журнале, размещаются в Интернете в свободном доступе на официальном сайте журнала <https://www.kbncran.ru/izvestiya-htm/>, на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU, Научной электронной библиотеки «Киберленинка», в Российской государственной библиотеке, ВИНТИ, Google Scholar, Российском центре научной информации (РЦНИ). Статьи по сельскому хозяйству размещаются в AGRIS. Статьи по математике, физике, информатике, математическому моделированию в экономике и по наукам о земле размещаются на Общероссийском математическом портале Math-Net.Ru www.mathnet.ru (<http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jmid=izkab&optionlang=rus>). Срок размещения редакцией очередного номера журнала – в течение 3 месяцев с даты выхода в свет номера.

6. Публикации в журнале для сотрудников КБНЦ РАН бесплатные, для сторонних авторов – 500 руб. за страницу. Для рецензентов (не членов редколлегии) предусмотрены льготы для опубликования.

7. Требования к рукописи статьи.

Рукопись статьи подается вместе с сопроводительным письмом, подписанным всеми авторами статьи, в котором авторы в том числе подтверждают, что подаваемая в журнал статья ранее не была опубликована, а также не представлена для рассмотрения и публикации в другом журнале. Число и состав авторов после подачи статьи на рецензирование не меняются.

Материалы предоставляются в редакцию журнала по адресу: 360010, Россия, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2 или на электронную почту ired07@mail.ru.

Все страницы, включая рисунки, таблицы и список литературы, следует пронумеровать.

В тексте статьи **обязательно** указывается:

- УДК <https://teacode.com/online/udc/>; ORCID; тип статьи (научная, обзорная, аналитическая,...); коды JEL (специальности: 5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике, 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика, 5.2.6. Менеджмент); AMS Subject Classification (по специальностям в областях математики, информатики, физики);

- название статьи на русском и английском языках;

- фамилия и инициалы автора (авторов) на русском и английском языках; электронная почта авторов (если несколько авторов, то указать * автора, ответственного за переписку);

- полное официальное название учреждения с указанием полного почтового адреса на русском и английском языках, адрес электронной почты (E-mail) **организации**;

- аннотация на русском и английском языках – в ней четко должны отражаться актуальность, новизна, методика и результаты научного исследования, выводы, объем – 150–200 слов.

- ключевые слова на русском и английском языках – не более 10–15 слов;

- основной текст статьи (структура): введение, цели и задачи исследования, методы исследования, результаты исследования, выводы (заключение);

- финансирование.

В аннотации и заключении не допускается использование громоздких формул, ссылок на текст работы или список литературы.

Сведения об авторах (на русском и английском языках): фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, должность, название подразделения, полное название места работы (может быть более одного), рабочий адрес, ORCID, SPIN-код, E-library.

Для связи с редакцией – контактный телефон одного из авторов.

8. Список литературы должен содержать только ссылки на научные статьи (периодические журналы, монографии, труды конференций и т.д.), которые упоминаются в тексте работы, расположенные в порядке цитирования, не менее 15. Ссылки на неопубликованные работы, результаты которых используются в доказательствах, не допускаются. Недопустимо использование ссылок на авторефераты, диссертации, газеты, интернет-сайты журналов, электронные газеты. Список литературы печатается в конце статьи, оформляется в соответствии с правилами, предусмотренными журналом. Все остальные источники, использованные при написании статьи, выносятся в сноски в конце каждой страницы (при необходимости). В списке литературы необходимо указывать не менее 50 % от общего количества источников за последние 5 лет (как самого автора, так и сторонних авторов, работающих в данном направлении; в том числе зарубежных источников), не более 20 % ссылок на собственные работы. Исключения составляют статьи, которые посвящены исследованиям конкретных документов.

В списке литературы должны быть указаны источники по образцу:

• статья – Фамилия И. О. Название статьи // Название журнала. Год. Том. Номер. С. ...-... DOI...

• книга – Фамилия И. О. Название книги: монография. Город: Издательство, Год. ... с.

• коллективная монография – Фамилия И. О. Название книги / под ред. Фамилия И. О. Город: Издательство, Год. ... с.

• статья в сборнике конференций – Фамилия И. О. Название статьи // Название конференции: материалы конференции * / Название организации. Город, Год. С. ...-... DOI...

• статья в электронном издании – Фамилия И. О. Название статьи [Электронный ресурс] // Название журнала, Год. Том. Номер. С. ...-... URL:... (дата обращения: число, месяц, год).

9. Список литературы **полностью** дублируется на **английском языке** независимо от того, имеются в нем иностранные источники или нет.

Пояснения по формированию списка литературы и References.

