

Print ISSN 1991-6639

Online ISSN 2949-1940

№ 5(115)



2023

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

1998 *25* ЛЕТ 2023



DOI: 10.35330/1991-6639

Подписной индекс 20145

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**

№ 5(115) 2023

Журнал основан в 1998 г. Выходит 6 раз в год

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

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №77-14936 от 20 марта 2003 г.
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

360010, Российская Федерация, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2
Тел., факс: 8(8662)72-04-87, e-mail: ired07@mail.ru

© КБНЦ РАН, 2023

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**

№ 5(115) 2023

The journal was founded in 1998, 6 issues per year

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

The certificate of registration of mass media of PI No. 77-14936 dated March 20, 2003
was granted by Federal Service for Supervision of Communications, Information Technologies
and Mass Media

ADDRESS OF THE EDITORIAL OFFICE:

360010, Russian Federation, Kabardino-Balkarian, Nalchik, 2 Balkarov street
Tel., fax: 8(8662) 72-04-87, e-mail: ired07@mail.ru

© KBSC RAS, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН № 5(115) 2023

Редакционная коллегия.....5

Информационные технологии и телекоммуникации

Системный анализ, управление и обработка информации

Формальная модель генома агента общего искусственного интеллекта на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур

М. И. АНЧЁКОВ, А. З. АПШЕВ, К. Ч. БЖИХАТЛОВ,

С. А. КАНКУЛОВ, З. В. НАГОЕВ, О. В. НАГОЕВА,

И. А. ПШЕНОКОВА, А. А. ХАМОВ, А. З. ЭНЕС.....11

Машинное зрение в условиях плохой видимости

С. Ю. ВЛАСОВ, М. Х. КИПОВ.....25

Модель энергообмена между агнейронами в составе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры

И. А. ПШЕНОКОВА, А. З. АПШЕВ.....32

Использование сверточных нейронных сетей для задач автоматического обнаружения заболеваний

М. А. ШЕРЕУЖЕВА, М. А. ШЕРЕУЖЕВ, З. М. АЛЬБЕКОВА.....41

Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования

Метод оптимизации выбора сервиса облачных вычислений на основе требований пользователей

А. С. ВОЛОЖЕНИН.....52

Агронмия, лесное и водное хозяйство

Общее земледелие и растениеводство

Изучение образцов *Suaresia tetragonoloba* (L.) Taub в условиях лесостепной зоны Ингушетии

А. Ю. ЛЕЙМОЕВА, М. А. БАЗГИЕВ, Л. Ю. КОСТОЕВА,

Л. А. ГУМУКОВА, И. С. ДАУРБЕКОВ.....62

Продуктивность озимой пшеницы в условиях склонового земледелия Кабардино-Балкарской Республики

Х. Ш. ТАРЧОКОВ, М. М. ЧОЧАЕВ, А. Х. ШОГЕНОВ, О. Х. МАТАЕВА.....74

Факторы эффективного производства льна масличного в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия

З. М. ЦИЦКИЕВ, М. У. ГАМБОТОВА, А-Р. А. ГАЗДИЕВ,

З. С. БАТАЛОВ, С. У. ЭСМУРЗИЕВ.....87

Экономика

Региональная и отраслевая экономика

Экономика Кабардино-Балкарской Республики в контексте пространственной дифференциации российского общества

А. Х. БОРОВ.....95

Актуальные проблемы измерения миграционной безопасности <i>М. В. КАРМАНОВ, И. А. КИСЕЛЕВА, В. И. КУЗНЕЦОВ, А. М. ТРАМОВА</i>	116
---	-----

Исторические науки

Некоторые особенности решения наследственных споров у балкарцев при участии правления Кабардинского округа во второй половине 60-х годов XIX века <i>А. Ж. БАЙЧЕКУЕВА</i>	125
---	-----

Филология

Отражение религиозной лексики в топонимии Приэльбрусья <i>Л. М. КАБАРДОКОВА</i>	133
О создании академической грамматики современного карачаево-балкарского языка <i>Б. А. МУСУКОВ, Л. Х. МАХИЕВА</i>	142

Юбиляры

<i>С. В. ДОХОЛЯН</i>	150
----------------------------	-----

Правила для авторов журнала	152
--	-----

CONTENTS

News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences No. 5(115) 2023

Editorial Board.....5

Information Technologies and Telecommunications

System analysis, management and information processing

Formal genome model of a general artificial intelligence agent based on multi-agent neurocognitive architectures

M.I. ANCHEKOV, A.Z. APSHEV, K.Ch. BZHIKHATLOV, S.A. KANKULOV, Z.V. NAGOEV, O.V. NAGOEVA, I.A. PSHENOKOVA, A.A. KHAMOV, A.Z. ENES..... 11

Machine vision in poor visibility conditions

S.Yu. VLASOV, M.Kh. KIPOV..... 25

Energy exchange model between agneurons as part of multi-agent neurocognitive architecture

I.A. PSHENOKOVA, A.Z. APSHEV..... 32

The use of convolutional neural networks for automatic diseases detection tasks

M.A. SHEREUZHEVA, M.A. SHEREUZHEV, Z.M. ALBEKOVA..... 41

Computer modeling and design automation

A method for optimizing the choice of a cloud computing service based on user requirements

A.S. VOLOZHENIN..... 52

Agronomy, Forestry and Water management

General farming and crop production

Study of samples of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub in the forest-steppe zone of Ingushetia

A.Yu. LEIMOIEVA, M.A. BAZGIEV, L.Yu. KOSTOEVA, L.A. GUMUKOVA, I.S. DAURBEKOV..... 62

Productivity of winter wheat in the conditions of slope farming in the Kabardino-Balkarian Republic

Kh.Sh. TARCHOKOV, M.M. CHOCHAEV, A.Kh. SHOGENOV, O.Kh. MATAEVA..... 74

Factors of effective production of oilseed flax in the forest-steppe zone of the Republic of Ingushetia

Z.M. TSITSKIEV, M.U. GAMBOTOVA, A-R.A. GAZDIEV, Z.S. BATALOV, S.U. ESMURZIEV..... 87

Economy

Regional and sectoral economics

Economy of the Kabardino-Balkarian Republic in the context of spatial differentiation of Russian society

A.Kh. BOROV..... 95

Current problems of measuring migration security <i>M.V. KARMANOV, I.A. KISELEVA, V.I. KUZNETSOV, A.M. TRAMOVA</i>	116
---	-----

Historical sciences

Some features of the settlement of hereditary disputes among the balkarians with the participation of the Kabardian district board in the second half of the 60 th years of the 19 th century <i>A.Zh. BAICHEKUEVA</i>	125
---	-----

Philology

Reflection of religious vocabulary in toponymy of Elbrus region <i>L.M. KABARDOKOVA</i>	133
On the creation of an academic grammar of the modern Karachay-Balkar language <i>B.A. MUSUKOV, L.Kh. MAKHIEVA</i>	142

Anniversaries

<i>S.V. DOKHOLYAN</i>	150
-----------------------------	-----

Publishing regulations for the authors	152
---	-----

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 Магомедовна, 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, доцент, 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 Мицахевич, 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, Всероссийский научно-исследовательский институт риса, Краснодар, Россия

Дохолян Сергей Владимирович, доктор экономических наук, профессор, Институт социально-экономических исследований – филиал Дагестанского научного центра РАН, Махачкала, Республика Дагестан, 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, Институт ядерных исследований – филиал Баксанской нейтринной обсерватории, 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

Махешева 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

Пеху 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

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

Скляров 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

Филюшин 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

Юсупов Рафаэль Мидхатович, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, Санкт-Петербургский институт информатики РАН, Санкт-Петербург, Россия

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

EDITORIAL BOARD

Editor in chief:

Ivanov Petr Matsovich, 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:

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

Responsible secretary:

Eneeva Liana Magometovna, 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:

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

Adukov Rukhman Khasainovich, 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

Altukhov Anatoly Ivanovich, 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

Amirkhanov Khizri Amirkhanovich, 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

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

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

Bizhnev Boris Chamalovich, Doctor of Philology, Institute for Humanitarian Research – branch of KBSC RAS, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

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

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

Dzyuba Vladimir Alekseevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, All-Russian Research Institute of Rice, Krasnodar, Russia

Dokholyan Sergey Vladimirovich, Doctor of Economics, Professor, Institute for Socio-Economic Research of Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

Zavalin Aleksey Anatolievich, 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

Zakshevsky Vasily Georgievich, 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

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

Kibirov Alikhan Yakovlevich, 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

Kleiner Georgy Borisovich, 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

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

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

Kuzminov Valery Vasilyevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Baksan Neutrino Observatory – branch of Institute for Nuclear Research, Neutrino, Elbrus region, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Kusraev Anatoly Georgievich, 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

Mazloev Vitaly Zelimkhanovich, 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

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

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

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

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

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

Nagoev Zelimkhan Vyacheslavovich, Candidate of Technical Sciences, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Nechaev Vasily Ivanovich, 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

Popkov Yuri Solomonovich, 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

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

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

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

Savin Igor Yurievich, 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

Semin Alexander Nikolaevich, 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

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

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

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

Stempkovsky Alexander Leonidovich, 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

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

Tembotova Fatimat Aslanbievna, 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

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

Filyushin Mikhail Alexandrovich, Candidate of Biological Sciences, Federal Research Center «Fundamental Foundations of Biotechnology» of RAS, Moscow, Russia

Chochaev Alim Khuseyevich, Doctor of Economics, Professor, Federal State Unitary Enterprise «Agronauchservis», Moscow, Russia

Shevkhezhev Anatoly Foadovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Russia

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

Yusupov Rafael Midkhatovich, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, St. Petersburg Institute of Informatics of RAS, St. Petersburg, Russia

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

Формальная модель генома агента общего искусственного интеллекта на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур

**М. И. Анчёков¹, А. З. Апшев¹, К. Ч. Бжихатлов¹, С. А. Канкулов²,
З. В. Нагоев¹, О. В. Нагоева², И. А. Пшенокова¹, А. А. Хамов¹, А. З. Энес²**

¹Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

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

Аннотация. Актуальность исследования определяется необходимостью разработки и программной реализации агентов общего искусственного интеллекта, способных к самообучению на основе адаптации к условиям решения проблем универсального спектра на основе онтоэпифилософиогенетического процесса обучения. Исследование направлено на разработку формализации агента общего искусственного интеллекта, пригодной для создания его имитационной модели. Построена формализация интеллектуального агента на основе двухуровневых мультиагентных нейрокогнитивных архитектур с использованием автоматного описания и мультиагентных функций. Разработано формальное описание геномов агентов-нейронов в составе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры и генотипа интеллектуального агента. Полученная формализация может быть использована при создании программного обеспечения систем общего искусственного интеллекта.

Ключевые слова: общий искусственный интеллект, мультиагентные системы, нейрокогнитивные архитектуры, абстрактные детерминированные автоматы, многопоколенная оптимизация, генетические алгоритмы, мультиагентные функции

Поступила 02.10.2023, одобрена после рецензирования 09.10.2023, принята к публикации 10.10.2023

Для цитирования. Анчёков М. И., Апшев А. З., Бжихатлов К. Ч. и др. Формальная модель генома агента общего искусственного интеллекта на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 11–24. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-11-24

MSC: 68T42

Original article

Formal genome model of a general artificial intelligence agent based on multi-agent neurocognitive architectures

**M.I. Anchekov¹, A.Z. Apshev¹, K.Ch. Bzhikhatlov¹, S.A. Kankulov²,
Z.V. Nagoev¹, O.V. Nagoeva², I.A. Pshenokova¹, A.A. Khamov¹, A.Z. Enes²**

¹Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street

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

Abstract. The relevance of the research is determined by the need to develop and programmatically implement artificial general intelligence agents capable of self-learning based on adaptation to the conditions of solving problems of the universal spectrum based on the ontoepiphilosociogenetic learning process. The research is aimed at developing a formalization of a general artificial intelligence agent suitable for creating its simulation model. A formalization of an intelligent agent is constructed based on two-level multi-agent neurocognitive architectures using an automatic description and multi-agent functions. A formal description of the genomes of neuron agents as part of a multi-agent neurocognitive architecture and the genotype of an intelligent agent has been developed. The resulting formalization can be used to create software for general artificial intelligence systems.

Keywords: general artificial intelligence, multi-agent systems, neurocognitive architectures, abstract deterministic automata, multi-generational optimization, genetic algorithms, multi-agent functions

Submitted 02.10.2023,

approved after reviewing 09.10.2023,

accepted for publication 10.10.2023

For citation. Anchekov M.I., Apshev A.Z., Bzhikhatlov K.Ch. et al. Formal genome model of a general artificial intelligence agent based on multi-agent neurocognitive architectures. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2023. No. 5(115). Pp. 11–24. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-11-24

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость моделирования генома агента общего искусственного интеллекта возникает в связи с его онтоэписоциофилогенетической природой [1–3]. Ее сущность состоит в том, что управляющая мультиагентная нейрокогнитивная архитектура такого интеллектуального агента формируется в течение всего времени его функционирования («жизни») под воздействием генетических, фенотипических, средовых и социальных факторов.

Сам процесс формирования такой когнитивной архитектуры заключается в ситуативно детерминированном динамическом изменении состава структурно-функциональных элементов самой этой архитектуры – так называемых *агнейронов* (агентов-нейронов) [4] – взаимодействующих друг с другом программных агентов искусственной жизни – и связей между ними.

Как показано в [5], такой процесс основан прежде всего на алгоритме так называемого *онтонейроморфогенеза*, описывающем взаимодействие агнейронов между собой в целях максимизации своих целевых функций с использованием механизма обмена сообщениями, основанном на формировании причинно-следственных связей путем имитационного моделирования роста и деградации условных аксо-дендрональных связей между этими агнейронами.

Целевые функции агнейронов и интеллектуальных агентов ориентированы на максимизацию параметра энергии, представляющего собой описательную величину, характеризующую условную меру способности агента сохранять активность в течение определенного времени [4].

Имитируя этот процесс, алгоритм онтонейроморфогенеза обеспечивает генетическую, средовую и социальную составляющие роста и развития мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры агента общего искусственного интеллекта, так как, с одной стороны, он использует так называемый *генотип* такого агента, состоящий из множества так называемых *геномов* агнейронов, для того, чтобы моделировать генезис состава агнейронов и связей между ними, т.е. реализует генетический процесс. Такой процесс может быть использован в алгоритмах многопоколенной оптимизации [6], специально разработанных для сложных интеллектуальных агентов.

С другой стороны, такой рост детерминирован эпигенетическими факторами, которые включают в себя как средовые условия, связанные с реализацией так называемого *тела* агента общего искусственного интеллекта (виртуальный программный агент, робот, аппаратно-программный комплекс), так и социальные условия, определяемые составом так называемого

социального окружения интеллектуального агента (другие интеллектуальные агенты, пользователи, роботы), которые взаимодействуют с ним с помощью подготовленных каналов коммуникации, как правило, с целью его полезного применения в составе группы [7].

В [1–3] разработаны основные принципы структурно-функциональной организации генотипов интеллектуальных агентов и генотипов агнейронов, описан характер их взаимодействия в процессе онтоэпизоциофилогенетического развития таких агентов.

В [7] показано, что сами агнейроны функционируют под управлением собственной внутренней управляющей когнитивной архитектуры, которая не является «нейрокогнитивной» (так как находится внутри агнейрона), однако в целом рекурсивно повторяет структурный состав когнитивных узлов нейрокогнитивной архитектуры самого интеллектуального агента.

Применение такого рекурсивного подхода мотивировано сходством функций, реализуемых интеллектуальным агентом и агнейроном. Основная из этих функций – решение так называемых *проблем* на основе синтеза своего поведения. Под проблемой понимается необходимость изменения состояния системы «агент – среда», констатируемая (на обоих уровнях – интеллектуального агента и агнейрона) когнитивными узлами мультиагентной когнитивной архитектуры, ответственными за идентификацию состояний (функция состояний) и их разметку значениями целевых функций (функция разметки состояний) [3].

Решением проблемы является путь в *динамическом дереве решений* [8] из вершины, описывающей текущее состояние, в некоторую целевую вершину, которую интеллектуальная управляющая система агента (интеллектуального агента, агнейрона) также должна определить самостоятельно.

Таким образом, внутренняя мультиагентная когнитивная архитектура агнейрона, состоящая из акторов, и мультиагентная нейрокогнитивная архитектура интеллектуального агента, состоящая из таких агнейронов, в целом реализуют сходную функциональную задачу – максимизация собственной целевой функции на основе идентификации проблем и синтеза поведения, направленного на их решение.

Разница состоит в том, что агнейрон решает эту задачу в узкой области специализации, что и позволяет разместить его в функциональный узел мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры в качестве специализированного агента. Интеллектуальный же агент общего искусственного интеллекта по определению применяет свою управляющую когнитивную архитектуру для синтеза своего поведения, направленного на идентификацию и решение универсального (для своей системы «агент – среда») спектра проблем. Такая способность, с нашей точки зрения, и является основным классифицирующим свойством систем общего искусственного интеллекта [3].

В данной работе предпринимается попытка выбора математического аппарата для формализации вышеописанных структур и процессов с целью их последующей алгоритмизации при реализации программной системы общего искусственного интеллекта, основанной на управляющей мультиагентной нейрокогнитивной архитектуре.

Актуальность данного исследования определяется необходимостью разработки и программной реализации агентов общего искусственного интеллекта, способных к самообучению на основе адаптации к условиям решения проблем универсального спектра на основе онтоэпизофилогенетического процесса обучения.

1. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АГЕНТ, АГНЕЙРОНЫ И АКТОРЫ

Первое формальное описание агента общего искусственного интеллекта на основе мультиагентной когнитивной архитектуры было дано в [4]. Для построения такого описания были применены так называемые *мультиагентные функции* [9].

Подобно агнейронам в составе когнитивной архитектуры интеллектуального агента акторы в составе когнитивной архитектуры агнейрона располагаются на определенных уровнях, соответствующих когнитивным узлам инварианта мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры. Эти уровни для когнитивной архитектуры агнейрона мы называем *акторкогнитонами*.

Актор $\alpha_{hT_l}^{ijkl}$ типа T_l располагается в l -м акторкогнитоне когнитивной архитектуры агнейрона $\mathfrak{A}_{kT_j}^{ij(\gamma-1)}$, в свою очередь располагающегося на j -м уровне (*нейрокогнитоне*) интеллектуального агента \mathfrak{A}_i^γ , который помещен во внешнюю по отношению к нему среду (окружающий мир) W . Индекс h обозначает номер актора в акторкогнитоне $K_{lT_l}^{ijk}$, индекс k – номер агнейрона в нейрокогнитоне $\mathfrak{P}_{jT_j}^i$, индекс l – номер акторкогнитона, индекс j – номер нейрокогнитона, а индекс i – номер интеллектуального агента. Индекс $\gamma - 1$ обозначает условный ранг агнейрона, характеризующий уровень вложенности интеллектуальных систем друг в друга. Интеллектуальный агент \mathfrak{A}_i^γ , в которого вложен агнейрон $\mathfrak{A}_{kT_j}^{ij(\gamma-1)}$, как следует из обозначений, имеет ранг на единицу выше.

Агнейрон $\mathfrak{A}_{kT_j}^{ij(\gamma-1)}$ типа T_j содержит в себе акторкогнитоны $K_{lT_l}^{ijk}$, которые также подразделяются на типы T_l , но в отличие от нейрокогнитонов $\mathfrak{P}_{jT_j}^i$ в их состав входят не агнейроны $\mathfrak{A}_{kT_j}^{ij(\gamma-1)}$, а акторы $\alpha_{hT_l}^{ijkl}$.

Опишем актор $\alpha_{hT_l}^{ijkl}$ формально *абстрактным детерминированным конечным автоматом*:

$$\alpha_{hT_l}^{ijkl} = (X_{hT_l}^{ijkl}, S_{hT_l}^{ijkl}, Y_{hT_l}^{ijkl}, \delta_{hT_l}^{ijkl}, \lambda_{hT_l}^{ijkl}),$$

где $X_{hT_l}^{ijkl} = \{x_{hT_lv}^{ijkl}\}$ – входной язык автомата, состоящий из высказываний вида:

$$x_{hT_lv}^{ijkl} = \left(\begin{array}{c} (\alpha_{hT_{lv1}}^{ijkl}, x_{hT_{lv1}}^{ijkl}, \Delta v_{hT_{lv1}}^{ijkl}), (\alpha_{hT_{lv2}}^{ijkl}, x_{hT_{lv2}}^{ijkl}, \Delta v_{hT_{lv2}}^{ijkl}), \dots, \\ (\alpha_{hT_{lvq}^{\max}}^{ijkl}, x_{hT_{lvq}^{\max}}^{ijkl}, \Delta v_{hT_{lvq}^{\max}}^{ijkl}) \end{array} \right),$$

где $\alpha_{hT_{lvq}}^{ijkl}$ – эталонные значения имен контрагентов, от которых ожидаются сообщения $x_{hT_{lvq}}^{ijkl}$ и/или порции энергии $\Delta v_{hT_{lvq}}^{ijkl}$. Такое эталонное высказывание интерпретируется на содержательном уровне как информация о том, что актор $\alpha_{hT_{lvq}}^{ijkl}$ прислал актору $\alpha_{hT_l}^{ijkl}$ на вход автомата $\alpha_{hT_l}^{ijkl}$ сообщение $x_{hT_{lvq}}^{ijkl}$ и порцию энергии $\Delta v_{hT_{lvq}}^{ijkl}$.

В вышеприведенном определении автомата $\alpha_{hT_l}^{ijkl}$ множество $Y_{hT_l}^{ijkl} = \{y_{hT_lv}^{ijkl}\}$ – это *выходной язык автомата*, состоящий из эталонных (используемых для формирования выходов) высказываний вида:

$$y_{hT_lv}^{ijkl} = \left(\begin{array}{c} (\alpha_{hT_{lv1}}^{ijkl}, y_{hT_{lv1}}^{ijkl}, \Delta v_{hT_{lv1}}^{ijkl}), (\alpha_{hT_{lv2}}^{ijkl}, y_{hT_{lv2}}^{ijkl}, \Delta v_{hT_{lv2}}^{ijkl}), \dots, \\ (\alpha_{hT_{lvq}^{\max}}^{ijkl}, y_{hT_{lvq}^{\max}}^{ijkl}, \Delta v_{hT_{lvq}^{\max}}^{ijkl}) \end{array} \right),$$

где $\alpha_{hT_lvg}^{ijkl}$ – эталонные значения имен контрагентов, которым автомат $\alpha_{hT_l}^{ijkl}$ отправляет сообщения $y_{hT_lvg}^{ijkl}$ и/или порции энергии $\Delta v_{hT_lsvg}^{ijkl}$, а g^{\max} – максимальное количество операций отправки таких сообщений контрагентам. Такое эталонное высказывание интерпретируется на содержательном уровне как информация о том, что актор $\alpha_{hT_l}^{ijkl}$ отправляет актору $\alpha_{hT_lvg}^{ijkl}$ свое выходное сообщение $y_{hT_lvg}^{ijkl}$ и/или порцию энергии $\Delta v_{hT_lsvg}^{ijkl}$.

В вышеприведенном определении актора $\alpha_{hT_l}^{ijkl}$ множество $S_{hT_l}^{ijkl} = \{S_{hT_lb\tau_c}^{ijkl}\}$ – это множество состояний этого автомата вида:

$$S_{hT_lb\tau_c}^{ijkl} = \left(\left(S_{hT_lb(1)\tau_c}^{ijkl}, (S_{hT_lb(1)\tau_c}^{ijkl})' \right), \left(S_{hT_lb(2)\tau_c}^{ijkl}, (S_{hT_lb(2)\tau_c}^{ijkl})' \right), \dots, \right. \\ \left. \left(S_{hT_lnb\tau_c}^{ijkl}, (S_{hT_lnb\tau_c}^{ijkl})' \right), \Delta v_{hT_l\tau_c-p}^{ijkl}, v_{hT_l\tau_c}^{ijkl} \right),$$

где $S_{hT_lb\tau_c}^{ijkl}$ – переменные, характеризующие конкретные параметры актора $\alpha_{hT_l}^{ijkl}$ на шаге дискретного времени τ_c , $(S_{hT_lb\tau_c}^{ijkl})'$ – их текущие значения, а $\Delta v_{hT_l\tau_c-p}^{ijkl}$ – количество энергии, на которое изменяется общее количество энергии $v_{hT_l\tau_c-p}^{ijkl}$ этого актора при его переходе в состояние $S_{hT_lb\tau_c}^{ijkl}$ из некоторого предыдущего состояния

$$S_{hT_lb\tau_c-p}^{ijkl} : v_{hT_l\tau_c}^{ijkl} = v_{hT_l\tau_c-p}^{ijkl} + \Delta v_{hT_l\tau_c-p}^{ijkl}.$$

Работа автомата описывается его функцией переходов:

$$\delta_{hT_l}^{ijkl} : S_{hT_l}^{ijkl} \times X_{hT_l}^{ijkl} \rightarrow S_{hT_l}^{ijkl}$$

и функцией выходов:

$$\lambda_{hT_l}^{ijkl} : S_{hT_l}^{ijkl} \times X_{hT_l}^{ijkl} \rightarrow Y_{hT_l}^{ijkl},$$

реализованных с помощью продукционных правил (знаний) $\gamma_{hT_lv}^{ijkl}$ вида:

$$\gamma_{hT_lv}^{ijkl} = \langle P_{hT_lv}^{ijkl}, L_{hT_lv}^{ijkl} \Rightarrow Y_{hT_lv}^{ijkl}, Q_{hT_lv}^{ijkl} \rangle,$$

$$L_{hT_lv}^{ijkl} = \bigwedge_{q=1}^{q^{\max}} l_{hT_lvq}^{ijkl},$$

$$l_{hT_lvq}^{ijkl} = \begin{cases} \text{. Истина, } l_v = \text{. Истина.} \wedge \mathfrak{I}_{kT_j}^{ij(\gamma-1)} \rightarrow W : \Delta v_{ijklhq}^W \\ \text{. Ложь, } l_v = \text{. Ложь.} \\ \emptyset, \mathfrak{I}_{kT_j}^{ij(\gamma-1)} \nrightarrow W : \Delta v_{ijklhq}^W \end{cases}, \quad Y_{hT_lv}^{ijkl} = \{y_{hT_lvg}^{ijkl}\},$$

$$y_{hT_lvg}^{ijkl} = \begin{cases} (\alpha_{zT_evg}^{ijke}, m_{ijklhg}^{ijkez}, \Delta v_{ijklhgs}^{ijkez}), \alpha_{hT_l}^{ijkl} \rightarrow \alpha_{zT_evg}^{ijke} : (m_{ijklhg}^{ijkez}, \Delta v_{ijklhgs}^W) \\ \emptyset, \mathfrak{I}_{kT_j}^{ij(\gamma-1)} \nrightarrow W : \Delta v_{ijklhgs}^W \end{cases},$$

$$l_v = l(\alpha_{uT_d}^{ijkd}, \alpha_{hT_lvg}^{ijkl}) \wedge l(m_{ijkduq}^{ijklh}, x_{hT_lvq}^{ijkl}) \wedge l(\Delta v_{ijkduq}^{ijklh}, \Delta v_{hT_lvq}^{ijkl}) \forall q,$$

$$\alpha_{uT_d}^{ijkd} \rightarrow \alpha_{hT_l}^{ijkl} l(: m_{ijkduq}^{ijklh}, \Delta v_{ijkduqs}^{ijklh}),$$

$$l(x, y) = \begin{cases} \text{.Истина.}, & x = y \\ \text{.Ложь.}, & x \neq y \end{cases}$$

Здесь индексы l , d и e указывают на акторкогнитоны в составе агнейрона, P_{hTlv}^{ijkl} – множество предусловий для выполнения ядра продукции, $L_{hTlv}^{ijkl} \rightarrow Y_{hTlv}^{ijkl}$ – ядро продукции, состоящее из *антецедентной* (условной) части L_{hTlv}^{ijkl} и *консеквентной* части Y_{hTlv}^{ijkl} , l_{hTlvq}^{ijkl} – антецедентная клауза, u_{hTlvq}^{ijkl} – сообщение, определяющее один из выходов продукции, $\Delta v_{ijklhgs}^W$ – количество энергии, которое актор α_{hTl}^{ijkl} должен затратить на выполнение вычисления g -й клаузы консеквентной части продукции, Q_{hTlv}^{ijkl} – постусловие продукционного правила. Индекс v указывает на номер продукционного правила, индекс q – на номер клаузы, q^{max} – на общее количество клауз в антецедентной части L_{hTlv}^{ijkl} продукции l_{hTlv}^{ijkl} , а индекс g – на номер клаузы, g^{max} – на общее количество клауз в консеквентной ее части Y_{hTlv}^{ijkl} . Индекс s указывает на тип функции (операции), используемой в клаузах консеквентной части правила, – функция отправки сообщений.

Правила l_{hTlv}^{ijkl} формируют базу знаний l_{hTl}^{ijkl} актора α_{hTl}^{ijkl} .

Акторы в составе акторкогнитонов агнейрона $l_{kTj}^{ij(\gamma-1)}$ могут взаимодействовать друг с другом, отправляя друг другу сообщения и порции энергии. Пусть актор α_{uTd}^{ijkd} отправляет актору α_{hTl}^{ijkl} сообщение m_{ijkdu}^{ijklh} . Запишем это как:

$$\alpha_{uTd}^{ijkd} \rightarrow \alpha_{hTl}^{ijkl} : m_{ijkdu}^{ijklh}$$

Если в ответ актор α_{hTl}^{ijkl} отправляет актору α_{uTd}^{ijkd} порцию энергии Δv_{ijklh}^{ijkdu} , соответственно, запишем:

$$\alpha_{hTl}^{ijkl} \rightarrow \alpha_{uTd}^{ijkd} : \Delta v_{ijklh}^{ijkdu}$$

Если актор α_{uTd}^{ijkd} выполняет массовую рассылку своего сообщения, отправляя его всем акторам типа T_l , находящимся в акторкогнитоне K_{lTl}^{ijk} , обозначим это следующим образом:

$$\alpha_{uTd}^{ijkd} \rightarrow K_{lTl}^{ijk} : m_{ijkdu}^{ijkl*}$$

Получив сообщение m_{ijkdu}^{ijkl*} , акторы $\alpha_{hTl}^{ijkl} \in K_{lTl}^{ijk}$ выполняют в своих базах знаний l_{hTl}^{ijkl} поиск правила:

$$l_{hTlv}^{ijkl}, l_q = l(\alpha_{uTd}^{ijkd}, \alpha_{hTlvq}^{ijkl}) \wedge l(m_{ijkdu}^{ijkl*}, x_{hTlvq}^{ijkl}) = \text{.Истина.},$$

где v – индекс, указывающий на правило, а q – на клаузу в этом правиле. Те акторы, у которых в базах знаний существует такое правило, в ответ на сообщение m_{ijkdu}^{ijkl*} от актора α_{uTd}^{ijkd} выполняют расчет своих функций переходов и выходов, переход в новые состояния, формирование и отправку некоторым акторам своих выходных сообщений, а все другие акторы в акторкогнитоне K_{lTl}^{ijk} на это сообщение никак не реагируют.

Рассмотрим выходные языки $Y_{uT_d}^{ijkd} = \{y_{uT_d v}^{ijkd} | v = 1, 2, \dots, v_u^{\max}\}$ акторов $\alpha_{uT_d}^{ijkd}$ как упорядоченные по номеру правила v в базах знаний $\gamma_{uT_d}^{ijkd}$ множества всех возможных выходов $y_{uT_d v}^{ijkd}$. Определим множество всех выходных языков акторов $\alpha_{uT_d}^{ijkd} \in K_{dT_d}^{ijk}$:

$$Y_{T_d}^{ijkd} = \bigcup_{u=1}^{u^{\max}} Y_{uT_d}^{ijkd}$$

Аналогично рассмотрим выходные языки $Y_{hT_l}^{ijkl} = \{y_{hT_l v}^{ijkl} | v = 1, 2, \dots, v_h^{\max}\}$ акторов $\alpha_{hT_l}^{ijkl}$ как упорядоченные по номеру правила v в базах знаний $\gamma_{hT_l}^{ijkl}$ множества всех возможных выходов $y_{hT_l v}^{ijkl}$. В общем случае выходы акторов являются токенами – символами (символьными строками).

Определим множество всех выходных языков акторов $\alpha_{hT_l}^{ijkl} \in K_{lT_l}^{ijk}$:

$$Y_{T_l}^{ijkl} = \bigcup_{h=1}^{h^{\max}} Y_{hT_l}^{ijkl}$$

Зададим отображение \mathfrak{y} из множества $Y_{T_d}^{ijkd}$ в множество $Y_{T_l}^{ijkl}$:

$$\begin{aligned} \mathfrak{y}: Y_{T_d}^{ijkd} &\rightarrow Y_{T_l}^{ijkl}, \\ \forall y_{uT_d v}^{ijkd} \in \left\{ \langle y_{1T_d v_1^1}^{ijkd}, y_{2T_d v_2^2}^{ijkd}, \dots, y_{u^{\max}T_d v_c^{u^{\max}}}^{ijkd} \rangle | c = \overline{1, c^{\max}} \right\}, \\ &\left\{ \exists u, \exists v_c^u, \alpha_{uT_d}^{ijkd} \rightarrow \alpha_{hT_l}^{ijkl} : y_{uT_d v_c^u}^{ijkd}, y_{uT_d v_c^u}^{ijkd} \neq \emptyset \right\}, \\ \exists y_{hT_l v}^{ijkl} \in \left\{ \langle y_{1T_l v_1^1}^{ijkl}, y_{2T_l v_2^2}^{ijkl}, \dots, y_{h^{\max}T_l v_c^{h^{\max}}}^{ijkl} \rangle | c = \overline{1, c^{\max}} \right\}, \\ \exists \alpha_{hT_l}^{ijkl}, \exists \gamma_{hT_l v_c^h}^{ijkl}, l_{v_c^h} = \text{Истина}, y_{hT_l v_c^h}^{ijkl} = \lambda_{hT_l}^{ijkl} (S_{hT_l c}^{ijkl}, y_{uT_d v_c^u}^{ijkd}), \\ c^{\max} = \prod_{u=1}^{u^{\max}} v_c^{u^{\max}}, v_c^{u^{\max}} = |Y_{uT_d}^{ijkd}|, \end{aligned}$$

где v_c^u – номер правила в базе знаний $\gamma_{uT_d}^{ijkd}$, выбираемый на шаге c , а условие

$$\alpha_{uT_d}^{ijkd} \rightarrow \alpha_{hT_l}^{ijkl} : y_{uT_d v_c^u}^{ijkd}$$

позволяет отбирать только те сообщения $y_{uT_d v_c^u}^{ijkd}$, которые акторы $\alpha_{uT_d}^{ijkd} \in K_{dT_d}^{ijk}$ отправили актору $\alpha_{hT_l}^{ijkl}$.

Такое отображение было впервые введено в [9] и получило название \mathfrak{y} -функция («айн-функция»). *Айн-функции* – это семейство так называемых *мультиагентных функций*, дискретные области определения и области значений которых задаются множествами выходов некоторых агентов.

Для обозначения этого отображения, его аргументов и значений используется также запись $y_{T_l c}^{ijkl} = \mathfrak{y}(y_{T_d c}^{ijkd})$, или запись $K_{T_l}^{ijk} = \mathfrak{y}(K_{T_d}^{ijk})$. В последнем случае в качестве

аргументов айн-функции указаны не выходные сообщения акторов, а акторкогнитоны, в которых эти акторы содержатся, что допустимо, исходя из вышеприведенного определения отображения, задаваемого айн-функцией.

Пусть акторы $\alpha_{uR^0}^{ijk1}$, входящие в первый акторкогнитон K_{1R}^{ijk} – так называемый *акторкогнитон распознавания* – в составе агнейрона $\mathbb{1}_{kT_j}^{ij(7-1)}$, выполняют функцию распознавания сигналов, описывающих некоторые внешние по отношению к этому агнейрону объекты. Распознавание выполняется на основе обработки выходных сигналов $m_{ij1uv^u g^{uv}}^{ijk1*}$ сенсоров $\alpha_{uR^r}^{ijk1} \in K_{1R}^{ijk}$ (индекс T_1 из используемой выше нотации актора раскрывается как R^r , указывающий на название $y_{uR^r v}^{ijkl}$ типа актора), которые они генерируют при взаимодействии с вышеперечисленными объектами и отправляют на последующую обработку акторам $\alpha_{uR^0}^{ijk1}$, которые так же, как и сенсоры $\alpha_{uR^r}^{ijk1}$, относятся к акторкогнитону распознавания K_{1R}^{ijk} :

$$y_{T_1 c}^{ijkl} = \mathfrak{y}(y_{T_{ac}}^{ijkd}).$$

Тогда взаимодействие между акторкогнитонами $K_{1R^r}^{ijk}$ и $K_{1R^0}^{ijk}$ можно описать выражением

$$K_{1R^0}^{ijk} = \mathfrak{y}_{K_{1R^r}^{ijk}}^{K_{1R^0}^{ijk}}(K_{1R^r}^{ijk}).$$

Здесь для того чтобы уточнить, между какими именно акторкогнитонами строится отображение, при обозначении айн-функции указаны индексы ее области определения (нижний индекс) и области значений (верхний индекс).

Если в составе акторкогнитона K_{1R}^{ijk} нет акторов $\alpha_{uR^0}^{ijk1}$, которые обрабатывают данные конкретные входные сообщения $m_{ij1uv^u g^{uv}}^{ijk1*}$, то агнейрон может столкнуться с трудностями реализации своих системных целей, так как эти сообщения могут описывать состояние системы «агнейрон – среда», критичное для достижения этих целей, оказывающее на этот процесс существенное негативное или позитивное влияние.

Поэтому в разрабатываемой нами мультиагентной нейрокогнитивной архитектуре агнейрона предусмотрен механизм онтологизации таких прецедентов с помощью так называемых *акторных фабрик* $\varphi_{uR^0}^{ijk1}$, представляющих собой акторов, выполняющих функцию порождения акторов различных типов по требованию. В вышеописанной ситуации акторная фабрика $\varphi_{uR^0}^{ijk1}$, получив на вход сообщения $m_{ij1uv^u g^{uv}}^{ijk1*}$ от акторов $\alpha_{uR^r}^{ijk1}$ и не получив ни от одного из акторов $\alpha_{uR^0}^{ijk1}$ акторкогнитона K_{1R}^{ijk} сообщения о том, что какой-либо из них обрабатывает какие-либо из этих сообщений, порождает нового актора $\alpha_{hR^0}^{ijk1}$ и вписывает в его базу знаний правила, с помощью которых он в дальнейшем будет обрабатывать сообщения $m_{ij1uv^u g^{uv}}^{ijk1*}$

$$\varphi_{uR^0}^{ijk1} \uparrow \alpha_{hR^0}^{ijk1} \left(\left\{ \left(\alpha_{uR^r}^{ijk1}, m_{ij1uv^u g^{uv}}^{ijk1*} \right) \mid \forall \alpha_{uR^r}^{ijk1} \forall m_{ij1uv^u g^{uv}}^{ijk1*}, \alpha_{uR^r}^{ijk1} \rightarrow K_{1R}^{ijk} : m_{ij1uv^u g^{uv}}^{ijk1*} \right\} \right).$$

В этой записи применен знак ' \uparrow ' и в скобках при обозначении порождаемого актора $\alpha_{hR^0}^{ijk1}$ указаны в качестве параметров все пары акторов и отправленных ими в акторкогнитон K_{1R}^{ijk} оставшихся необработанными сообщений $\left(\alpha_{uR^r}^{ijk1}, m_{ij1uv^u g^{uv}}^{ijk1*} \right)$ для того, чтобы указать

на тот факт, что акторная фабрика $\varphi_{uR^0}^{ijk1}$, создавая нового актора, передает ему новую базу знаний ${}_{hR^0}^{ijk1}$, содержащую правила ${}_{hR^0v}^{ijk1}$, необходимые для обработки таких сообщений:

$$\varphi_{uR^0}^{ijk1} \rightarrow \alpha_{hR^0}^{ijk1}; {}_{hR^0}^{ijk1}, \forall \alpha_{uR^r}^{ijk1} \forall m_{ij1uv^u g^{uv}}, \alpha_{uR^r}^{ijk1} \rightarrow K_{1R}^{ijk}: m_{ij1uv^u g^{uv}},$$

$$\exists {}_{hR^0v}^{ijk1}, \alpha_{hTlvq}^{ijkl} = \alpha_{uR^r}^{ijk1}, x_{hTlvq} = m_{ij1uv^u g^{uv}}$$

Опираясь на состав акторкогнитонов так называемого *инварианта когнитивной архитектуры*, задающего последовательность когнитивных узлов обработки информации, выполняемой интеллектуальным агентом для синтеза искомого пути в динамическом дереве решений, описанного в [4] (рис. 1), для описания последовательности сигналов, генерируемых когнитивной архитектурой агнейрона $\mathfrak{N}_{kT_j}^{ij(\gamma-1)}$, можно использовать запись:

$$y_{kT_j}^{ij} = \mathfrak{y}_{K_{4A}^{ijk}}^{K_{5F}^{ijk}} \left(\mathfrak{y}_{K_{3G}^{ijk}}^{K_{4A}^{ijk}} \left(\mathfrak{y}_{K_{2E}^{ijk}}^{K_{3G}^{ijk}} \left(\mathfrak{y}_{K_{1R^0}^{ijk}}^{K_{2E}^{ijk}} \left(\mathfrak{y}_{K_{1R^r}^{ijk}}^{K_{1R^0}^{ijk}} (K_{1R^r}^{ijk}) \right) \right) \right) \right) \right),$$

где K_{2E}^{ijk} – так называемый *эмоциональный* акторкогнитон, функцией которого в инварианте когнитивной архитектуры агнейрона $\mathfrak{N}_{kT_j}^{ij(\gamma-1)}$ является разметка состояний значениями целевой функции агнейрона и идентификация типа проблемной ситуации; K_{3G}^{ijk} – целевой акторкогнитон, функцией которого является управление поиском целевой вершины в динамическом дереве принятия решений; K_{4A}^{ijk} – акторкогнитон действий, функция которого состоит в поиске пути в этом дереве из текущей вершины в целевую; K_{5F}^{ijk} – акторкогнитон эффекторов агнейрона, функция которого состоит в формировании и передаче другим агнейронам в составе интеллектуального агента \mathfrak{N}_i^γ выходов $y_{kT_j}^{ij}$.