Если статья, на которую указывает ссылка, была переведена на английский язык и опубликована в английской версии журнала, необходимо указывать ссылку из переводного источника! Указания (учебное пособие, монография, перевод, количество томов и т.д.) в References можно опускать. При цитировании оригинального источника на английском языке в названии с прописной буквы пишется первое слово. В названии журнала пишется каждое полнозначное слово с прописной буквы.

Библиографические описания публикаций в References составляют в следующей последовательности:

журнальная статья

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of article. *Zaglavie jurnala* [Title of Journal]. Year. Vol. ... No. ...iss. ... Pp. ...-... DOI (In Russian);

в случае, если у журнала есть официальное название на английском языке, источник оформляется в таком виде:

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of article. *Title of Journal*. Year. Vol. ... No. ...iss. ... Pp. ...-... DOI (In Russian);

монография, книга, глава из книги, препринт

Author A.A., Author B.B., Author C.C. *Nazvanie* [Title of book]. Gorod: Izdanie. Year. Pages p. (In Russian);

статья в материалах конференции

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of paper. *Nazvanie konferensii*. Gorod, Organizacia. Year. Pages p. (In Russian);

статья в электронном издании

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of paper. *Nazvanie zhurnala*, Year, Pages p., available at: <http://...> (accessed Data Year).

Журнал «Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН» при оформлении руководствуется ГОСТ 7.0.7 – 2021, ГОСТ Р 7.0.12.

На сайте <http://www.translit.ru/> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу. Для этого, выбрав вариант системы **Board of Geographic Names (BGN)**, получаем изображение всех буквенных соответствий.

10. Требования к электронному носителю:

- к статье прилагается электронный вариант в формате Microsoft Office Word 2007, Windows XP, Windows 7, 10;

- статья должна быть набрана в формате А4 с полями: верхнее и нижнее – 2,0 см; левое – 2,5 см; правое – 2 см, шрифтом Times New Roman, размер 14, полуторный интервал;

- таблицы, алгоритмы, рисунки, схемы и т.п. должны быть редактируемые и выполнены в формате А4 книжной ориентации;

- формулы должны быть набраны в программе MathType, нумеровать следует те формулы, на которые есть ссылки в тексте статьи.

11. Решение о публикации или отклонении авторских материалов принимается редколлегией в соответствии с правилами рецензирования статей. Для экспертной оценки статей привлекаются ведущие специалисты по основным научным направлениям (рубрикам) выпуска журнала.

12. Редакция не вступает в дискуссию с авторами отклоненных материалов.

13. В каждом выпуске публикуется, как правило, не более одной статьи одного и того же автора. Решение о публикации более одного материала принимается редакционной коллегией и главным редактором журнала.

14. Статьи, оформленные без соблюдения указанных правил, не рассматриваются.

FORMATTING RULES FOR ARTICLES TO BE SUBMITTED BY AUTHORS TO THE JOURNAL "NEWS OF THE KABARDINO-BALKARIAN SCIENTIFIC CENTER OF RAS"

1. The journal "News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS" publishes original scientific, review, analytical articles by domestic and foreign authors, reviews of books and articles, personalities in the following groups of specialties:

1.1. Mathematics and Mechanics; 1.2. Computer Science and Informatics; 1.3. Physical Sciences; 1.6. Earth and Environmental Sciences; 2.3. Information Technologies and Telecommunications; 4.1. Agronomy, Forestry and Water Management; 4.2. Zootechnics and Veterinary Medicine; 5.2. Economics; 5.4. Sociology; 5.5. Political Sciences; 5.6. Historical Sciences; 5.9. Philology.

The journal is intended for researchers, teachers, postgraduate students, undergraduates, students. Frequency – six issues per year. The journal publishes articles in Russian and English with a volume of no less than 8 and no more than 20 pages of the layout format (at least 18 000 characters). Papers exceeding that volume may be accepted for publication by special decision of the Editor-in-chief of the journal.

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations for the degree of Candidate of Science, for the degree of Doctor of Science in scientific specialties and their respective branches of science should be published (as of December 09, 2024, p. 1318):

group of specialties 2.3. Information technology and telecommunications:

2.3.1. System analysis, management and information processing, statistics (technical sciences),

2.3.3. Automation and control of technological processes and productions (technical sciences),

2.3.7. Computer modeling and design automation (physical and mathematical sciences),

2.3.8. Informatics and information processes (technical sciences);

group of specialties 4.1. Agronomy, forestry and water management:

4.1.1. General farming and crop production (agricultural sciences),

4.1.2. Breeding, seed production and plant biotechnology (agricultural sciences),

4.1.3. Agrochemistry, agrosil science, plant protection and quarantine (agricultural sciences);

group of specialties 5.2. Economy:

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods in economics (economic sciences),

5.2.3. Regional and sectoral economics (economic sciences),

5.2.6. Management (economic sciences).

2. Articles are accepted for publication in the journal "News of the Kabardino-Balkarian scientific center of RAS" if they contain new results. Articles should be devoted to topical problems of science, contain a clear statement of the goal and objectives of the study, rigorous scientific argumentation, generalizations and conclusions that are of interest for their novelty, scientific and practical significance. The journal also publishes special issues devoted to conferences of various levels on the subjects of the journal, review articles. It is not allowed to send to the editorial office articles that have already been published or sent for publication to other journals. The results of other authors used in the article should be duly reflected in the references. Submitting an article to the journal, authors are obliged to fulfill all the requirements of the journal for their formatting.

3. By submitting an article to the journal, each author confirms that it meets the highest standards of publication ethics for authors and co-authors, developed by COPE (Committee on Publication Ethics), see <http://publicationethics.org/about>. All articles published in the journal are assigned digital object identifiers (DOIs) for better search and identification. Articles submitted to the editorial office are checked for plagiarism through the *AntiPlagiat* system (<https://www.antiplagiat.ru>); for acceptance they must have at least 75 % of the uniqueness of the text.

4. Articles accepted for publication in the journal "News of the Kabardino-Balkarian scientific center of RAS" undergo double blind peer review, editorial preparation, after which the final layout is sent for correction. The final version is provided to the author for proofreading. The time period for submitting the article to the author for proofreading is 3 working days.

5. Full-text versions of articles published in the journal are posted on the Internet in free access on the official website of the Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU, Scientific electronic library "Cyberleninka", in the Russian state library, VINITI, Google Scholar. Russian Center for Scientific Information (RCSI). Articles on agriculture are posted on AGRIS. Articles on mathematics, physics, computer science, mathematical modeling in economics and geosciences are posted on the All-Russian portal Math-Net.Ru www.mathnet.ru (https://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=izkab&option_lang=eng). The time for posting of the journal in the web must be within 3 months from the date of issue.

6. Publications in the journal for KBSC RAS employees are free, for outside authors – 500 rubles per page. For reviewers (not members of the editorial board) privileges for publication are provided.

7. Requirements for the manuscript of the article.

The manuscript of the article is submitted together with a covering letter signed by all authors of the article, in which the authors, among other things, confirm that the article submitted to the journal has not been previously published, and has not been submitted for consideration and publication in another journal. The number and composition of authors does not change after submitting an article for reviewing.

Materials are submitted to the Editorial and Publishing Department: 360010, Russia, Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Balkarov street, 2, or email: ired07@mail.ru.

All pages, including figures, tables and references, should be numbered.

The following indications in the text of the article are **mandatory**:

- UDC <https://teacode.com/online/udc/>; ORCID; type of article (scientific, review, analytical, ...); JEL codes (specialty 5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods in Economics, 5.2.3. Regional and sectoral economics, 5.2.6. Management); AMS Subject Classification (in the fields of mathematics, computer science, physics);

- the title of the article in Russian and English;

- surname and initials of the author(s) in Russian and English; e-mail of authors (if there are several authors, then indicate * the author responsible for the contact correspondence);

- the full official name of the institution, indicating the full postal address in Russian and English, the electronic mail address (E-mail) of the **organization**;

- abstract in Russian and English – it should clearly reflect the novelty, relevance and methodology and results of scientific research, conclusions, volume is no more than 150–250 words;

- keywords in Russian and English – no more than 10–15 words;

- main text of the article (structure): introduction, goals and objectives of the research, research methods, research results, conclusions.

- financing.

The abstract and conclusion should not contain cumbersome formulas, references to the text of the work or the list of references.

Information about the authors (both in Russian and English): last name, first name, patronymic, academic degree, academic title, position, department name, full name of the place of work (there may be more than one), work address, contact phone number, ORCID, SPIN-code, E-library.

The contact phone number of one of the authors to contact the editorial office.

8. The list of references should contain only links to scientific articles (periodicals, monographs, conference proceedings, etc.) to which there are references in the text of the work, arranged in the order of citation, not less than 15. References to unpublished works, the results of which are used in the proofs, are not allowed. It is unacceptable to use links to abstracts, dissertations, newspapers, websites of journals, electronic newspapers. The list of references is printed at the end of the article, drawn up in accordance with the rules provided by the journal. All other sources used in the article are placed in footnotes at the end of each page (if necessary). At least 50% of the total number of sources in the list of references should be of the last 5 years (both the author's himself and other authors working in this direction as well as foreign sources) and not more than 20% references to own works. The exception is made for articles that are devoted to the study of specific documents.