Аналогично для инварианта нейрокогнитивной архитектуры интеллектуального агента \mathfrak{N}_i^γ можно записать:

$$y_{kT_j}^{ij} = \mathfrak{y}_{\mathfrak{P}_{4A}^i}^{\mathfrak{P}_{5F}^i} \left(\mathfrak{y}_{\mathfrak{P}_{3G}^i}^{\mathfrak{P}_{4A}^i} \left(\mathfrak{y}_{\mathfrak{P}_{2E}^i}^{\mathfrak{P}_{3G}^i} \left(\mathfrak{y}_{\mathfrak{P}_{1R^0}^i}^{\mathfrak{P}_{2E}^i} \left(\mathfrak{y}_{\mathfrak{P}_{1R^r}^i}^{\mathfrak{P}_{1R^0}^i} (\mathfrak{P}_{1R^r}^i) \right) \right) \right) \right) \right),$$

где в качестве аргументов фигурируют соответственно нейрокогнитоны: $\mathfrak{P}_{1R^r}^i$ – сенсорный; $\mathfrak{P}_{1R^0}^i$ – распознавания; \mathfrak{P}_{2E}^i – эмоциональный, \mathfrak{P}_{3G}^i – целевой; \mathfrak{P}_{4A}^i – действия, выполняющие функции, аналогичные указанным выше при описании соответствующих акторкогнитонов.

В отношении агнейронов действует механизм порождения по требованию, аналогичный описанному выше для акторов.

Применение этого механизма на обоих уровнях вкупе с работой мультиагентных функций между акторкогнитонами и нейрокогнитонами обеспечивает онтологическое обучение интеллектуального агента общего искусственного интеллекта с учетом филогенетических и социальных факторов.

Рассмотрим, каким образом можно формализовать генотип такого интеллектуального агента с тем, чтобы он обеспечивал применение алгоритмов многопоколенной оптимизации над популяциями таких агентов с целью реализации генетической части их обучения.

2. МОДЕЛЬ ГЕНОМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА

Как было указано выше, при порождении актора акторная фабрика $\varphi_{uR^0}^{ijk1}$ отправляет этому актору (записывает в него) базу знаний $\gamma_{hR^0}^{ijk1}$, в которой содержатся правила $\gamma_{hR^0v}^{ijk1}$. Аналогичный процесс имеет место при порождении акторов всех других типов. Следовательно, для того чтобы акторкогнитоны агнейрона $\mathbb{1}_{kT_j}^{ij(\gamma-1)}$ могли порождать акторов различных типов по требованию, необходимо, во-первых, чтобы в состав генома агнейрона входила информация о том, какую базу данных необходимо загрузить в порождаемого актора данного типа.

Во-вторых, в этом геноме должна также содержаться информация о том, каким образом при загрузке программного интеллектуального агента общего искусственного интеллекта в оперативную память должны создаваться сами акторные фабрики, отвечающие за порождение акторов в различных когнитонах, а также о том, как именно они должны функционировать. Эту часть генома можно назвать *структурной*.

Так как акторная фабрика $\varphi_{uR^0}^{ijk1}$ сама является актором, ее функционирование обеспечивается собственной базой знаний $\gamma_{h\varphi}^{ijk1}$.

При загрузке программы интеллектуального агента в оперативную память данные генома должны интерпретироваться некоторым алгоритмом $\mathbf{a}^c(\gamma_{h\varphi}^{ijk1})$, который, используя правила базы знания $\gamma_{h\varphi}^{ijk1}$, порождает саму акторную фабрику $\varphi_{uR^0}^{ijk1}$, что условно можно записать:

$$\varphi_{uR^0}^{ijk1} = \mathbf{a}^c(\gamma_{h\varphi}^{ijk1}).$$

Кроме того, после создания акторной фабрики $\varphi_{uR^0}^{ijk1}$ в системе должен работать некоторый алгоритм $\mathbf{a}^c(\varphi_{uR^0}^{ijk1})$, обеспечивающий порождение акторов $\varphi_{uR^0}^{ijk1}$ и загрузку в них баз знаний $\gamma_{hR^0}^{ijk1}$, что условно можно записать:

$$\gamma_{hR^0}^{ijk1} = \mathbf{a}^f(\varphi_{uR^0}^{ijk1}).$$

По нашему мнению, эти алгоритмы должны относиться к *функциональной части* области генома агнейрона, отвечающей за синтез акторов типа R^0 .

Такую область $\mathbf{g}_{R^0x}^{ijk1}$ генома $\mathbf{G}_{T_j}^{ij}$ агнейрона $\mathbb{1}_{kT_j}^{ij(\gamma-1)}$ по аналогии с принятым в биологии структурным делением природных геномов будем называть *геном*:

$$\mathbf{g}_{R^0x}^{ijk1} = \{(\mathbf{g}_{R^0x}^{ijk1})^p, (\mathbf{g}_{R^0x}^{ijk1})^b, (\mathbf{g}_{R^0x}^{ijk1})^r\},$$

$$(\mathbf{g}_{R^0x}^{ijk1})^p = \gamma_{h\varphi}^{ijk1}, (\mathbf{g}_{R^0x}^{ijk1})^b = \gamma_{hR^0v}^{ijk1}, (\mathbf{g}_{R^0x}^{ijk1})^r = \left(\mathbf{a}^c(\gamma_{h\varphi}^{ijk1}), \mathbf{a}^f(\varphi_{uR^0}^{ijk1})\right).$$

Здесь $(\mathbf{g}_{R^0x}^{ijk1})^p$ – *некодирующая часть* гена, содержащая данные, необходимые для синтеза акторной фабрики, $(\mathbf{g}_{R^0x}^{ijk1})^b$ – *кодирующая часть* (или *открытая рамка считывания*) гена, $(\mathbf{g}_{R^0x}^{ijk1})^r$ – *часть регуляторных алгоритмов*.

После того, как акторы $\alpha_{hR^0}^{ijk1}$ созданы, их базы знаний $\gamma_{hR^0}^{ijk1}$ начинают изменяться (как правило, расширяясь), так как в них с помощью алгоритмов онтологического обучения добавляются новые правила.

Геном $\mathbf{G}_{T_j}^{ij}$ агнейрона $\gamma_{kT_j}^{ij(\gamma-1)}$ (или геном нейрокогнитона $\gamma_{jT_j}^i$) состоит из генов $\mathbf{g}_{T_{lx}}^{ijkl}$, кодирующих акторы $\alpha_{hT_l}^{ijkl}$ различных типов T_l в составе мультиагентной когнитивной архитектуры этого агнейрона:

$$\mathbf{G}_{T_j}^{ij} = (\mathbf{g}_{R^0_1}^{ijk1}, \mathbf{g}_{R^r_2}^{ijk1}, \mathbf{g}_{E_3}^{ijk2}, \mathbf{g}_{G_4}^{ijk3}, \mathbf{g}_{A_5}^{ijk4}, \mathbf{g}_{F_6}^{ijk5}).$$

Соответственно *генотип* \mathbf{G}^i интеллектуального агента \mathfrak{N}_i^γ состоит из *геномов* $\mathbf{G}_{T_jx}^{ij}$ нейрокогнитонов $\gamma_{jT_j}^i$:

$$\mathbf{G}^i = (\mathbf{G}_{R^0_1}^{i1}, \mathbf{G}_{R^r_2}^{i1}, \mathbf{G}_{E_3}^{i2}, \mathbf{G}_{G_4}^{i3}, \mathbf{G}_{A_5}^{i4}, \mathbf{G}_{F_6}^{i5}).$$

Необходимо добавить, что начальный набор геномов $\mathbf{G}_{T_jx}^{ij}$ в составе генотипа \mathbf{G}^i интеллектуального агента \mathfrak{N}_i^γ создает программист нейрокогнитивных архитектур – *нейроинженер*. Затем запускается программа, которая считывает генотип \mathbf{G}^i и создает интеллектуального агента \mathfrak{N}_i^γ , состоящего на начальном этапе из нейрокогнитонов, содержащих геномы $\mathbf{G}_{T_jx}^{ij}$.

Затем из этих геномов порождаются фабрики агнейронов (нейрофабрики) $\varphi_{jT_j}^i$. На этом генетическая часть начального развертывания интеллектуального агента в памяти завершается, и интеллектуальный агент переходит в режим онтологического обучения.

В [1, 10, 11] намечены контуры алгоритмической базы многопоколенной оптимизации, в ходе которой интеллектуальные агенты общего искусственного интеллекта на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур могли бы стать субъектами генетических алгоритмов, добавив тем самым эффективности сложному онтоэпифилосоциогенетическому процессу обучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования построена формализация интеллектуального агента общего искусственного интеллекта на основе двухуровневых мультиагентных нейрокогнитивных архитектур с использованием автоматного описания и мультиагентных функций.

Разработано формальное описание геномов агентов-нейронов в составе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры и генотипа интеллектуального агента.

Полученные формальные описания могут быть использованы при создании программного обеспечения систем общего искусственного интеллекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анчёков М. И., Бжихатлов К. Ч., Нагоев З. В., Нагоева О. В., Пшенокова И. А. Онтоэпифилогенетическое развитие систем общего искусственного интеллекта на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 6(110). С. 61–75. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-61-75.
2. Апшев А. З., Аталиков Б. А., Канкулов С. А., Малышев Д. А., Сундуков З. А., Энес А. З. Онтофилогенетические алгоритмы синтеза фенотипов интеллектуальных программных

агентов для применения в задачах многопоколенной оптимизации управляющих нейрокогнитивных архитектур // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 6(110). С. 76–91. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-76-91.

3. 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. No. 79. Pp. 71–84.

4. Нагоев З. В. Интеллектика, или Мышление в живых и искусственных системах. Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2013. 232 с.

5. Нагоев З. В. Онтонейроморфогенетическое моделирование // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2013. № 4(54). С. 46–56.

6. Holland J.H. *Adaptation in natural and artificial systems*. University of Michigan Press. Ann Arbor, 1975.

7. Нагоев З. В., Нагоева О. В. Обоснование символов и мультиагентные нейрокогнитивные модели семантики естественного языка. Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2022. 150 с.

8. Stuart Russell, Peter Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach (AIMA)*. 2nd ed. Moscow: Williams, 2007. 1424 p.

9. Нагоев З. В. Мультиагентные экзистенциальные отображения и функции // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2013. № 4(54). С. 63–71.

10. Анчёков М. И., Бжихатлов К. Ч., Лешкенов А. М. Высокопроизводительные системы фенотипирования сельскохозяйственных культур // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 5(109). С. 19–24. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-19-24

11. Анчёков М. И., Боготова З. И., Пшенокова И. А. и др. Коллаборативная селекционная система на основе консорциума гетерогенных интеллектуальных агентов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 5(109). С. 25–37. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-25-37.

REFERENCES

1. Anchekov M.I., Bzhikhatlov K.Ch., Nagoev Z.V. et al. Onto-episociophilogenetic development of general artificial intelligence systems based on multi-agent neurocognitive architectures. *News of Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 6(110). Pp. 61–75. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-61-75. (In Russian)

2. Apshev A.Z., Atalikov B.A., Kankulov S.A. et al. Ontophylogenetic algorithms for the synthesis of phenotypes of intelligent software agents for use in multigenerational optimization problems control neuro-cognitive architectures. *News of Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 6(110). Pp. 76–91. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-76-91. (In Russian)

3. Nagoev Z., Nagoeva O., Anchekov M. et al. The symbol grounding problem in the system of general artificial intelligence based on multi-agent neurocognitive architecture. *Cognitive Systems Research*. 2023. No. 79. Pp. 71–84.

4. Nagoev Z.V. *Intellektika, ili myshleniye v zhivyykh i iskusstvennykh sistemakh* [Intelligence, or thinking in living and artificial systems]. Nalchik: Izdatel'stvo KBNTS RAN, 2013. 232 p. (In Russian)

5. Nagoev Z.V. Ontoneuromorphogenetic modeling. *News of Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2013. No. 4(54). Pp. 46–56. (In Russian)

6. Holland J.H. *Adaptation in natural and artificial systems*. University of Michigan Press. Ann Arbor, 1975.

7. 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)

8. Stuart Russell, Peter Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach (AIMA). 2nd ed. Moscow: Williams, 2007. 1424 p.

9. Nagoev Z. V. Multi-agent existential mappings and functions. *News of Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2013. No. 4(54). Pp. 63–71. (In Russian)

10. Anchekov M.I., Bzhikhatlov K.Ch., Leshkenov A.M. High-performance systems for phenotyping agricultural crops. *News of Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 5(109). Pp. 19–24. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-19-24. (In Russian)

11. Anchekov M.I., Bogotova Z.I., Pshenokova I.A. et al. Collaborative breeding system based on a consortium of heterogeneous intelligent agents. *News of Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 5(109). Pp. 25–37. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-25-37. (In Russian)

Информация об авторах

Анчѐков Мурат Инусович, науч. сотр. лаборатории «Молекулярная селекция и биотехнология», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360000, Россия, Нальчик, ул. Кирова, 224;

murat.antchok@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8977-797X>

Апшев Артур Заурович, стажер-исследователь лаборатории «Нейрокогнитивные автономные интеллектуальные системы», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360002, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2;

apshev@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7628-0825>

Бжихатлов Кантемир Чамалович, канд. физ.-мат. наук, зав. лабораторией «Нейрокогнитивные автономные интеллектуальные системы», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360002, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2;

haosit13@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0924-0193>

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

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

skankulov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2996-7376>

Нагоев Залимхан Вячеславович, канд. техн. наук, генеральный директор Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

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

zaliman@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9549-1823>

Нагоева Ольга Владимировна, науч. сотр. отдела «Мультиагентные системы», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

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

nagoeva_o@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2341-7960>

Пшенокова Инна Ауесовна, канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотр. лаборатории «Нейрокогнитивные автономные интеллектуальные системы», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360002, Россия, Нальчик, ул. Балкарова, 2;

pshenokova_inna@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3394-7682>

Хамов Анзор Азаматгериевич, мл. науч. сотр. лаборатории «Молекулярная селекция и биотехнология», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360000, Россия, Нальчик, ул. Кирова, 224;

opitnoe2014@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3269-4572>

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

360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;
ahmedenes@mail.ru

Information about the authors

Anchekov Murat Inusovich, Researcher of the Laboratory “Molecular selection and biotechnology”, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;
murat.antchok@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8977-797X>

Apshev Artur Zaurovich, Trainee researcher of the Laboratory “Neurocognitive Autonomous Intelligent Systems” of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360002, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;
apshev@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7628-0825>

Bzhikhatlov Kantemir Chamalovich, Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Head of the Laboratory “Neurocognitive Autonomous Intelligent Systems” of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360002, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;
haosit13@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0924-0193>

Kankulov Sultan Akhmedovich, Trainee researcher of the Laboratory “Intellectual Habitats” of the 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;
skankulov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2996-7376>

Nagoev Zalimkhan Vyacheslavovich, Candidate of Technical Sciences, General Director of the 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>

Nagoeva Olga Vladimirovna, Researcher of the Department “Multiagent Systems” of the 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;
nagoeva_o@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2341-7960>

Pshenokova Inna Auesovna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Leading Researcher of the Laboratory “Neurocognitive autonomous intelligent systems” of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360002, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;
pshenokova_inna@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3394-7682>

Khamov Anzor Azamatgerievich, Junior researcher of the Laboratory “Molecular selection and biotechnology” of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;
opitnoe2014@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3269-4572>

Enes Akhmed Zyulfikar, Trainee researcher of the Laboratory “Intellectual Habitats” of the Institute of Computer Science and Problems of Regional Management – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street
ahmedenes@mail.ru

Машинное зрение в условиях плохой видимости

С. Ю. Власов, М. Х. Кипов

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

Аннотация. Машинное зрение представляет собой научное цифровизационное направление в области искусственного интеллекта, которое позволяет технологиям различных категорий получать изображения реальных объектов, обрабатывать их и использовать в решении прикладных задач различного уровня. Особенностью данной технологии является возможность распознавания объектов полностью или частично без участия человека. Машинное зрение в условиях плохой видимости – относительно новая область исследований и разработок. Она стала особенно актуальной в последние годы с развитием автономных транспортных средств, уличного видеонаблюдения и других сфер, где низкая видимость может представлять серьезные проблемы для безопасности и эффективности работы систем. В статье рассматриваются особенности использования машинного зрения на основе камерных и лидарных технологий. Применение машинного зрения на основе камер и лидарной технологии продолжает свое развитие, что обуславливает научную новизну данной статьи. Целью исследования является изучение использования технологий машинного зрения в условиях плохой видимости. Методика научного исследования строится на анализе научных данных, сравнительном анализе, синтезе данных, графической интерпретации. Результатом исследования является выявление особенностей внедрения лидаров в технологию машинного зрения. В работе также определены перспективы развития и рассмотрены исследования в данной области.

Ключевые слова: машинное зрение, камера, радар, лидар, облако, изображение, распознавание объектов, область искусственного интеллекта

Поступила 30.05.2023, одобрена после рецензирования 10.09.2023, принята к публикации 18.09.2023

Для цитирования. Власов С. Ю., Кипов М. Х. Машинное зрение в условиях плохой видимости // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 25–31. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-25-31

MSC: 68-02

Review article

Machine vision in poor visibility conditions

S.Yu. Vlasov, M.Kh. Kipov

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. Machine vision is a scientific digitization direction in the field of artificial intelligence, which allows technologies of various categories to obtain images of real objects, process them and use them in solving applied problems of various levels. A feature of this technology is the possibility of complete or partial object recognition without human participation. Machine vision in poor visibility conditions is a relatively new area of research and development. It has become especially relevant in recent years with the development of autonomous vehicles, outdoor video surveillance and other areas where poor visibility can cause serious problems for the safety and efficiency of systems. The article

discusses the features of using machine vision based on camera and lidar technologies. The use of camera-based machine vision and lidar technology continues to develop, which determines the scientific novelty of this article. The purpose of the study is to study the use of machine vision technologies in conditions of poor visibility. The methodology of scientific research is based on the analysis of scientific data, comparative analysis, data synthesis, graphical interpretation. The result of the study is the identification of the features of the introduction of lidars into machine vision technology. In the article the prospects for development are determined and researches in this area are overviewed.

Keywords: machine vision, camera, radar, lidar, cloud, image, object recognition, field of artificial intelligence

Submitted 30.05.2023,

approved after reviewing 10.09.2023,

accepted for publication 18.09.2023

For citation. Vlasov S.Yu., Kipov M.Kh. Machine vision in poor visibility conditions. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 5(115). Pp. 25–31. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-25-31

ВВЕДЕНИЕ

В области машинного зрения в условиях плохой видимости все еще существует много нерешенных проблем. Исследователи продолжают работать над разработкой новых алгоритмов и методов. Новизна этой области исследований заключается в поиске способов улучшить качество и эффективность систем компьютерного зрения в условиях ограниченной видимости, что может иметь значительные применения в различных областях.

Машинное зрение в условиях плохой видимости можно рассматривать как область исследования, посвященную разработке методов и алгоритмов компьютерного зрения, способных работать в условиях ограниченной видимости.

Плохая видимость может быть вызвана различными факторами, такими как низкое освещение, туман, дым, дождь или снег. В таких условиях классические методы компьютерного зрения могут оказаться неэффективными или даже невозможными.

Одним из подходов к решению этой проблемы является применение методов машинного обучения. Путем предварительной обработки изображений с использованием фильтров и алгоритмов улучшения изображения, а также применения глубоких нейронных сетей можно достичь улучшения качества изображений и установить соответствие между смазанными или искаженными объектами и их реальными формами.

Несмотря на то, что некоторые алгоритмы и методы машинного зрения могут быть применены и в условиях плохой видимости, специфические проблемы, такие как ограниченное освещение, искажение и смазывание изображений, создают новые проблемы.

Для решения этих проблем используют фильтры и алгоритмы улучшения изображения, которые могут устранять шум, увеличивать контрастность и восстанавливать детали в плохо видимых изображениях. Также используются техники компенсации тумана и дыма.

Кроме того, глубокое обучение и нейронные сети доказали свою эффективность в задачах машинного зрения в условиях плохой видимости. Они способны извлекать признаки изображения даже из искаженных или смазанных изображений и классифицировать их.

В последние десятилетия технологии искусственного интеллекта и робототехники, в том числе машинное зрение, остаются в числе наиболее развивающихся информационных систем. Различные статистические и экономические данные свидетельствуют о включении данной системы в категорию пятнадцати самых востребованных информационных технологий.

Рынок систем компьютерного зрения в Российской Федерации имеет огромную значимость и оценивается в сумму более 7 миллиардов рублей [1, с. 114]. Как отмечают

исследователи, одним из мегатрендов будущего будет изменение физического мира посредством беспилотных транспортных средств на суше, в воздухе и воде [2]. Перемещение людей и грузов станет более эффективным и безопасным с применением современных технологий слежения и распознавания с помощью машинного зрения в разных условиях видимости. Машинное зрение представляет собой набор алгоритмических подходов, которые позволяют решать задачи распознавания объектов. Технология прочно закрепилась во многих отраслях промышленности нашей страны. Распознаваемые объекты могут иметь статический и динамический вид. В настоящее время машинное зрение имеет достаточную мощность и может использоваться без участия человека в различных областях нашей жизни.

Целью исследования является изучение использования технологий машинного зрения в условиях плохой видимости.

Материалы и методы исследования. Методика научного исследования строится на анализе научных данных, сравнительном анализе, синтезе данных, графической интерпретации.

Результаты исследования. Согласно статистике использования машинного зрения в соответствии с годами, предоставленной компанией Tractica, рынок применения машинного зрения имеет стремительный рост [3, с. 342].

Рынок розничной торговли за последние годы вырос в деле производства систем камер видеонаблюдения, которые могут работать в условиях различной видимости и проходимости. Кроме того, эти камеры позволяют собирать аналитические данные о нахождении людей в помещении, автомобилей на дорогах либо о видимости дорожной разметки, пешеходного перехода и другие.

Выделим основные компоненты машинного зрения современного типа:

1. Оснащение одной или несколькими цифровыми или аналоговыми камерами (черно-белого или цветного разрешения). Они имеют подходящее оптическое содержание для получения корректных изображений.
2. Оснащение встроенным программным обеспечением для обработки полученного изображения. Аналоговые камеры имеют оцифровщик изображений.
3. Оснащение передовым процессором многоядерного или встроенного характера. Оно предполагает наличие инструментов для разработки приложения.
4. Оснащение возможностью ввода и вывода данных, передачи полученных результатов и изображений по связным каналам.
5. Оснащение камерой умного типа.
6. Оснащение лампами люминесцентного и галогенного типа.
7. Оснащение светодиодами.
8. Оснащение встроенными приложениями, которые позволяют обрабатывать изображения и находить определенные свойства и данные.
9. Оснащение датчиком обнаружения магнитного или оптического характера. Он позволяет захватывать и обрабатывать необходимые изображения.
10. Утилизирующие приводы для выброса бракованных деталей¹.

Совокупность основных компонентов машинного зрения не всегда дает высокие результаты без слаженного алгоритма управления их действиями. Алгоритм автономного управления подразумевает самостоятельное движение беспилотных машин по маршруту, заранее

¹ Машинное зрение. Что это и как им пользоваться? Обработка изображений оптического источника // URL: <https://habr.com/ru/articles/350918/> (дата обращения: 27.05.2023).

разработанному и одобренному верхним уровнем роботизированной системы, гармонизированному с маршрутами других таких машин [4].

По отношению к получению изображений объектов в условиях плохой видимости машинное зрение без оснащения дополнительными технологиями имеет малую эффективность. Благодаря последним технологическим достижениям транспортное средство начинает рассматриваться, скорее, как система, чем как машина; следовательно, роль машинного зрения возрастает. Для успешного внедрения автоматизированных транспортных средств и обеспечения надежности некоторых современных систем помощи водителю необходимо обеспечить инфраструктуру, которую машинное зрение сможет надежно считывать и использовать для безопасного управления. В то же время водители также должны получать пользу от той же инфраструктуры.

При совмещении с лидарными установками оно позволяет распознавать темные объекты даже в пределах плохой досягаемости. Глубокое обучение распознаванию точечного темного изображения использует нейронные сети для изучения полезных представлений объектов непосредственно из данных [5]. Имеющиеся в настоящий момент беспилотные системы оснащены радарными датчиками, что снижает их способность к видимости в темное время суток. Использование лидаров, по мнению специалистов из различных стран, позволит решить данную проблему. К примеру, специалисты Израиля опубликовали научное исследование с предложением объединить лидары и машинное зрение. Технология будет построена на преобразовании облаков точек лидара в фотореалистичные изображения с помощью генеративно-сопоставительной сети (GAN) [5].

Лидары имеют оптический диапазон, рассчитанный на высокую дальность. В составе машинного зрения они способны формировать двухмерное и трехмерное изображение [6, с. 163]. Отличие их принципа действия от устройств радарного типа заключается в использовании лазерных лучей когерентного излучения. Радиоволны радаров способны отражать только крупные, четко видимые металлические объекты. Лидары способны рассеивать световую волну в любых условиях видимости. В настоящее время они являются современным устройством, которое позволяет беспилотным системам ориентироваться в пространстве без участия водителя. Они используются повсеместно на роботизированных автомобилях Google и гонках DARPA.

Поэтому мы считаем, что проблема обнаружения объектов в условиях различной видимости в настоящее время решается путем улучшения машинного зрения, внедрения новых технологий и обучения в целом. На наш взгляд, развитие данной информационной системы сосредотачивается на интересных темах, таких как передача нейронного стиля, сегментация, отслеживание и, конечно же, обнаружение объектов [7].

Особенности работы машинного зрения на основе камер и лидара связаны с динамичным сбором необходимых данных на датчики мобильного робота. Это позволяет изменять угол камерного обзора и уровень изображения, обновлять данные трехмерного изображения, а также ограничивать возможности применения сканерной системы².

Планирование маршрута мобильного наземного робота требует картирования видимой области с разделением ее на зоны хорошей или условной проходимости и непроходимости. Зоны условной проходимости – это такие участки подстилающей поверхности, где движение возможно только с ограничениями по скорости или направлению. Получить полную

² Компьютерное зрение и лидары помогут автопилоту лучше видеть. Подробнее: [https:// www.securitylab.ru/news/528069.php](https://www.securitylab.ru/news/528069.php) // URL: <https://www.securitylab.ru/news/528069.php> (дата обращения: 27.05.2023).

информацию о координатах позволяет измерение трехмерного изображения с разных точек зрения. Если необходимые объекты непрозрачны, то получится одна сторона изображения, которая будет направлена в сторону наблюдателя. Внедрение трехмерных оптических камер и лидаров позволяет решать проблему измерения и отображения зон условной непроходимости и плохой видимости [8]. Обработка данных, полученных с помощью лидара и видеокамеры, возможна посредством соответствующего программного обеспечения и библиотек OpenCV. Библиотека OpenCV широко реализуется в исследованиях по реализации машинного зрения [9].

Среди основных преимуществ использования лидара – его способность преодолевать проблему бликов. Светочувствительный сенсор в камере легко может перенасытиться (слишком много энергии передается соседним пикселям), из-за чего черты объектов становятся неразличимыми. Поскольку датчик лидар способен хранить гораздо больший заряд и чувствителен ко времени сигнала, данные становятся намного чище. Тем не менее, хотя лидар является надежным решением в условиях яркого света, у него есть свои недостатки: в основном довольно низкое разрешение и тип данных, которые он выдает. Следовательно, хотя либо камера сама по себе, либо только лидар могут обеспечить достаточные входные данные для транспортных алгоритмов, их комбинация кажется предпочтительным решением, поскольку входные данные от каждого датчика данных могут использоваться для проверки и дополнения других данных и предоставления другой точки зрения. Эта избыточность необходима для минимизации риска несчастных случаев, связанных с транспортными средствами из-за неправильных или отсутствующих данных [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, мы считаем, что применение лидар-технологии в условиях плохой видимости позволяет получать корректное изображение, которое можно преобразовать. Устройство способно получать пространственно-организованные данные с облака точек. Облако точек может улавливать необработанные изображения, сканировать определенные объекты, внешние и внутренние элементы окружающей среды. Методом отбора необработанных изображений на выходе лидар способен преобразовать их в пригодные для чтения файлы.

Израильские специалисты сообщают, что созданные технологичные модели способны даже создавать прогноз видимых признаков определенных объектов, что создается при помощи облака точек. Таким путем возможно получение изображений темных машин, которые можно обнаружить только вышеуказанным способом. Это связано с их плохой способностью к отражению света, что не позволяет радарам фиксировать данные объекты. В будущем данная технология может быть использована для визуального распознавания объектов на фотореалистичных изображениях, сгенерированных из облаков точек лидаров.

Проанализировав имеющиеся современные исследования в данной области, можно сделать вывод, что внедрение вышеуказанной технологии имеет огромную перспективу. Необходимо выявление имеющихся недостатков, повышение технологического прогресса и дальнейшее развитие данной идеи во всем мире. Ведется разработка единых стандартов для систем машинного зрения, что приведет к стабилизации рынка данной технологии и значительно увеличит продажи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров В. С. Технологии компьютерного зрения на российском и мировых рынках и их перспективы // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2022. № 1. С. 114–115.
2. Шумский С. Машинный интеллект. Очерки по теории машинного обучения и искусственного интеллекта. Москва: Издательство РИОР, 2022. 340 с.
3. Горячкин Б. С., Китов М. А. Компьютерное зрение // E-Scio. 2020. № 9(48). С. 317–345. EDN: EBYPIO.
4. Орлов С. П., Сусарев С. В., Морев А. С. Система технического зрения автономного сельскохозяйственного автомобиля. Материалы VI Всероссийской научно-технической конференции. Челябинск, 2020.
5. Силуниин В. А., Смышко М. В. Использование компьютерного зрения в автоматизированной робототехнике для охраны здоровья // Молодой ученый. 2021. № 22(364). С. 121–123.
6. Крейман Г. Биологическое и компьютерное зрение / пер. с англ. И. Л. Люско; под ред. Т. Б. Киселевой, Т. И. Люско. Москва: ДМК Пресс, 2022. 314 с.
7. Кристофер М. Бишоп. Распознавание образов и машинное обучение. Москва: Диалектика, 2020. 962 с.
8. Бакшанский Р. Ю. Визуализация быстропротекающих процессов с использованием камеры машинного зрения // Избранные доклады 67-й Университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. 19–23 апреля 2021 года. Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. С. 327–328. EDN: KRVIWP.
9. Искров Н. С., Буряк Д. В., Касимов Г. Э. О Библиотеке OpenCV для реализации системы машинного зрения в условиях плохой видимости под водой // Материалы XXVI Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева. В 2-х частях. Часть 2 / под общей редакцией Ю. Ю. Логинова. Красноярск, 2022.
10. Куутти С., Фаллах С., Катсарос К. В. и др. Обзор современных методов локализации и их потенциала для применения в беспилотных транспортных средствах // Избранные доклады 4-й Азиатско-Тихоокеанской конференции по интеллектуальным роботизированным системам. 2022. С. 829–846.

REFERENCES

1. Zakharov V.S. Computer vision technologies in the Russian and world market and their prospects. *Vestnik Taganrogskego instituta upravleniya i ekonomiki* [Bulletin of the Taganrog Institute of Management and Economics]. 2022. No. 1. Pp. 114–115. (In Russian)
2. Shumsky S. *Mashinnyy intellekt. Ocherki po teorii mashinnogo obucheniya i iskusstvennogo intellekta* [Machine intelligence. Essays on the theory of machine learning and artificial intelligence]. Moscow: RIOR, 2022. 340 p. (In Russian)
3. Goryachkin B.S., Kitov M.A. Computer vision // E-Scio. 2020. No. 9(48). Pp. 317–345. EDN EBYPIO. (in Russian)
4. Orlov S.P., Susarev S.V., Morev A.S. Technical vision system for an autonomous agricultural vehicle. *Materialy VI Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [VI All-Russian Scientific and Technical Conference]. Chelyabinsk, 2020. (In Russian)
5. Silyunin V.A., Smytsko M.V. The use of computer vision in automated robotics for health protection. *Molodoy uchenyy* [Young scientist]. 2021. No. 22(364). Pp. 121–123. (In Russian)

6. Kreyman G. *Biologicheskoye i komp'yuternoye zreniye* [Biological and computer vision]: trans. from English. I. L. Lyusko; edited by T. B. Kiseleva, T.I. Lyusko. Moscow: DMK Press, 2022. 314 p. (In Russian)
7. Christopher M. Bishop. *Raspoznavaniye obrazov i mashinnoye obucheniye* [Bishop image Recognition and Machine Learning]. Moscow: Dialektika, 2020. 962 p. (In Russian)
8. Bakshansky R.Yu. Visualization of fast processes using a machine vision camera. *Izbrannyye doklady 67-y Universitetskooy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov i molodykh uchenykh*. Tomsk, 19–23 April, 2021. Pp. 327–328. EDN: KRVIBP. (In Russian)
9. Iskov N.S., Buryak D.V., Kasimov G.E. About the OpenCV Library for the implementation of a machine vision system in conditions of poor visibility under water. *Materialy XXVI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati general'nogo konstruktora raketno-kosmicheskikh sistem akademika M.F. Reshetneva*. Part 2, ed. Yu.Yu. Loginova. Krasnoyarsk, 2022. (In Russian)
10. Kuutti S., Fallah S., Katsaros K., et al. Review of modern methods of localization and their potential for application in unmanned vehicles. *Izbrannyye doklady 4-oy Aziatsko-Tikhookeanskooy konferentsii po intellektual'nym robotizirovannym sistemam*. 2022. Pp. 829–846. (In Russian)

Информация об авторах

Власов Сергей Юрьевич, аспирант, Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;
360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;
SergeoVlasov@gmail.com

Кипов Мухамед Хусенович, аспирант, Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;
360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;
muhamed.kipov@icloud.com

Information about the authors

Vlasov Sergey Yurevich, postgraduate student, 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;
SergeoVlasov@gmail.com

Kipov Mukhamed Khusenovich, postgraduate student, 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;
muhamed.kipov@icloud.com

Модель энергообмена между агнейронами в составе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры

И. А. Пшенокова, А. З. Апшев

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

Аннотация. В последние годы распределенный искусственный интеллект привлек внимание академических кругов из-за его способности решать сложные вычислительные задачи. Основным направлением данной статьи являются мультиагентные системы. Гибкость мультиагентных систем делает их подходящими для решения задач в различных дисциплинах, включая информатику, экономику, гражданское строительство и др. Целью настоящего исследования является построение имитационной модели энергообмена между агентами в интеллектуальной системе принятия решений на основе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры. Объектом исследования является процесс энергообмена в нейронной структуре головного мозга. В работе предлагается модель энергообмена между агнейронами в составе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры интеллектуального агента. Предлагаемый формализм основан на нейрофункциональном сходстве агнейронов интеллектуального агента с нейронами человеческого мозга. Рассматривается процесс обмена и потребления энергии нейронами мозга в процессе выполнения когнитивных функций. В частности, работа сочетает в себе знания, полученные в результате изучения митохондриальной функции и метаболической энергии мозга. Представлен формализм для расчета энергии агнейронов и акторов на разных уровнях инварианта мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры интеллектуального агента. Дальнейшая работа будет заключаться в тестировании представленной архитектуры в разрабатываемой программе имитационного моделирования.

Ключевые слова: интеллектуальный агент, мультиагентные системы, когнитивная архитектура, системы принятия решений и управления

Поступила 18.08.2023, одобрена после рецензирования 12.09.2023, принята к публикации 25.09.2023

Для цитирования. Пшенокова И. А., Апшев А. З. Модель энергообмена между агнейронами в составе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 32–40. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-32-40

MSC: 68T42

Original article

Energy exchange model between agneurons as part of multi-agent neurocognitive architecture

I.A. Pshenokova, A.Z. Apshev

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. In recent years distributed artificial intelligence has attracted the attention of scientists due to its ability to solve complex computing problems. The main area of this article is multi-agent systems. The flexibility of multi-agent systems makes them suitable for solving problems in various disciplines, including

computer science, economics, civil construction, etc. The aim of this study is to build an imitation model of energy exchange between agents in an intellectual decision-making system based on multi-agent neurocognitive architecture. The object of study is the process of energy exchange in the neural structure of the brain. The work proposes a model of energy exchange between agneurons as part of a multi-agent neurocognitive architecture of an intellectual agent. The proposed formalism is based on the neurofunctional similarity of the agneurons of an intellectual agent with neurons of the human brain. The process of energy exchange and consumption of the brain neurons in the process of performing cognitive functions is considered. In particular, the work combines the knowledge gained as a result of the study of mitochondrial function and the metabolic energy of the brain. Formalism is presented for calculating the energy of agneurons and actors at different levels of the invariant of multi-agent neurocognitive architecture of an intelligent agent. Further work will be to test the presented architecture in the simulation modeling program.

Keywords: intellectual agent, multiagent systems, cognitive architecture, decision making and management systems

Submitted 18.08.2023,

approved after reviewing 12.09.2023,

accepted for publication 25.09.2023

For citation. Pshenokova I.A., Apshev A.Z. Energy exchange model between agneurons as part of multi-agent neurocognitive architecture. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2023. No. 5(115). Pp. 32–40. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-32-40

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы распределенный искусственный интеллект (РИИ) привлек огромное внимание академических кругов из-за его способности решать сложные вычислительные задачи [1, 2]. Алгоритмы РИИ подразделяются на три категории: параллельный ИИ, распределенное решение проблем и мультиагентные системы (МАС). Параллельный ИИ включает в себя разработку параллельных алгоритмов, языков и архитектур для повышения эффективности классических алгоритмов ИИ за счет использования параллелизма задач [2]. Распределенное решение проблем включает в себя разделение задачи на подзадачи, каждая из которых выделяется узлу среди набора кооперативных узлов, известных как вычислительные объекты. Вычислительные объекты имеют общие знания или ресурсы, а также предопределенные коммуникации с другими объектами, что в свою очередь ограничивает их гибкость [3].

Мультиагентные системы, которые являются основным направлением этой статьи, состоят из автономных сущностей, известных как агенты. Подобно вычислительным объектам, агенты совместно решают задачи, но они предлагают большую гибкость из-за присущей им способности учиться и принимать автономные решения. Для обучения и получения новых знаний агенты взаимодействуют с другими агентами и окружающей средой. Знания необходимы для принятия решений и выполнения действий в среде в процессе решения выделенной им задачи. Именно эта гибкость делает МАС подходящими для решения задач в различных дисциплинах, включая информатику, гражданское строительство и электротехнику [4]. Для разработки МАС требуется решение широкого круга сложных задач: координация между агентами [5], обучение [6] и безопасность [7].

Отличительные особенности МАС, такие как гибкость и надежность, делают их эффективными для решения сложных задач. Эффективность заключается в разделении сложной задачи на несколько более легких, каждая из которых назначается отдельному агенту [8]. Агент может решить поставленную задачу с любым уровнем заранее определенных знаний,

что обеспечивает высокую гибкость [9]. Распределенный характер решения задач, принятый в МАС, также имеет высокую надежность, так как в случае сбоя одного агента задача может быть легко переназначена другим агентам.

В работе мы предлагаем метафору проектирования интеллектуальной системы (назовем ее интеллектуальный агент [10]) на основе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры. Такой подход основан на нейрофункциональном и структурном сходстве с нейронными группами головного мозга, что позволяет строить имитационные модели когнитивных функций человека. Мультиагентная нейрокогнитивная архитектура определяется как рекурсивная когнитивная архитектура (допускающая вложенность агентов и функциональных систем друг в друга), функциональные узлы которой состоят из программных агентов-нейронов \aleph_i (агнейронов) разной степени сложности и объединены в составе т.н. инварианта нейрокогнитивной архитектуры [11]. Этот инвариант локализует когнитивные узлы распознавания состояний, идентификации и оценки проблемных ситуаций, синтеза целевых состояний и путей их достижения, а также позволяет конструировать их суперпозиции. Интеллектуальный агент на его основе рационализирован как автономная сущность, наблюдающая за окружающей средой через датчики (сенсоры) и взаимодействующая с ней с помощью эффекторов (рис. 1).