In the list of references, sources should be indicated according to the sample:

- article – Surname and initials of the name and patronymic. Title of the article // Title of the journal. Year. Volume. Number. Pp. ... - ... DOI ...

- book – Surname and initials of the name and patronymic. Book title: monograph. City: Publisher, Year. ... p.

- collective monograph – Surname and initials of the name and patronymic. Title of the book. editor – Surname and initials of the name and patronymic. City: Publisher, Year. ... p.

- article in the collection of conference materials – Surname and initials of the name and patronymic. Title of the article // Title of the conference: materials of the conference * / Name of the organization. City, Year. Pp. ... - ... DOI

- article in the electronic edition – Surname and initials of the name and patronymic, The title of the article [Electronic source] // Journal name, Year. Volume. Number. Pp.... -... URL:... (date of access: date, month, year).

9. The list of references is **fully** duplicated in **English**, regardless of whether it contains foreign sources or not.

Explanations on the formation of the list of literature and References.

If the article to which the reference points was translated into English and published in the English version of the journal, you must provide the link from the translated source! Descriptions (tutorial, monograph, translation, number of volumes, etc.) in References may be omitted. When citing an original source in English, the first word is capitalized in the title. Each full-valued word is capitalized in the title of the journal.

Bibliographic descriptions of publications in References are in the following sequence:

journal article

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of article. *Zaglavie jurnala* [Title of Journal]. Year. Vol. ... No. ...iss. ... Pp. ...-... DOI (In Russian);

if the journal has an official name in English, then the reference is formatted in the following way:

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of article. *Title of Journal*. Year. Vol. ... No. ...iss. ... Pp. ...-... DOI (In Russian);

monograph, book, chapter from a book, preprint

Author A.A., Author B.B., Author C.C. *Nazvanie* [Title of book]. Gorod [City], Izdanie [Publisher]. Year. Pages p. (In Russian);

article in conference materials

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Nazvanie [Title of paper]. *Nazvanie konferensii* [Title of the conference]. Gorod [City], Organizacia [Organization]. Year. Pages p. (In Russian);

article in electronic edition

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of paper. *Nazvanie zhurnala*, Year, Pages p., available at: [http...](http://...) (accessed Data Year).

The journal «News of the Kabardino-Balkarian scientific center of RAS» is formatted according to State Standard GOST 7.0.7 – 2021, GOST R 7.0.12.

On the site <http://www.translit.ru/> you can use the program of transliteration of the Russian text into the Latin alphabet for free. For this, choosing the option of the **Board of Geographic Names (BGN)** system, one can get an image of all letter matches.

10. Requirements for electronic media:

- an electronic version in the format of Microsoft Office Word 2007, Windows XP, Windows 7, 10 is attached to the article;

- the article should be typed in A4 format with margins: top and bottom – 2.0 cm; left – 2.5 cm; right – 2 cm, the article should be typed in Times New Roman, size 14, one and a half spacing;

- editable tables, algorithms, figures, diagrams, etc. must be in A4 format, portrait orientation;

- Equations must be typed using the MathType program and equations that are referenced in the text should be numbered.

11. The decision to publish or reject author(s) materials is made by the editorial board in accordance with the rules for reviewing articles. Leading experts in the main scientific directions (headings) of the journal are involved in the expert assessment of the articles.

12. The editorial office does not enter into discussions with the authors of the rejected materials.

13. As a rule no more than one article by one and the same author is published in an issue. The decision to publish more than one material is made by the editorial board and the chief editor of the journal.

14. Articles violating these formatting rules are not considered.

Научный журнал

**ИЗВЕСТИЯ
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО
НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН**

Том 27 № 1 2025

Сквозной номер выпуска – 123

Журнал входит в «Перечень рецензируемых научных изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук»

Зав. редакционно-издательским отделом КБНЦ РАН – *А. М. Бейтуганова*

Компьютерная верстка – *А. И. Токова*

Техническое редактирование – *А. И. Токова*

Корректор – *Л. Б. Канукова*

Перевод – *Д. Г. Макоева*

ISSN 1991-6639



9 771991 663000 >

Подписано в печать 20.02.2025 г. Дата выхода в свет: 28.02.2025 г.

Формат бумаги 60x84 1/8. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 22,32. Тираж 300 экз.

Цена свободная

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-14936 от 20 марта 2003 г. выдано Министерством
Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций

Учредитель: Кабардино-Балкарский научный центр РАН

Адрес редакции и издателя: 360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

Отпечатано в редакционно-издательском отделе КБНЦ РАН по адресу:
360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

ISSN 1991-6639



9 771991 663000 >



DOI: 10.35330/1991-6639