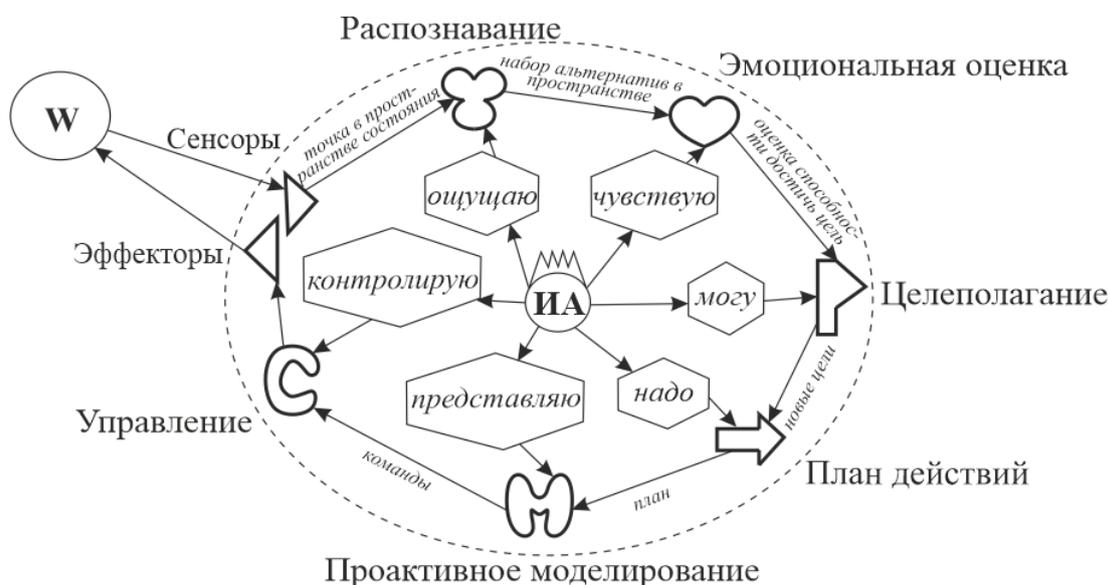


Рис. 1. Интеллектуальный агент на основе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры

Fig. 1. Intelligent agent based on multi-agent neurocognitive architecture

Целевая функция управляет выбором агента в дереве решений пути, субоптимального по критерию максимизации суммарной энергии вознаграждения, получаемой им за переход в определенное состояние в составе этого пути. Высота дерева решений равна количеству шагов до горизонта планирования. Так как мультиагентная нейрокогнитивная архитектура интеллектуального агента рекурсивна, то каждый агнейрон в составе архитектуры состоит из агентов-актеров, которые локализируются в функциональные узлы распознавания, эмоциональной оценки, целеполагания, синтеза плана действий и управления и обладают целевой функцией, направленной на поиск субоптимального по критерию максимизации энергии пути в дереве решений. Наиболее важными функциями интеллектуального агента являются проактивность и возможность выполнения динамически

интеллектуального поведения. Мерой активности агента в среде является энергия. В нашем подходе энергия рассматривается как безразмерная величина. Агенты получают энергию в основном от других агентов в качестве «платы» в обмен на знания. Такой обмен осуществляется согласно мультиагентному контракту. Под контрактом понимается зависимость, возникающая и развивающаяся, когда агенты заключают друг с другом договорные обязательства на условиях взаимовыгодного обмена энергии на знания. Такая зависимость лежит в основе мультиагентного экзистенциального отображения [12]. Знания представляются причинно-следственными зависимостями, имеющими следующий формат: стартовая (текущая) ситуация, желаемая ситуация (чаще всего это прогноз на ожидаемое состояние энергии) и действие, которое нужно выполнить для перехода из начальной ситуации в конечную. Такой интеллектуальный агент также способен расширять или обновлять свою базу знаний, тем самым обновляя свои планы по достижению желаемых целей [13].

Энергия агнейрона \aleph_i рассчитывается по формуле

$$E_{\aleph_{\tau_b}}^{ij\tau} = E_{\aleph_{\tau_b}}^{ij\tau_b} - \Delta E_{\aleph}^{ij} \cdot \Delta \tau_b^c - \Delta E_{\aleph}^{ijh} - \sum_{\forall \aleph_d^{ij}} \Delta e_{\aleph_d}^{ij} + \sum_{\forall \aleph_r^{ij}} \Delta e_{\aleph_r}^{ij} + \Delta E_{\aleph}^{ijh\tau}, \quad (1)$$

где $E_{\aleph_{\tau_b}}^{ij\tau_b}$ – значение энергии, которую агнейрон получает при «рождении», ΔE_{\aleph}^{ij} – энергия, затрачиваемая агнейроном для того, чтобы прожить один такт времени τ_b^c , ΔE_{\aleph}^{ijh} – энергия, затрачиваемая агнейроном за переход в h -е состояние, $\Delta e_{\aleph_d}^{ij}$ – энергия, которую затрачивает агнейрон для того, чтобы расплатиться с контрагентами (агнейронами \aleph_d^{ij}), $\Delta e_{\aleph_r}^{ij}$ – энергия, которой другие агнейроны \aleph_r^{ij} расплачиваются с данным агнейроном, $\Delta E_{\aleph}^{ijh\tau}$ – энергия, которую агнейрон получает за переход в некоторое целевое состояние. Эта энергия передается агнейронам, участвовавшим в выполнении поставленных пользователем интеллектуальному агенту задач. Причем количество этой энергии определяется качеством выполненной задачи.

Согласно (1) для недопущения агнейроном перехода в терминальное состояние необходимо заключать выгодные контракты с другими агнейронами, в которых количество получаемой больше количества затрачиваемой энергии при исполнении своих обязательств.

Объектом исследования является процесс энергообмена в нейронной структуре головного мозга.

Цель работы – разработать имитационную модель энергообмена в интеллектуальной системе принятия решений на основе мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры.

Задача исследования – построить модель энергообмена между агнейронами в составе функциональных узлов инварианта мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры.

МОДЕЛЬ ЭНЕРГООБМЕНА МЕЖДУ АГНЕЙРОНАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА

Так как предлагаемый формализм основан на нейрофункциональном сходстве агнейронов интеллектуального агента с нейронами человеческого мозга, рассмотрим, как происходит обмен и потребление энергии нейронами в процессе выполнения когнитивных функций. В мозге главными органеллами энергетического метаболизма, «фабриками» по производству АТФ (аденозинтрифосфорная кислота – универсальный источник

энергии для всех биохимических процессов, протекающих в живых системах), энергетической фабрикой клетки являются митохондрии [14]. Митохондрии населяют цитоплазму нейронов, которые полагаются на выработку митохондриальной энергии для выживания. Эти органеллы содержат свой собственный геном — митохондриальную ДНК, которая кодирует основные субъединицы дыхательной цепи, где электроны объединяются с кислородом, чтобы обеспечить поток энергии через митохондрию. Митохондрии, находящиеся под напряжением, могут затем синтезировать АТФ, которая питает энергетически зависимые внутриклеточные реакции (такие как эндоцитоз, транспорт ионов и биосинтез нейротрансмиттеров), и поддерживать другие критические митохондриальные функции, способствующие внутриклеточной сигнализации [15]. Не менее важным является относительно недавнее открытие того, что митохондрии динамически претерпевают изменения формы посредством регулируемых процессов слияния и деления (делая более длинные или более короткие органеллы соответственно) и активно перемещаются между клеточными компартментами, такими как сома, аксон и пресинаптические бутоны [16]. В мультиагентной нейрокогнитивной архитектуре интеллектуального агента моделью митохондрии в нейронах выступают специальные агенты-акторы, названные аналогично Митохондрии. В составе агнейрона они играют роль энергетической фабрики, синтезирующей энергию, а также являются внутриагентной сигнализацией. Эти агенты-акторы обладают своими собственными базами знаний (геномом), согласно которым передают агнейронам, с которыми текущий агнейрон заключил контракты в процессе решения поставленной задачи, некоторое значение энергии в обмен на информацию. Также акторы Митохондрии сигнализируют агнейронам о критическом значении собственной энергии. Базы знаний Митохондрий могут динамически меняться в процессе решения интеллектуальным агентом поставленной задачи путем регулирования передаваемой энергии агнейронам-контрактникам.

Вторым важным аспектом мозга является функциональная гетерогенность сегментов нейронов, что также отражается в сложной морфологии нейронов, которая может простирается на сотни микрометров в зависимости от типа нейрональных клеток и области мозга. Соответственно, дендритные, соматические, аксональные и пресинаптические сегменты нейронов могут иметь совершенно разные потребности в энергии, которые требуют локальной адаптации энергоснабжения, а также локальных клеточных сигналов, связывающих нейрональную и митохондриальную метаболическую активность. Аналогично агнейроны различных функциональных узлов мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры имеют разные потребности в энергии, что требует наличия в них определенного количества митохондрий и соответственно заключения большего или меньшего числа контрактов. Так, например, агнейроны типа события в когнитивном узле распознавания заключают большее количество контрактов с объектами, действиями и другими событиями в процессе идентификации текущей ситуации, что в свою очередь требует от них больших затрат энергии. Для компенсации своих затрат и экономии энергии эти агнейроны в процессе обучения изменяют состав акторов в функциональных узлах внутренней когнитивной архитектуры, таким образом редактируя или пополняя свою базу знаний. Обучение происходит в процессе установления причинно-следственной зависимости между наступившими событиями. Событий-причин и следствий может быть много. Поэтому в мультиагентной архитектуре

интеллектуального агента возможен множественный рост формирования динамических связей между событийными агнейронами. Однако прохождение по каждому из путей в образовавшемся множестве может привести к нецелесообразной потере энергии интеллектуальным агентом. В связи с этим вводится оценка степени корреляции знаний, полученных в результате формирования динамических связей, в виде отношения числа позитивных событий к общему числу событий [17]. В результате, если некоторому событию-причине соответствует несколько событий-следствий, агнейроны, отвечающие за эти следствия, сигнализируют агенту, отвечающему за причину, для получения вознаграждения. Когда агнейрон, отвечающий за ситуацию-причину, объявляет о вознаграждении, он находит своих контрагентов, затем формируются моделирующие агенты, держащие в себе ситуацию-причину и соответствующую ей ситуацию-следствие в виде знания. В результате экспериментов, тестирующих эти решения, происходит оценка степени корреляции полученного знания. Коэффициент корреляции запишем в виде

$$b = \frac{V^{sp}}{V^s}, \quad (2)$$

где V^{sp} – число позитивных событий, V^s – общее число событий, и примем его равным 1.

При увеличении или уменьшении коэффициента корреляции (2) добавляются или исключаются логические условия в разных частях знания и происходит динамическое укрепление или разрыв связей между агентами. Такое свойство мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры, на наш взгляд, сходно со свойством нейропластичности структур головного мозга, при котором происходит формирование или разрыв аксо-дендрональных связей.

Когда человек делает что-то совершенно новое, активным становится широкий спектр областей мозга [18]. Однако по мере того как мы становимся более опытными в выполнении этой задачи, мозг становится более сфокусированным, т.е. задействуются только основные области мозга и, соответственно, требуется меньше энергии для выполнения этой задачи. Аналогично этому процессу в нейрокогнитивной архитектуре при обучении или решении новой задачи между агнейронами для построения графа проблемной ситуации и выхода из нее происходит массовая рассылка между агентами одного функционального узла для поиска контрагентов, являющихся выходами из текущей ситуации. Такая массовая рассылка и поиск контрагентов требуют согласно (1) значительных затрат энергии. После заключения контрактов строится граф, при прохождении которого формируются моделирующие агнейроны, содержащие в себе события, их следствия, оценку и алгоритм действий, необходимых выполнить. При повторном наступлении аналогичной ситуации надобности в массовой рассылке уже нет, активизируются только те агнейроны, которые учувствуют в решении этой задачи и согласно заключенным контрактам осуществляют энергообмен. Таким образом, при обучении интеллектуального агента новым знаниям требуется больше энергии. Для компенсации потерянной энергии в (1) было введено последнее слагаемое. Эту энергию агнейрон может запросить у агнейрона – резервуара энергии, который пополняется пользователем при выполнении интеллектуальным агентом поставленных задач. На рисунке 2 представлены этот агнейрон и его внутренняя структура, состоящая из акторов Сенсор-сообщений, Эффектор-сообщений и Митохондрий в окне разрабатываемой авторами программы имитационного моделирования и визуализации интеллектуального агента.

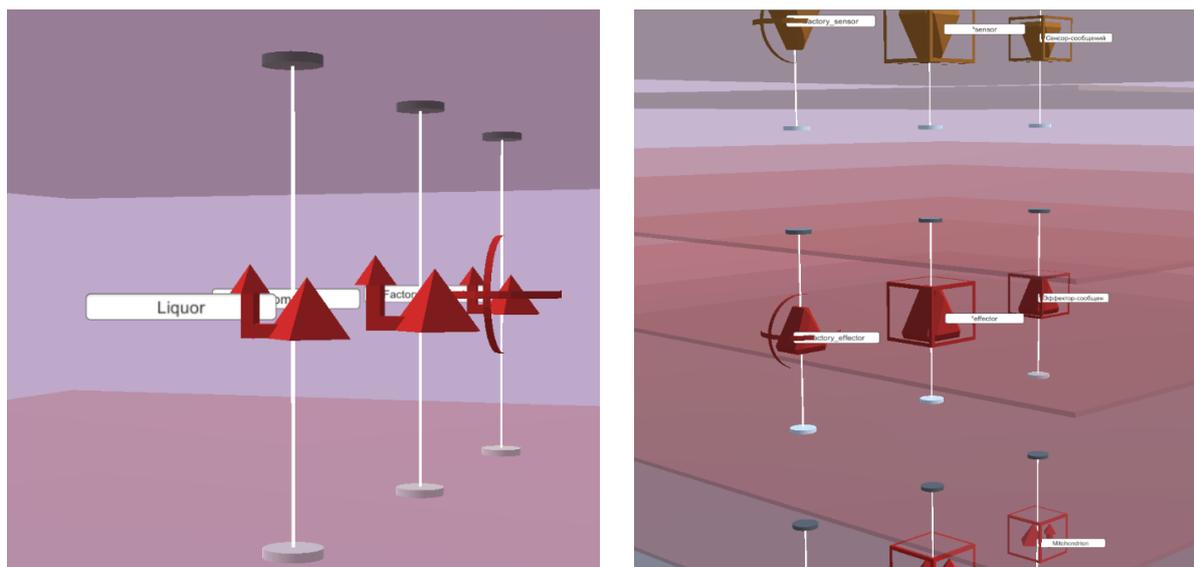


Рис. 2. Агнейрон – резервуар энергии (слева) и его внутренняя структура акторов (справа) в окне программы имитационного моделирования

Fig. 2. Agneuron – a reservoir of energy (left) and its internal structure of actors (right) in the window of simulation program

Основная задача этого агнейрона – перераспределение ограниченных метаболических ресурсов для гибкой адаптации к поставленным задачам. Мы предполагаем, что такой компромисс ресурсов является результатом механизма внимания, который служит для балансировки энергетического спроса и предложения в интеллектуальном агенте в соответствии с текущими приоритетами обработки. Кроме того, такой подход лежит в основе представления о том, что общий запас метаболической энергии в мозге остается постоянным независимо от спроса на умственные задачи. То есть увеличение спроса на обработку и связанный с ним спрос на метаболическую энергию уравнивается эквивалентным параллельным снижением метаболизма, чтобы поддерживать в нем постоянный уровень [19]. Таким образом, внимание решает, будет ли сенсорное восприятие ощущений сосредоточено на широком круге объектов (предметов или явлений), но с уменьшенным количеством деталей, либо на одном объекте, но с максимальной детализацией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе предлагается имитационная модель энергообмена в мультиагентной нейрокогнитивной архитектуре интеллектуального агента, основанная на результатах, полученных в нейрофизиологии мозга. В частности, работа сочетает в себе знания, полученные в результате изучения митохондриальной функции и метаболической энергии мозга. На их основе разработана модель энергообмена между агнейронами и акторами на разных уровнях инварианта мультиагентной нейрокогнитивной архитектуры интеллектуального агента. Дальнейшая работа будет заключаться в тестировании представленной архитектуры в разрабатываемой программе имитационного моделирования.

REFERENCES

1. Dorri A., Kanhere S., Jurdak R. Multi-agent systems: A Survey. *IEEE Access*. 2018. Vol. 6. Pp. 28573–28593. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2831228.

2. Bond A., Gasser L. Readings in distributed artificial intelligence. San Mateo, CA, USA: Morgan Kaufmann, 2014. 668 p.
3. Wooldridge M. An Introduction to multiagent systems. New York, NY, USA: Wiley, 2009. 488 p.
4. Shamshirband S., Anuar N., Kiah M., Patel A. An appraisal and design of a multi-agent system based cooperative wireless intrusion detection computational intelligence technique. *Eng. Appl. Artif. Intell.* 2013. Vol. 26. Pp. 2105–2127. DOI:10.1016/j.engappai.2013.04.010.
5. Zou A.-M., Kumar K., Hou Z.-G. Distributed consensus control for multi-agent systems using terminal sliding mode and Chebyshev neural networks. *Int. J. Robust Nonlinear Control.* 2013. Vol. 23(3). Pp. 334–357. DOI:10.1002/rnc.1829.
6. Calvaresi D. et al. Real-time multi-agent systems: rationality, formal model, and empirical results. *Autonomous agents and multi-agent systems.* 2021. Vol. 35(1). P. 12. DOI: 10.1007/s10458-020-09492-5.
7. Zhang D. et al. Physical safety and cyber security analysis of multi-agent systems: A survey of recent advances. *IEEE/CAA Journal of automatica sinica.* 2021. Vol. 8(2). Pp. 319–333. DOI:10.1109/JAS.2021.1003820.
8. Rezaee H., Abdollahi F. Average consensus over high-order multiagent systems. *IEEE Trans. autom. control.* 2015. Vol. 60(11). Pp. 3047–3052. DOI:10.1109/TAC.2015.2408576.
9. Ma L., Min H., Wang S. et al. An overview of research in distributed attitude coordination control. *IEEE/CAA J. autom. sinica.* 2015. Vol. 2(2). Pp. 121–133.
10. Nagoev Z., Pshenokova I., Nagoeva O. et al. 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
11. Нагоев З. В. Интеллектика, или мышление в живых и искусственных системах // Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2013. 213 с.
Nagoev Z.V. *Intellektika, ili myshlenie v zhivyykh i iskusstvennykh sistemakh* [Intellectics, or thinking in natural and artificial systems]. Nal'chik: Izdatel'stvo KBNTS RAN, 2013. 211 p.
12. Нагоев З. В. Мультиагентные экзистенциальные отображения и функции // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2013. № 4 (54). С. 63–71.
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.
13. Nagoev Z., Pshenokova I., Nagoeva O. et al. Situational analysis model in an intelligent system based on multi-agent neurocognitive architectures. *Journal of Physics: Conference Series.* 2131 (2021) 022103. DOI:10.1088/1742-6596/2131/2/022103.
14. Picard M., McEwen B.S. Mitochondria impact brain function and cognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2014. Vol. 111. No. 1. Pp. 7–8.
15. Wallace D.C. Bioenergetics, the origins of complexity, and the ascent of man. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2010. Vol. 107. No. supplement_2. Pp. 8947–8953.
16. Chan D.C. Fusion and fission: interlinked processes critical for mitochondrial health. *Annual Review of genetics.* 2012. Vol. 46. Pp. 265–287.
17. Пшенокова И. А., Нагоева О. В., Апишев А. З. и др. Формирование динамических причинно-следственных зависимостей при управлении поведением интеллектуального агента на основе формализма мультиагентных нейрокогнитивных архитектур // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 5(109). С. 73–80. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-73-80.

Pshenokova I.A., Nagoeva O.V., Apshev A.Z. et al. Formation of dynamic cause-and-effect relationships in controlling the behavior of an intelligent agent based on the formalism of multi-agent neurocognitive architectures. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 5 (109). Pp. 73–80. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-73-80.

18. Raichle M.E., Gusnard D.A. Appraising the brain's energy budget. *PNAS*. 2002. Vol. 99(16). Pp. 10237–10239. DOI: 10.1073/pnas.172399499.

19. Bruckmaier M., Tachtsidis I., Phan P. et al. Attention and Capacity Limits in Perception: A Cellular Metabolism Account. *Journal of Neuroscience*. 2020. Vol. 40 (35). Pp. 6801–6811. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2368-19.2020.

Информация об авторах

Пшенокова Инна Ауесовна, канд. физ.-мат. наук, зав. лаб., Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

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

pshenokova_inna@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3394-7682>

Апшев Артур Заурбиевич, стажер-исследователь, Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

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

apshev@mail.ru

Information about the authors

Pshenokova Inna Auesovna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of lab., 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;

pshenokova_inna@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3394-7682>

Apshev Artur Zaurbievich, Research Assistant, the 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;

apshev@mail.ru

Использование сверточных нейронных сетей для задач автоматического обнаружения заболеваний

М. А. Шереужева^{1,2}, М. А. Шереушев³, З. М. Альбекова⁴

¹Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а

²Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»
127055, Россия, Москва, Вадковский пер., 1

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

⁴Институт цифрового развития, Северо-Кавказский федеральный университет
350029, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2

Аннотация. В данной статье представлен обзор существующих архитектур сверточных нейронных сетей и их применения в задаче классификации для обнаружения заболеваний плодов и растений. Заболевания растений и плодов являются серьезной проблемой в сельском хозяйстве и садоводстве, их раннее обнаружение может помочь в принятии своевременных мер по предотвращению распространения и минимизации ущерба. Результаты исследования могут быть полезны для разработки автоматизированных систем обнаружения заболеваний плодов и растений, что способствует повышению урожайности.

Ключевые слова: нейронные сети, машинное обучение, архитектура сверточной сети, компьютерное зрение, классификация изображений

Поступила 25.09.2023, одобрена после рецензирования 06.10.2023, принята к публикации 09.10.2023

Для цитирования. Шереужева М. А., Шереушев М. А., Альбекова З. М. Использование сверточных нейронных сетей для задач автоматического обнаружения заболеваний // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 41–51. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-41-51

MSC: 68T99

Review article

The use of convolutional neural networks for automatic diseases detection tasks

M.A. Shereuzheva^{1,2}, M.A. Shereuzhev³, Z.M. Albekova⁴

¹Institute 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

²Moscow State Technological University «STANKIN»
127055, Russia, Moscow, 1 Vadkovsky lane

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

⁴Institute of Digital Development, North Caucasian Federal University
350029, Russia, Stavropol, 2 Kulakov avenue

Abstract. This article provides an overview of existing convolutional neural network architectures and their application in the classification task for detecting diseases of fruits and plants. Diseases of plants and fruits are a serious problem in agriculture and horticulture, and their early detection can

help in taking timely measures to prevent the spread and minimize damage. The results of the study can be useful for the development of automated systems for detecting diseases of fruits and plants, which helps to increase yields.

Keywords: neural networks, machine learning, convolutional network architecture, computer vision, image classification

Submitted 25.09.2023,

approved after reviewing 06.10.2023,

accepted for publication 09.10.2023

For citation. Shereuzheva M.A., Shereuzhev M.A., Albekova Z.M. The use of convolutional neural networks for automatic diseases detection tasks. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 5(115). Pp. 41–51. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-41-51

ВВЕДЕНИЕ

Одной из первостепенных задач исследований в области распознавания дефектов и заболеваний плодов и растений является обеспечение своевременного обнаружения таких состояний после обнаружения самого плода [1, 2]. Это важно по следующим причинам:

- повышение плодородности почвы и как следствие увеличение урожайности [3];
- снижение вероятности получения продукции низкого качества.

Для решения задачи требуется использовать специально обученную нейронную сеть, которая будет локализовать и анализировать возможные заболевания плодовых культур и растений на основе внешних признаков. Сверточные нейронные сети подходят для этой цели. Они также создадут статистические данные для выявления закономерностей развития и распространения заболеваний.

Сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN) представляют собой мощный класс архитектур искусственных нейронных сетей, широко применяемых для решения задач классификации в области компьютерного зрения. Они обладают способностью эффективно анализировать и обрабатывать входные данные, такие как изображения, с учетом их пространственной структуры.

Архитектуры сверточных нейронных сетей были разработаны с идеей эмуляции визуальной коры головного мозга человека, которая обрабатывает визуальные сигналы. Они способны автоматически извлекать признаки из входных данных, иерархически агрегировать их и принимать решение о классификации на основе этих признаков.

Одним из ключевых элементов сверточных нейронных сетей являются сверточные слои, которые выполняют операцию свертки между входными данными и набором фильтров [4]. Свертка позволяет выделять локальные пространственные шаблоны и признаки в изображениях, что делает сверточные нейронные сети особенно эффективными для задач компьютерного зрения.

Другой важный компонент архитектур сверточных нейронных сетей – слои пулинга (pooling layers). Они выполняют операцию уплотнения и уменьшения размерности данных, что позволяет сети справляться с более высокой степенью инвариантности к малым изменениям входных данных, таким как сдвиги или небольшие искажения.

В последние годы было предложено множество различных архитектур сверточных нейронных сетей, которые достигли впечатляющих результатов в задачах классификации изображений. Некоторые из наиболее известных архитектур включают в себя CNN, ResNet, DenseNet121, Mobilenet V2, Inception architecture, EfficientNet и другие. Каждая из этих архитектур имеет свои особенности и характеристики, которые позволяют им достигать высокой точности и эффективности в различных задачах классификации.

Целью данной работы является исследование основных архитектур сверточных нейронных сетей.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть различные архитектуры сверточных сетей;
- изучить основные компоненты и принципы работы нейронных сетей;
- сравнить рассмотренные архитектуры.

СПОСОБЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ CNN

Рассмотрим подробно архитектуры сверточных нейронных сетей (CNN), применяемые в области компьютерного зрения, которые являются частью машинного обучения. Структура CNN аналогична связям в зрительной коре человеческого мозга. Одним из преимуществ CNN является их способность извлекать объекты изображений без необходимости ручного извлечения, которое требуется в некоторых других методах машинного обучения. Из-за этих преимуществ в течение последнего десятилетия CNN успешно применялись для автоматизированного контроля дефектов литья с различными характеристиками [5, 6]. В процессе развития CNN было создано множество архитектур, которые прошли структурные преобразования, регуляризацию, оптимизацию параметров и другие улучшения. Одной из выдающихся архитектур CNN является AlexNet, которая успешно справляется с задачами распознавания изображений. Хотя CNN показывают лучшие результаты в области обработки изображений по сравнению с традиционными методами машинного обучения, все же остаются некоторые общие проблемы, связанные с ограниченной обобщаемостью моделей. В частности, модели, обученные на одном наборе данных с определенным распределением объектов, значительно снижают свою производительность при тестировании на другом наборе данных с другим распределением объектов. На рисунке 1 показан принцип работы алгоритмов на основе архитектуры CNN.

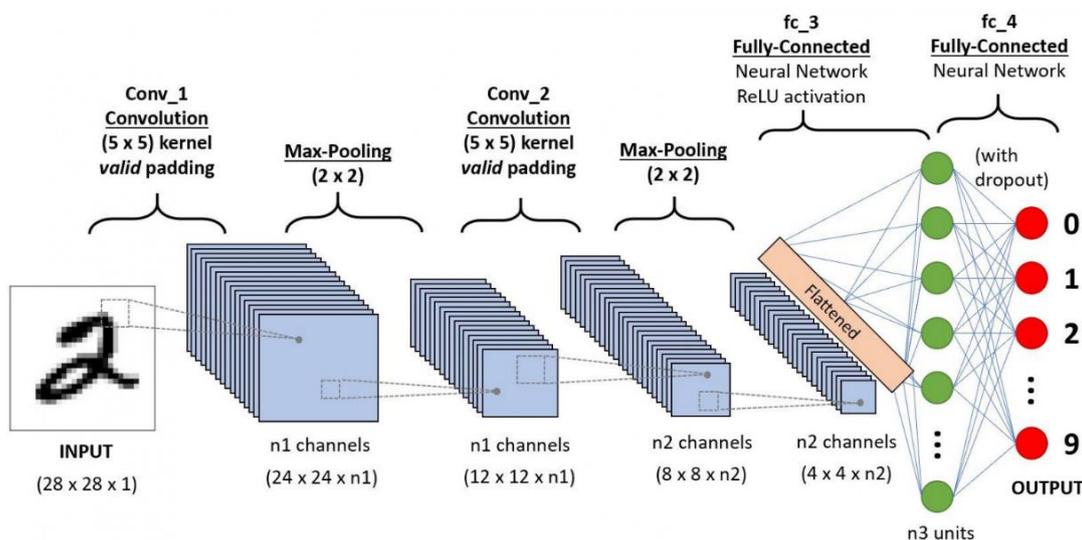


Рис. 1. Схема слоев архитектуры CNN

Fig. 1. CNN architecture layer diagram

RESNET

Более глубокие нейронные сети сложнее обучать. Авторы [7] представили структуру остаточного обучения, чтобы облегчить обучение сетей с большей глубиной по сравне-

нию с предыдущими моделями. Эта архитектура показана на рисунке 2, где различные размеры протекающих тензоров обозначены разными цветами. При переходе от одного цвета к другому количество каналов увеличивается в 2 раза, а ширина и высота тензора уменьшаются в 2 раза благодаря параметру $\text{stride} = 2$. Дугообразные стрелки представляют собой идентичное отображение без изменений размера тензора, а пунктирные стрелки указывают на изменение размера.

Первый слой – свертка 7×7 , за ней идет max -пулинг, а потом ровный строй сверток 3×3 (почти во всех $\text{stride} = 1$, кроме тех, что на стыке цветов, – в них $\text{stride} = 2$). И в самом конце стоят $\text{global average pooling}$ и полносвязный слой. Пулинг считает среднее значение для каждого канала в тензоре, а полносвязный слой отображает эти значения.

Для более глубоких сетей (50+ слоев) использовали residual block , известный как «bottleneck» (бутылочное горлышко). Первая свертка 1×1 в бутылке уменьшает количество каналов, затем идет свертка 3×3 и в конце опять 1×1 , которая возвращает исходное количество каналов. Этот трюк позволяет увеличить глубину сети без сильного увеличения количества параметров.

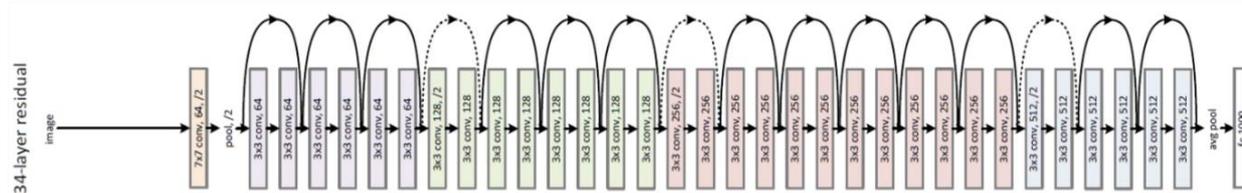


Рис. 2. Архитектура ResNet

Fig. 2. ResNet architecture

Центральное значение для многих задач визуального распознавания имеет глубина представлений. Это убедительно доказывает применимость, по мнению авторов, принципа остаточного обучения к другим задачам компьютерного зрения.

DENSENET121

Исследования, проведенные авторами работы по ResNet, показали, что сверточные сети могут быть глубже, точнее и эффективнее в обучении, если между слоями содержатся короткие соединения, которые связывают слои, близкие к входу, со слоями, близкими к выходу. В своей статье [8] авторы учли это наблюдение и представили плотную сверточную сеть (Dense Net). В Dense Net каждый слой соединен с любым другим слоем прямыми связями. В отличие от традиционных сверточных сетей с L слоями, которые имеют только одно соединение между каждым слоем и его последующим слоем, эта сеть имеет $L(L + 1)/2$ прямых соединений. Каждый слой в Dense Net использует карты объектов всех предыдущих слоев в качестве входных данных, а его собственные карты объектов используются в качестве входных данных для всех последующих слоев. Плотные сети обладают несколькими преимуществами: они решают проблему исчезающего градиента, улучшают распространение объектов, способствуют повторному использованию объектов и значительно сокращают количество параметров [9].

На рисунке 3 показана архитектура сети DenseNet. Показан один блок DenseNet с пятью слоями. На вход слоя поступают карты признаков от предыдущих слоев.

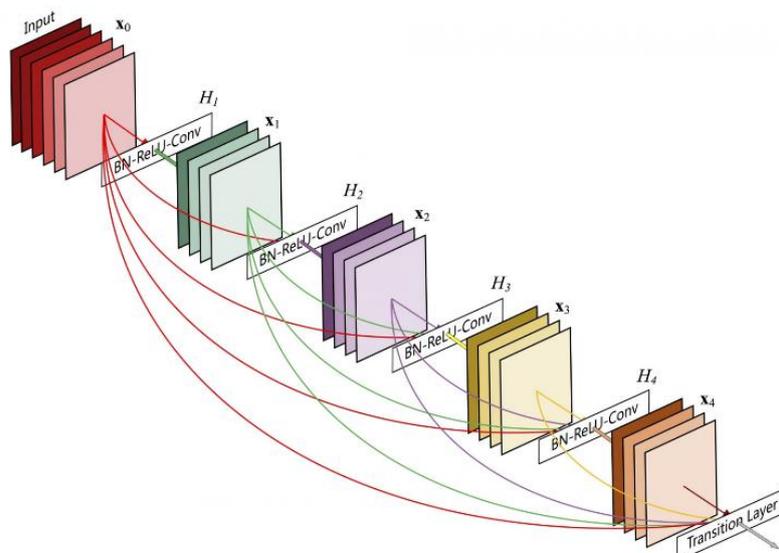


Рис. 3. Принцип работы DenseNet, а именно описание взаимодействия слоев

Fig. 3. The operating principle of DenseNet, namely the description of the interaction of layers

DenseNets естественным образом объединяют свойства сопоставления идентификационных данных, глубокого контроля и разнообразной глубины в соответствии с простым правилом подключения [8]. Это позволяет эффективно повторно использовать функции во всех сетях и создавать более компактные и точные модели. Благодаря их компактным внутренним представлениям и уменьшенной избыточности функций DenseNets являются превосходным средством извлечения объектов для различных задач компьютерного зрения, основанных на сверточных функциях.

MOBILENET V2

В 2017 году была представлена семья нейронных сетей компьютерного зрения под названием MobileNetV1. Эти сети были разработаны с учетом мобильных устройств и предназначены для поддержки различных задач, таких как классификация, обнаружение и другие. Возможность выполнения глубокого обучения на персональных мобильных устройствах обеспечивает удобство для пользователей, позволяя им иметь доступ в любое время и в любом месте, а также предлагает дополнительные преимущества в области безопасности, конфиденциальности и энергопотребления. С развитием новых приложений, позволяющих пользователям взаимодействовать с реальным миром в режиме реального времени, возникает потребность в еще более эффективных нейронных сетях.

MobileNetV2 является сверточной нейронной сетью, которая улучшает производительность современных моделей для мобильных устройств в различных задачах и тестах. Она преимущественно применяется на мобильных устройствах. Этот подход зарекомендовал себя очень хорошо и обладает высокой точностью распознавания при отличной скорости работы [10].

Принцип работы MobileNetV2 основан на перевернутой остаточной структуре, где короткие соединения присутствуют между тонкими слоями «бутылочного горлышка». Промежуточный уровень расширения использует облегченные свертки по глубине для фильтрации объектов в качестве источника нелинейности. Кроме того, важно устранить нелинейности в узких слоях, чтобы сохранить репрезентативную силу. Авторы отметили, что это способствует улучшению производительности.

Основная идея сети MobileNetV2 заключается в использовании функционального блока, аналогичного тому, что применяется в MobileNetV1. Этот сверточный слой может выполняться с шагом один или с шагом два. На рисунке 4 справа показан блок с шагом два, а слева – с шагом один. Блок справа имеет короткие соединения для снижения размерности.

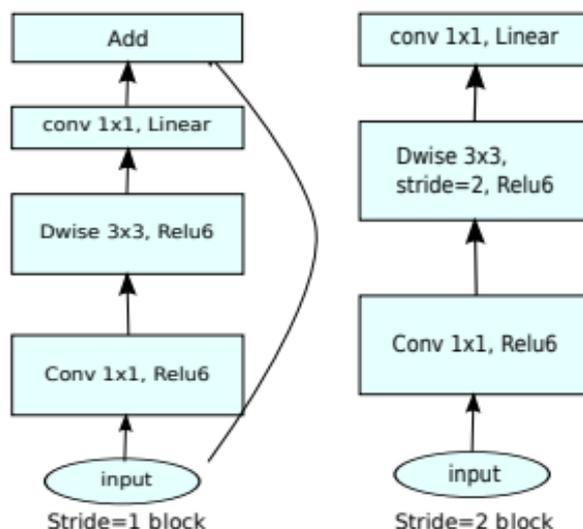


Рис. 4. Сеть MobileNet

Fig. 4. MobileNet network

Рассмотрим глубокую нейронную сеть с n слоями. Каждый слой имеет активационный тензор размерности $h_i \times w_i \times d_i$. Когда мы подаем набор изображений на вход сети, активации слоя формируют разнообразие, которое имеет интерес для нас. Ранее считалось, что это разнообразие может быть встроено в низкоразмерные подпространства. Информация, содержащаяся в отдельных пикселях глубокого сверточного слоя, закодирована в их значениях. Фактически эта информация находится в некотором многообразии, которое встраивается в низкоразмерное подпространство (рис. 5).

На первый взгляд, мы могли бы просто уменьшить размерность слоя, чтобы уменьшить размерность рабочего пространства. Это было успешно применено в MobileNetV1 с использованием параметра множителя ширины, который обеспечивает эффективный баланс между вычислительной эффективностью и точностью, и включено в эффективные модели других сетей. Следуя этой логике, подход с множителем ширины позволяет уменьшить размерность пространства активаций до тех пор, пока интересующее нас разнообразие не будет охватывать все это пространство. Однако этот подход перестает работать, когда применяется нелинейная функция ReLU. С другой стороны, если многообразие на входе может быть встроено в значительно более низкоразмерное подпространство пространства активаций, то функция ReLU сохраняет информацию, внося необходимую сложность в набор выражаемых функций.

Подводя итог, авторы выделяют два свойства, которые указывают на то, что интересующее нас разнообразие находится в низкоразмерном подпространстве многомерного пространства активаций:

1. Если многообразие остается ненулевым после применения функции ReLU, это соответствует линейному преобразованию.
2. Функция ReLU способна сохранять полную информацию о входном многообразии, но только если оно находится в низкоразмерном подпространстве входного пространства.

Исходя из этих двух идей можно сделать эмпирическое предположение о низкоразмерности интересующего нас многообразия для оптимизации существующих нейронных архитектур. Можно фиксировать это, добавляя линейные слои узкого прохода в сверточные блоки. Экспериментальные данные показывают, что использование линейных слоев имеет решающее значение, поскольку это предотвращает потерю слишком большого объема информации из-за нелинейных преобразований. Удаление нелинейности позволяет повысить производительность.

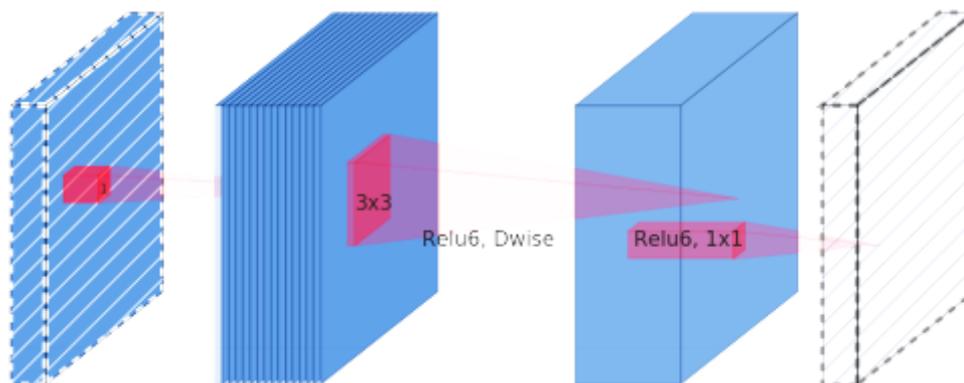


Рис. 5. Выборка сверточного алгоритма архитектуры MobileNet

Fig. 5. Sampling of the convolutional algorithm of the MobileNet architecture

INCEPTION ARCHITECTURE

В работе [11] была исследована возможность масштабирования сетей с использованием факторизованных сверток и регуляризации для наиболее эффективного использования вычислительных ресурсов. Авторы представили Inception-блок, который значительно снижает вычислительные затраты по сравнению с VGGNet и его более производительными версиями. Это позволяет использовать начальные сети в сценариях с обработкой больших объемов данных или на устройствах с ограниченной памятью и вычислительными ресурсами, таких как мобильные устройства. Хотя существуют специализированные решения для оптимизации использования памяти и выполнения операций, они могут добавить сложности. Кроме того, эти методы могут быть применены и для оптимизации начальной архитектуры, что увеличивает эффективность.

Авторы вывели несколько принципов проектирования, основанных на обширных экспериментах с различными архитектурами сверточных сетей. Отклонение от этих принципов часто приводило к ухудшению качества сетей, а их соблюдение улучшало архитектуру в целом. Вот эти принципы:

1. Избегайте узких мест в представлении, особенно на ранних этапах работы сети. Представления сетей прямой связи должны иметь постепенное уменьшение размерности от входных данных к выходным, чтобы избежать экстремального сжатия. Размер представления не может быть оценен просто по его размерности.

2. Представления с более высокой размерностью легче обрабатывать внутри сети.

3. Пространственная агрегация может быть выполнена на вложениях меньшей размерности без значительной потери репрезентативной мощности. Например, перед более развернутой сверткой можно уменьшить размерность входного представления без серьезных побочных эффектов.

4. Сбалансируйте ширину и глубину сети. Оптимальная производительность сети достигается, если количество фильтров и глубина сети сбалансированы. Увеличение и ши-

рины, и глубины сети может улучшить ее качество, но оптимальное улучшение при фиксированном вычислительном бюджете достигается, если они увеличиваются параллельно. Поэтому вычислительные ресурсы должны быть распределены сбалансированно между шириной и глубиной сети.

Авторы предоставили эти принципы проектирования для масштабирования сверточных сетей и изучили их в контексте начальной архитектуры. Эти принципы позволяют создавать высокопроизводительные сети классификации с относительно низкими вычислительными затратами по сравнению с более простыми и монолитными архитектурами, такими как VGGNet. Они также отметили, что эти принципы могут быть применены для оптимизации не только начальных архитектур, но и уже существующих.

Таким образом, факторизованные свертки и регуляризация являются эффективными методами оптимизации сверточных сетей, которые позволяют улучшить производительность сети при ограниченных вычислительных ресурсах. Эти методы основаны на принципах проектирования, которые позволяют избежать узких мест в представлении, сбалансировать ширину и глубину сети, а также выполнить пространственную агрегацию на вложениях меньшей размерности.

Однако стоит отметить, что масштабирование сверточных сетей – это активная область исследований, и появляются новые методы и архитектуры сетей, которые могут быть эффективными для оптимизации производительности и использования ресурсов. Поэтому всегда полезно быть в курсе последних исследований и экспериментировать с различными методами и архитектурами для достижения оптимальных результатов.

EFFICIENTNET

В работе [12] авторы представили новую базовую сеть и ее масштабирование, используя поиск по нейронной архитектуре. Они создали семейство моделей, называемых эффективными сетями, которые показывают высокую точность и эффективность по сравнению с предыдущими сетями. Особенно эффективная модель Net-B7 достигает точности 84,3 % top-1 в ImageNet, при этом она в 8,4 раза меньше и работает в 6,1 раза быстрее по сравнению с лучшими существующими сверточными нейронными сетями.

Сравнение результатов работы EfficientNet с другими алгоритмами приведено на рисунке 6 ниже.

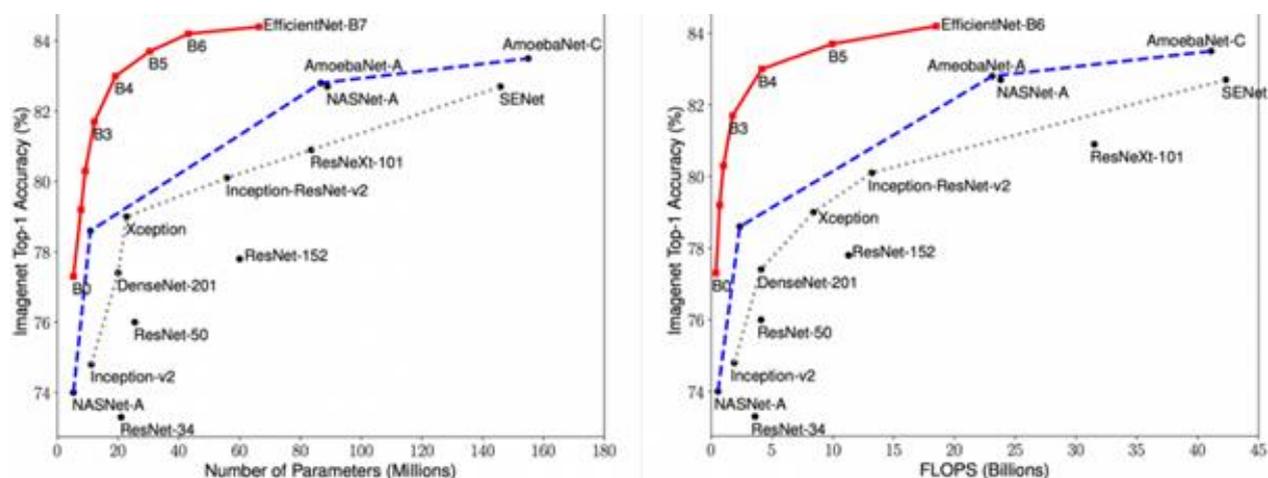


Рис. 6. Пример результатов EfficientNet (выделена красным) относительно других алгоритмов

Fig. 6. Example of EfficientNet results (highlighted in red) relative to other algorithms

В своей статье исследователи провели систематическое изучение масштабирования EfficientNet и пришли к выводу, что важным, но недостающим аспектом, препятствующим повышению точности и эффективности, является тщательный баланс между шириной, глубиной и разрешением сети. Для решения этой проблемы был предложен простой и эффективный метод комплексного масштабирования, который позволяет легко адаптировать базовую сеть EfficientNet в соответствии с заданными ограничениями ресурсов. При этом метод сохраняет эффективность модели. С использованием этого метода было показано, что сетевая модель, эффективная для мобильных устройств, может быть масштабирована очень эффективно, превосходя самые современные показатели точности при использовании меньшего количества параметров.

СРАВНЕНИЕ РАССМОТРЕННЫХ АРХИТЕКТУР

Таблица 1 для наглядного сравнения рассмотренных архитектур. В качестве примера взяты листья яблок, томатов и винограда. Таблица представляет собой метрику, которая показывает, насколько точно сеть может классифицировать изображения листьев или различных плодов и определять наличие заболеваний.

Таблица 1. Сравнение точности сверточных нейронных сетей

Table 1. Comparison of accuracy of convolutional neural networks

Описание	Название	Точность
Для обнаружения заболеваний на листьях яблок	DenseNet121	95%
Для обнаружения заболеваний яблок и томатов по листьям	Mobilenet V2	95%
	InceptionV3	97%
	EfficientNet	98%
Для обнаружения заболеваний яблок, томатов и винограда по листьям	GoogleNet	73%
	CNN самодельная сеть	92%
	ResNet	99.2%

EfficientNet и ResNet продемонстрировали наивысшую точность при классификации заболеваний растений. Одну из этих моделей можно использовать в качестве основы для распознавания дефектов плодов и растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье подробно рассмотрены архитектуры сверточных нейронных сетей для задачи классификации. Были изучены основные концепции и компоненты сверточных нейронных сетей, такие как сверточные слои, слои объединения, полносвязные слои и функции активации.

Результаты исследования подтверждают значимость и перспективность использования сверточных нейронных сетей в области обнаружения заболеваний плодов и растений. Дальнейшее развитие и оптимизация архитектур сверточных нейронных сетей могут привести к созданию более эффективных и точных систем, способных справляться с разнообразными заболеваниями и улучшать процессы в сельскохозяйственной и садоводческой отраслях.

REFERENCES

1. Digital agriculture [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_agriculture.
2. Шереужева М. А., Шереужев М. А. Разработка экспертных систем для повышения эффективности выращивания растений в сельском хозяйстве // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 5(109). С. 93–104. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-93-104.
Shereuzheva M.A., Shereuzhev M.A. Development of expert systems to improve the efficiency of growing plants in agriculture. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 5(109). Pp. 93–104. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-93-104. (In Russian)
3. Нагоев З. В., Шуганов В. М., Бжихатлов К. Ч. и др. Перспективы повышения производительности и эффективности сельскохозяйственного производства с применением интеллектуальной интегрированной среды // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 6(104). С. 155–165. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-6-104-155-165.
Nagoev Z.V., Shuganov V.M., Bzhikhatlov K.Ch. et al. Prospects for increasing the productivity and efficiency of agricultural production with the use of an intelligent integrated environment. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2021. No. 6(104). Pp. 155–165. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-6-104-155-165. (In Russian)
4. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Communications of the ACM*. 2012. 60(6). Pp. 84–90.
5. Pushkarev A., Yakubailik O. A web application for visualization, analysis, and processing of agricultural monitoring spatial-temporal data. *CEUR Workshop Proceedings*. 2021. Vol. 3006. Pp. 231–237. URL: http://ceur-ws.org/Vol-3006/27_short_paper.pdf
6. Скворцов Е. А., Скворцова Е. Г., Санду И. С. и др. Переход сельского хозяйства к цифровым, интеллектуальным и роботизированным технологиям // Экономика региона. 2018. Т. 14. № 3. С. 1014–1028.
Skvortsov E.A., Skvortsova E.G., Sandu I.S. et al. Transition of Agriculture to Digital, Intellectual and Robotics Technologies. *Ekonomika regiona* [Economy of Region]. 2018. Vol. 14. No. 3. Pp. 1014–1028. (In Russian)
7. He K. et al. Deep residual learning for image recognition. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. 2016. Pp. 770–778.
8. Iandola F. et al. Densenet. Implementing efficient convnet descriptor pyramids. *arXiv preprint arXiv*. 2014. Pp. 1404–1869.
9. Huang G., Liu Z., Van Der Maaten et al. Connected convolutional networks. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. 2017. Pp. 4700–4708.
10. Sandler M., Howard A., Zhu M. et al. MobileNetV2. Inverted residuals and linear bottlenecks. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. 2018. Pp. 4510–4520.
11. Szegedy C. et al. Inception-v4, inception-resnet and the impact of residual connections on learning. *Thirty-first AAAI conference on artificial intelligence*. 2017.
12. Tan M., Le Q. Efficientnet. Rethinking model scaling for convolutional neural networks. *International conference on machine learning*. PMLR. 2019. Pp. 6105–6114.

Информация об авторах

Шереужева Милана Артуровна, магистр кафедры «Информационные технологии и вычислительные системы», Московский государственный технический университет «СТАНКИН»; 127055, Россия, Москва, Вадковский пер., 1;

стажер-исследователь лаборатории «Интеллектуальные среды обитания», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН; 360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;
milana.shereuzheva2001@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6668-4703>

Шереужев Мадин Артурович, ст. преподаватель кафедры «Робототехнические системы и мехатроника», Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана; 105005, Россия, Москва, улица 2-я Бауманская, 5, корп. 1;
shereuzhev@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2352-992X>

Альбекова Замира Мухамедалиевна, канд. пед. наук, доцент кафедры информационных систем и технологий, Институт цифрового развития, Северо-Кавказский федеральный университет; 350029, Россия, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2;
zalbekova@ncfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7214-8114>

Information about the authors

Shereuzheva Milana Arturovna, master, Department “Information technologies and computing systems”, Moscow Technical University “STANKIN”;

127055, Russia, Moscow, 1 Vadkovsky lane;

trainee researcher of the Laboratory “Intellectual Habitats” of the 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;

milana.shereuzheva@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6668-4703>

Shereuzhev Madin Arturovich, senior lecturer, Department “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: <https://orcid.org/0000-0003-2352-992X>

Albekova Zamira Mukhamedalieвна, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Institute of Digital Development, North Caucasus Federal University;

350029, Russia, Stavropol, 2 Kulakov avenue;

zalbekova@ncfu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7214-8114>

Метод оптимизации выбора сервиса облачных вычислений на основе требований пользователей

А. С. Воложенин

Московский государственный строительный университет
129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26

Аннотация. Растущая популярность облачных вычислений и многообразие предоставляемых услуг делает выбор облачных сервисов нетривиальной задачей для потребителей. Важно определить лучший сервис облачных вычислений, который сможет удовлетворить требования пользователей. Цель статьи – представить один из методов поддержки принятия решений неспециалистам, используя опыт экспертов, применяющих сервисы модели вычислительного облака. Широкий спектр облачных сервисов затрудняет выбор из множества доступных вариантов. В статье предложено решение с использованием метода анализа иерархий для решения задачи выбора сервиса облачных решений. Проблема медленного внедрения облаков широко известна, практическое применение выбранного метода помогает справиться с проблемами выбора сервиса облачных решений. В рамках исследования были отобраны четыре поставщика облачных услуг и выполнена классификация в соответствии с семью критериями.

Ключевые слова: виртуализация, анализ иерархий, сервис виртуализации, технологии виртуализации, системы принятия решений, виртуальная машина, ИТ-среды, ИТ-инфраструктура, строительство, администрирование, эффективное управление, симметрия, оптимизация, алгоритм запроса

Поступила 04.09.2023, одобрена после рецензирования 07.09.2023, принята к публикации 21.09.2023

Для цитирования. Воложенин А. С. Метод оптимизации выбора сервиса облачных вычислений на основе требований пользователей // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 52–61. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-52-61

MSC: 68T27

Review article

A method for optimizing the choice of a cloud computing service based on user requirements

A.S. Volozhenin

Moscow State University of Civil Engineering
129337, Russia, Moscow, 26 Yaroslavskoe Shosse

Abstract. The growing popularity of cloud computing and the variety of services provided makes the choice of cloud services a non-trivial task for consumers. It is important to determine the best cloud computing service that can meet the requirements of users. The purpose of the article is to present one of the methods of decision support to non-specialists, with the help of experience of experts using the services of the computing cloud. A wide range of cloud services makes it difficult to choose from the many options available. The article offers

a solution using the hierarchy analysis method to solve the problem of choosing a cloud service. The problem of slow implementation of clouds is widely known, the practical application of the chosen method helps to cope with the problems of choosing a cloud solution service. As part of the study, four cloud service providers were selected, and classification was performed according to seven criteria.

Keywords: virtualization, hierarchy analysis, virtualization service, virtualization technologies, decision-making systems, virtual machine, IT environments, IT infrastructure, construction, administration, effective management, symmetry, optimization, query algorithm

Submitted 04.09.2023,

approved after reviewing 07.09.2023,

accepted for publication 21.09.2023

For citation. Volozhenin A.S. A method for optimizing the choice of a cloud computing service based on user requirements. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2023. No. 5(115). Pp. 52–61. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-52-61

ВВЕДЕНИЕ

Модели обработки данных меняются с появлением новых технологий. Первоначальная централизация в крупных вычислительных центрах с появлением микрокомпьютеров уступила место небольшим локальным сетям. Разработка программного обеспечения потребовала дополнительных инвестиционных затрат, а так как ресурсы были приобретены в собственность, это повлекло за собой новые проблемы в управлении из-за того, что оборудование быстро устаревало. В результате чего потребовалось дальнейшее расширение, так как сложность систем возросла, и для их эксплуатации было нанято больше людей. Инфраструктура стала разрозненной, и, как ни парадоксально, возникла локальная нехватка ресурсов, хотя их сумма была даже избыточной.

Зачастую организации имеют дело как с дефицитом таких ресурсов, так и с избытком, поэтому популяризация Интернета и технологий виртуализации привела к появлению на рынке новой вычислительной модели – облачных вычислений, которая стала ответом на предыдущие проблемы. Закупки избыточного оборудования и его постоянная модернизация стали не нужны. Ресурсы могут быть сданы в аренду только в том объеме и на тот срок, на который они необходимы. Проблема упорядочивания и высвобождения ненужных элементов инфраструктуры исчезла. В результате также повысилась эффективность работы администраторов. Облака предоставляют гибкость (одновременный доступ к файлам), снижение затрат (организации платят только за те услуги, которые они используют), автоматическое обновление программного/аппаратного обеспечения, гибкость и масштабируемость среди преимуществ использования облачных вычислений в бизнесе. Крупные организации очень быстро заметили эти возможности и охотно ими пользуются, особенно если они нанимают своих программистов, которые ценят скорость и гибкость таких решений. Небольшие компании еще не научились использовать решения, которые могли бы снизить затраты на обслуживание инфраструктуры и повысить ее гибкость. Даже выбор поставщика услуг может стать для них проблемой. В исследованиях, посвященных влиянию облачных вычислений на небольшие компании, 45,5 % опрошенных предпринимателей указали фактор снижения затрат в качестве основной причины интеграции с облачными системами [9].

По данным исследования аналитической компании iKS-Consulting, объем российского рынка облачных сервисов в 2022 году также показывает рост и достигнет 86,6 млрд рублей, что на 41,6 % больше значения прошлого 2021 года [10]. Одной из областей, которые

используют современные технологии и динамично развиваются в России, является индустрия сервисных центров (аутсорсинг бизнес-процессов, Центр совместного обслуживания, аутсорсинг информационных технологий, исследования и разработки). За 2022 г. количество клиентов провайдера Yandex Cloud за первые шесть месяцев увеличилось в 1,5 раза и составило более 23 000. Малый бизнес гораздо менее развит. Такое неравномерное использование ресурсов подчеркивает важность проблемы. Статьи, подобные этой, необходимы, поскольку они могут помочь лицам, принимающим решения, определиться с выбором облака и указать критерии, которые следует учитывать. Цель этой статьи – показать пользователям облако, которое им выгодно, используя критерии, указанные экспертами. Статья состоит из обзора литературы, посвященной теме облачных вычислений и их текущему применению в Российской Федерации, затем описывается метод анализа иерархий, представлены использованные в исследовании данные и в конце полученные результаты. В выводах подчеркивается, когда исследование следует повторить в связи с изменением изучаемой среды.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Прародителей облачных вычислений следует искать во времена удаленного доступа к ресурсам и сервисам, предлагаемым в мэйнфреймовых системах еще в 1960-х годах [6]. Таким образом, облачные вычисления – это современная модель, но не новая. Облачные вычисления – развивающаяся парадигма. Для некоторых авторов облачные вычисления относятся к категории модных словечек современных ИТ, поскольку 50 лет назад мы имели дело с серверами с разделением времени. Представленная облачная модель состоит из пяти основных характеристик, трех моделей обслуживания и четырех моделей развертывания.

Основными характеристиками являются:

- самообслуживание по требованию,
- широкий доступ к сети,
- объединение ресурсов,
- быстрая эластичность,
- измеренное обслуживание.

Тремя моделями обслуживания являются:

- программное обеспечение как услуга,
- платформа как услуга,
- инфраструктура как услуга.

Модели развертывания следующие:

- частное облако,
- облако сообщества,
- общедоступное облако,
- гибридное облако.

Множество сервисов, разнообразие предложений, различные модели обслуживания и доставки, индивидуальные особенности каждого провайдера и даже проблемы с определением концепции облачных вычислений означают, что неспециалисты, обладающие как опытом, так и текущим пониманием, могут испытывать сомнения, связанные с необходимостью сделать выбор.

В связи с тем, что в последние годы были предложены услуги облачных вычислений, организации и частные лица сталкиваются с различными вызовами и задачами, такими как перенос приложений и программных платформ в облако и обеспечение безопасности перенесенных приложений [9].

Эпоха инноваций и конкуренции за компетентность и сбор больших данных привела к открытию неявного знания данных. Поставщики расширяют свои предложения, поэтому становится все труднее сравнивать их делать выбор. Особый интерес при этом должно представлять сокращение затрат и усилий за счет аутсорсинга и/или автоматизации управления ключевыми ресурсами. По мере продолжения цифровизации экономики растет спрос на анализ больших данных, а доступ к вычислительным мощностям является ключом к повышению конкурентоспособности. В своем исследовании мы хотели сосредоточиться на российском рынке и показать, что исследование было проведено и модель была создана на основе набора критериев, указанных нашими экспертами, работающими в конкретной среде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Метод анализа иерархий – это один из многокритериальных методов систем поддержки принятия решений, основанный на теории полезности, был предложен в семидесятых годах двадцатого века Томасом Л. Саати [1]. Он использует декомпозицию задачи принятия решения на критерии и на самом низком уровне иерархии варианты решения рассматриваемой задачи. Методика состоит из трех этапов: разложение задачи по иерархии критериев, попарное сравнение элементов на любом уровне. Использование сервисов облачных вычислений в России (2021 и 2022 годы) в разбивке по размеру предприятия и типу сервиса. Предложенной Саати так называемой фундаментальной шкалы сравнений представленной в таблице 1 [2].

Таблица 1. Фундаментальная шкала абсолютных чисел. Шкала попарного сравнения

Table 1. Fundamental scale of absolute numbers. Paired comparison scale

Интенсивность	Степень важности	Пояснение
0	Несравнимая	Действия несравнимо способствуют достижению цели
1	Равная	Действия соизмеримо способствуют достижению цели
3	Низкая	Опыт и суждения слегка благоприятствуют одному виду действия перед другим
5	Средняя	Опыт и суждение сильно благоприятствуют одному виду действия перед другим
7	Высокая	Одному виду деятельности отдается очень сильное предпочтение перед другим
9	Безусловная	Один вид действия по сравнению с другим имеет наивысший порядок и относится к максимально возможной области утверждения
Обратные величины приведенных выше чисел	$1/2=0,500$, $1/3=0,333$, $1/4=0,250$, $1/5=0,200$, $1/6=0,1667$, $1/7=0,1428$, $1/8=0,125$, $1/9=0,1111$	Если критерию присвоено одно из вышеуказанных ненулевых чисел при сравнении с критерием j , то j имеет обратное значение по сравнению с критерием i .

Сравнения выполняются попарно, создавая квадратные матрицы сравнений ($n \times n$) $A = [a_{ij}]$, предполагая принцип, согласно которому значение оценки для менее важного

(менее предпочтительного) элемента является обратным оценке значения важного элемента по мнению лица, принимающего решение, т.е. для матрицы взаимосвязь удовлетворяется:

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \text{ и } a_{ij} = 1 \text{ для каждого } i, j, k=1, \dots, n. \quad (1)$$

Затем для каждой матрицы попарного сравнения вектор приоритета $w = (w_1, \dots, w_n)$, который рассчитывается по формуле

$$Aw = \lambda_{max}w, \text{ где } \lambda_{max} - \text{главное собственное значение } A. \quad (2)$$

На следующем шаге вычисляется индекс согласованности матрицы

$$S = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (3)$$

и относительный коэффициент согласованности

$$Q = S/C, \quad (4)$$

где C – коэффициент случайной согласованности, он постоянен и зависит от числа критериев матрицы, как представлено в таблице 2 [2].

Таблица 2. Случайная согласованность

Table 2. Random consistency

Число критериев	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайная согласованность (C)	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

ДАННЫЕ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ В ИССЛЕДОВАНИИ

Исследование проводилось с использованием метода анализа иерархий среди случайной группы специалистов, использующих общедоступные облака. Предпочтения специалистов не были географически ориентированы и к тому же стало сложнее поддерживать прямые личные контакты с сотрудниками центров обработки данных. Чтобы получить результаты наивысшего качества, вместо рассылки анкет автор собрал результаты во время виртуальной встречи с каждым респондентом. Ни один из респондентов не заявил в интервью о каких-либо отношениях с каким-либо поставщиком облачных услуг или о каком-либо другом конфликте интересов. Исследование рынка облачных вычислений в России показало корреляцию между доминирующим положением поставщиков услуг на данном рынке и размещением там их центров обработки данных. Исследование касалось выбора между поставщиками общедоступных публичных облаков. Все поставщики доступны в большинстве стран мира, их доступность на исследуемом рынке также очевидна. Только один из поставщиков был значительно менее известен, чем остальные, что было указано респондентами при заполнении таблиц. Список поставщиков, представленный респондентам в алфавитном порядке (варианты решений): Yandex Cloud, Amazon Web Services, Google Cloud, Microsoft Azure.

Критерии отбора, представленные респондентам в случайном порядке:

1. **Экономия затрат:** это экономит деньги предприятий, поскольку им не нужно создавать собственную ИТ-инфраструктуру путем приобретения дорогостоящего оборудования.

2. **Гибкость:** облако предлагает предприятиям гибкость, предлагая услуги по требованию через настраиваемую панель управления, чтобы вы могли легко масштабировать свои ресурсы в соответствии с потребностями и бюджетом вашего бизнеса.

3. **Безопасность:** в облаке уделяется приоритетное внимание безопасности и предлагаются расширенные функции, такие как аутентификация, шифрование, управление доступом и т. д., чтобы обеспечить надежную безопасность облачных данных.

4. **Мобильность:** облако позволяет получить доступ к данным из любого места и в любое время, а также повышает производительность ваших сотрудников, гарантируя, что информация всегда доступна в пути.

5. **Совместная работа:** облако позволяет компаниям беспрепятственно общаться и безопасно обмениваться информацией с пользователями, чтобы они одновременно работали над одним и тем же документом.

6. **Аварийное восстановление:** облачная система хорошо оснащена, чтобы противостоять непредвиденным событиям, внедрены надежные услуги резервного копирования и восстановления данных для обеспечения непрерывности бизнеса.

7. **Автоматические обновления:** поскольку задачи обновления программного обеспечения вручную являются утомительным и трудоемким процессом, регулярно обновляет системы, чтобы предоставить предприятиям новейшее программное обеспечение и повышенную вычислительную мощность.

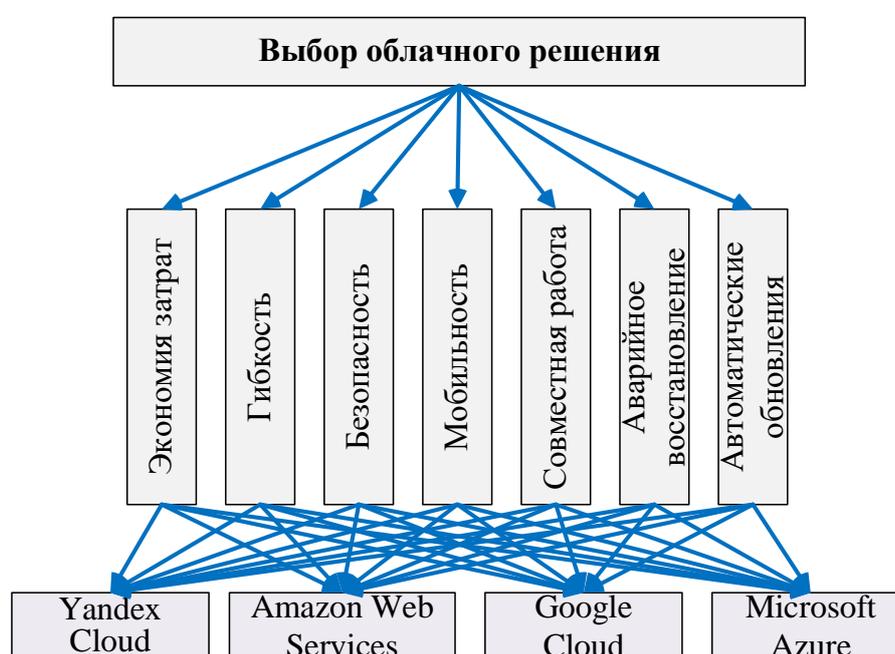


Рис. 1. Критерии и варианты отбора, представленные респондентам

Fig. 1. Selection and options criteria presented to respondents

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось в форме совместного заполнения подготовленных форм в формате Excel. В случае возникновения сомнений у респондентов были предоставлены разъяснения. На первом этапе каждый респондент определял свои субъективные предпочтения, сравнивая каждый из 7 критериев с другими и по каждому критерию позиционируя каждого поставщика по отношению к другим. Для полученных матриц был вычислен вектор предпочтений и определены коэффициенты S и Q . Было подтверждено условие $Q < 0,1$. Затем частичные оценки были обобщены. Полученные масштабные векторы и веса основных критериев были использованы для расчета вектора предпочтений, на основе которого произведена классификация отдельных поставщиков. Векторы предпочтений, созданные таким образом для каждого из респондентов в отдельности, затем были агрегированы с использованием среднего геометрического значения, и на этой основе вычислено результирующее значение, являющееся результирующей предпочтений всех респондентов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Эксперимент – попытка экспертов определить рейтинг поставщиков общедоступных облачных сервисов на основе выбранных критериев: экономия затрат, гибкость, безопасность, мобильность, аварийное восстановление, автоматические обновления. Наиболее важными критериями, принимаемыми во внимание респондентами, являются безопасность и аварийное восстановление, тогда как наименее важный критерий – автоматические обновления (рис. 2).



Рис. 2. Критерии выбора облачных решений, отраженные респондентами

Fig. 2. Criteria for choosing cloud solutions, reflected by respondents

Результаты эксперимента в виде ранжирования поставщиков могут быть представлены двумя способами: первый – использование средних баллов по всем критериям, второй – по выбранным критериям. В итоге были выбраны два критерия, которые чаще всего указывались респондентами: безопасность и аварийное восстановление. Также возможно построить модель, основанную на весах, используя любой набор критериев, указанных лицами, принимающими решения, в данном случае были указаны два вышеупомянутых метода.

Эти два метода представления результатов позволяют сделать выводы относительно восприятия поставщиков в глобальном масштабе и через призму выбранных критериев. Благодаря такому представлению можно выбрать те функции, которые важны для лица, принимающего решение. Безопасность – это основной параметр, который следует принимать во внимание, и на это указывали эксперты в ходе исследования. Конечно, глобальный рейтинг является эталоном, но между ним и результатами, основанными на выбранных критериях, были некоторые различия. В результате исследования совокупная классификация поставщиков, составленная экспертами, выглядит следующим образом (рис. 3):

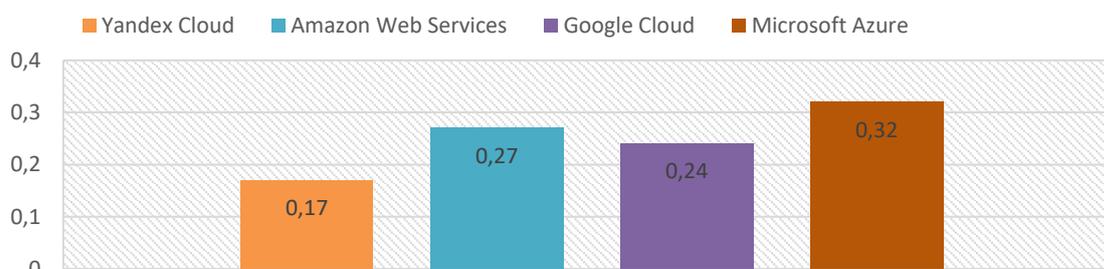


Рис. 3. Ранжирование облачных решений респондентами

Fig. 3. Ranking of cloud solutions by respondents

Результаты выглядят несколько иначе, если мы примем во внимание два ведущих критерия: безопасность и аварийное восстановление (рис. 4).

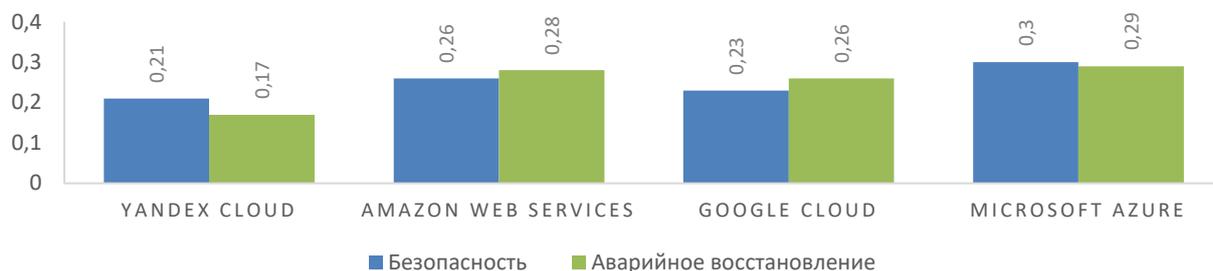


Рис. 4. Ранжирование облачных решений респондентами

Fig. 4. Ranking of cloud solutions by respondents

Лидерство (Microsoft Azure и Amazon AWS) может быть связано с восприятием бренда и знаниями о нем. Google Cloud и Yandex Cloud ценятся меньше, но ассоциируются с высокотехнологичными софт-гигантами, отсюда и высокая позиция по перспективе доверия. Высокое положение Microsoft Azure может быть связано с широким распространением знаний о программном обеспечении компании, что отражено в показаниях респондентов, участвовавших в эксперименте. Yandex Cloud является худшим в списке, что является результатом недостаточной осведомленности об этом решении, заявленной респондентами при заполнении форм. Переход к модели облачных сервисов – это возможность, особенно для малых и средних компаний, выйти на новые рынки без капитальных затрат. Наблюдаемое неравномерное использование возможностей облачных решений указывает на необходимость дальнейших исследований по этой теме. Ключевыми моментами являются повышение доверия к облачным средам и обучение использованию современных технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье был использован метод анализа иерархий для решения задачи выбора сервиса облачных вычислений. Проблема медленного внедрения облаков широко известна, практическое применение выбранного метода помогает справиться с проблемами выбора сервиса облачных решений. Это предварительные исследования, поэтому трудно предсказать, в какой степени они могут быть применены на практике, но этот интересный вопрос не был предметом исследования, поэтому в статье он не рассматривался. Была определена потенциальная целевая группа, которая может быть заинтересована в использовании результатов на практике. Результаты этого исследования не являются единственными критериями для поддержки решений о выборе поставщика, но могут быть полезны при разработке аналогичных инструментов для поддержки лиц, принимающих решения, неспециалистов в той области, в которой они принимают решения. В ходе опроса респонденты признались, что их предпочтения меняются с течением времени. Для детализации выбора сервиса облачных вычислений необходимо протестировать большее количество экспертов, используя большее количество критериев. Благодаря этому можно сформировать более широкую базу предпочтений, а затем самостоятельно выбрать наиболее важные критерии для лиц, принимающих решения, чтобы они могли строить индивидуальные модели без учета менее важных критериев. Проблема с выбором сервиса облачных вычислений в основном касается небольших организаций, в которых не работают эксперты, поэтому такие статьи важны еще и потому, что результаты эксперимента можно применить на практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Москва: Радио и связь, 1993.
2. Степаненко Н. В., Алексеева Т. В., Губина Л. В. Применение метода анализа иерархий в выборе способа автоматизации компании // Прикладная информатика. 2018. № 6(78). С. 5–14.
3. Харитонов С. В., Улитина Е. В., Дик В. В. Применение метода анализа иерархий при согласовании результатов оценки // Прикладная информатика. 2012. № 6(42). С. 108–113.
4. Moscoso-Zea O., Saa P., Paredes-Gualtor J. et al. Moving the IT Infrastructure to the Cloud // Enfoque UTE, 2018. № 9(1). Pp. 79–89. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n1.219>
5. Воложенин А. С., Гинзбург А. В., Фаертаг Т. А. Применение технологий виртуализации в строительных IT-инфраструктурах // Экономика и предпринимательство. 2016. № 10–3(75–3). С. 549–552.
6. Карр Н. Дж. Великий переход. Революция облачных технологий. Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2013.
7. Вермишев Ю. Х. Методы автоматического поиска решений при проектировании сложных технических систем. Москва: Радио и связь, 1982. 152 с.
8. Кулакова А. О., Максимова Т. Г. Использование метода анализа иерархий для обоснования выбора сценария развития проекта // Инновации. 2019. № 2. С. 42–48.
9. Алексанян Г. А., Ордынская Ю. А. Облачные сервисы для малого бизнеса // Экономика и социум. 2014. № 2(11). С. 996–1002.
10. Мирин С. Российский рынок облачных инфраструктурных сервисов 2022 [Электронный ресурс] // iKS-Consulting – международное консалтинговое агентство. <http://www.iksconsulting.ru>: [сайт]. URL: <http://survey.iksconsulting.ru/page32257739.html> (дата обращения: 01.08.2023)

REFERENCES

1. Saati T.L. *Prinyatiye resheniy. Metod analiza iyerarkhiy* [Decision-making. Method of hierarchy analysis]. Moscow: Radio i svyaz', 1993. (In Russian)
2. Stepanenko N.V., Alekseeva T.V., Gubina L.V. Application of the hierarchy analysis method in the choice of a company automation method. *Prikladnaya informatika* [Applied Informatics]. 2018. No. 6(78). Pp. 5–14. (In Russian)
3. Kharitonov S.V., Ulitina E.V., Dik V.V. Application of the hierarchy analysis method in the agreement of evaluation results. *Prikladnaya informatika* [Applied Informatics]. 2012. No. 6(42). Pp. 108–113. (In Russian)
4. Moscoso-Zea O., Saa P., Paredes-Gualtor J. et al. Moving the IT Infrastructure to the Cloud. *Enfoque UTE*, 2018. № 9(1). Pp. 79–89. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n1.219>
5. Volozhenin A.S., Ginzburg A.V., Faertag T.A. Application of virtualization technologies in construction IT infrastructures. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and entrepreneurship]. 2016. No. 10-3(75-3). Pp. 549–552. (In Russian)
6. Carr N.G. *Velikiy perekhod. Revolyutsiya oblachnykh tekhnologiy* [The Great Transition. The Revolution of cloud technologies]. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 2013. (In Russian)
7. Vermishev Yu.Kh. *Metody avtomaticheskogo poiska resheniy pri proyektirovanii slozhnykh tekhnicheskikh sistem* [Methods of automatic search for solutions in the design of complex technical systems]. Moscow: Radio i svyaz', 1982. 152 p. (In Russian)

8. Kulakova A.O., Maksimova T.G. Using the hierarchy analysis method to justify the choice of a project development scenario. *Innovatsii* [Innovation]. 2019. No. 2. Pp. 42–48. (In Russian)
9. Aleksanyan G.A., Ordynskaya Yu.A. Cloud services for small business. *Ekonomika i sotsium* [Economics and Society]. 2014. No. 2(11). Pp. 996–1002. (In Russian)
10. Mirin S. Russian market of cloud infrastructure services 2022 [Electronic resource]. *iKS-Consulting – mezhdunarodnoye konsaltingovoye agentstvo* [iKS-Consulting – international consulting agency]. <http://www.iksconsulting.ru>: [website]. URL: <http://survey.iksconsulting.ru/page32257739.html> (accessed: 01.08.2023)

Информация об авторе

Александр Сергеевич Воложенин, аспирант, Московский государственный строительный университет;
129337, Россия, Москва, Ярославское шоссе, 26;
niu.mgsu@yandex.ru

Information about the author

Alexander Sergeevich Volozhenin, postgraduate student, Moscow State University of Civil Engineering;
129337, Russia, Moscow, 26 Yaroslavskoe Shosse;
niu.mgsu@yandex.ru

Изучение образцов *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub в условиях лесостепной зоны Ингушетии

А. Ю. Леймиева^{1,2}, М. А. Базгиев¹, Л. Ю. Костоева^{1,2},
Л. А. Гумукова², И. С. Даурбеков¹

¹ Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50

² Ингушский государственный университет
386001, Россия, г. Магас, пр-т Идриса Зязикова, 7

Аннотация. Статья посвящена исследованию адаптации нового растения *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub (гуар четырехкрыльчатый) в условиях лесостепной зоны Ингушетии. Исследования, представленные в статье, проводились с 2021 по 2023 г. Для изучения были привлечены и новые для данного региона сорта. В статье дается описание морфологических признаков, биометрических учетов и наступления фенологических фаз. В результате чего предварительно выделены образцы с наиболее хозяйственно ценными признаками и свойствами. Представлен краткий аналитический обзор культуры *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub как культуры разнопланового использования применительно к климатическим условиям Ингушетии: источника гуаровой камеди, кормового растения, сидерата; культуры, способной заменить импортную растительную продукцию, в частности гуаровую камедь, путем интродукции новой для России бобовой культуры. В ходе исследований были выделены три формы габитуса исследуемых растений – прикорневая ветвистая, ветвистая и одностебельная. Установлено, что высоту и сроки наступления фенологических фаз растений гуара во многом определили погодные условия. Относительно низкая по сравнению со среднемноголетней температура воздуха вызвала задержку линейного роста и сроков наступления фаз развития. Высота растений гуара в 2022–2023 годах значительно уступала этому показателю в 2021 году. Было определено, что у сортов с более ранними всходами соответственно и последующие фазы начинались раньше. Также была проанализирована взаимосвязь между агробиологическими показателями и урожайностью образцов. Предлагается продолжить изучение гуара как уникальной культуры, обладающей важным сырьем для различных отраслей экономики Ингушетии и России в целом.

Ключевые слова: гуар, фенологические фазы, высота растений, габитус, линия

Поступила 04.09.2023, одобрена после рецензирования 22.09.2023, принята к публикации 02.10.2023

Для цитирования. Леймиева А. Ю., Базгиев М. А., Костоева Л. Ю., Гумукова Л. А., Даурбеков И. С. Изучение образцов *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub в условиях лесостепной зоны Ингушетии // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 62–73. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-62-73

Original article

Study of samples of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub in the forest-steppe zone of Ingushetia

A.Yu. Leimoeva^{1,2}, M.A. Bazgiev¹, L.Yu. Kostoeva^{1,2},
L.A. Gumukova², I.S. Daurbekov¹

¹ Ingush Research Institute of Agriculture
386203, Russia, Sunzha, 50 Oskanov street

² Ingush State University
386001, Russia, Magas, 7 Idris Zyazikov Avenue

Abstract. The article is devoted to the study of the adaptation of a new plant *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub (guar) in the forest-steppe zone of Ingushetia. The studies presented in the article were being conducted from 2021 to 2023. New breeds for the region were also involved in the study. The article describes morphological features, biometric records and the onset of phenological phases. As a result, samples with more economically valuable features and properties were preliminarily found. A brief analytical review of the culture of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub as a culture of diverse use: a source of guar gum, fodder plant, green manure, in relation to the climatic conditions of Ingushetia, is presented. A crop that can replace imported plant products, in particular, guar gum, by introducing a legume crop that is new for Russia. During the research, three forms of habitus of the studied plants were identified - basal branched, branched and single-stemmed. It has been established that the height and timing of the onset of the phenological phases of guar plants were largely determined by weather conditions. Relatively low, compared with the long-term average, air temperature caused a delay in linear growth and the timing of the onset of development phases. The height of guar plants in 2022-2023 was significantly lower than in 2021. It was determined that in the breed with earlier sprouts, the phase began earlier. The relationship between agrobiological indicators and the sample yield was also analyzed. It is proposed to continue the study of guar as a unique culture with important raw materials for various sectors of the economy of Ingushetia in particular and Russia in general.

Keywords: guar, phenological phases, plant height, habitus, line

Submitted 04.09.2023,

approved after reviewing 22.09.2023,

accepted for publication 02.10.2023

For citation. Leimoeva A. Yu., Bazgiev M. A., Kostoeva L. Yu., Gumukova L. A., Daurbekov I. S. Study of samples of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub in the forest-steppe zone of Ingushetia. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 5(115). Pp. 62–73. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-62-73

ВВЕДЕНИЕ

Cyamopsis tetragonoloba (L.) Taub относится к роду *Cyamopsis* семейства Fabaceae (бобовые). Это засухоустойчивое однолетнее бобовое растение с глубокими корнями, выращиваемое в Индии и Пакистане в течение нескольких поколений в качестве овощной, кормовой или сидеральной культуры. Он обладает противомикробной, противовоспалительной, ранозаживляющей и т.д. активностью. Считается ценным источником для пищевых продуктов. Это растение высоко ценится за его камедь, полученную из эндосперма семян [1, 2].

Гуар – растение, как правило, высотой 50–150 см с глубокими корнями, вынослив и устойчив к засухе и выращивается на песчаных почвах засушливых и полусушливых регионов. У него заостренные, пилообразные, тройчатые листья, маленькие пурпурно-белые цветы, расположенные вдоль оси колоска, и волосатые стручки длиной 3–4 дюйма в гроздьях. Существуют как карликовые, так и высокорослые сорта. Габитус у этого вида может быть прямостоячим, прикорневым ветвящимся и ветвистым [1–4].

Коллекцию образцов циамопсиса четырехкрыльникового в нашей стране заложили еще в прошлом веке, а опыты по введению в культуру начали проводить на опытных станциях ВИР [5]. В связи с вновь возникшим интересом к культуре гуара в России в ВИР стали привлекать в коллекцию зарубежные образцы, ввезенные в нашу страну, и испытывать их в лабораторных и полевых условиях. Сейчас коллекция гуара в ВИР насчитывает около 160 образцов, главным образом из Индии, а также из Пакистана, Австралии, США [6].

В настоящее время наблюдается разноплановое изучение гуара четырехкрыльникового: перспективы возделывания данной культуры в Ставропольском и Краснодарском краях [6–8], Донецкой области [8, 9], Ингушетии [11]; создание сортов [12]; размножение [2]; очистка и сортировка семян [13]; применение удобрений [14] и т.д.

Целью исследования является изучение агроэкологических особенностей гуара четырехкрыльникового в лесостепной зоне Ингушетии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Место проведения исследований – опытный участок ФГБНУ ИнгНИИСХ, расположенный в лесостепной зоне района Ингушетии. Участок, где проводили исследования, имеет слабовыщелоченные среднесуглинистые черноземы, среднеобеспеченные азотом, фосфором и калием. Мощность гумусового горизонта – 46–60 см. Для исследований взяты 24 сорта и линии гуара четырехкрыльчатого с различной формой ветвления, предоставленные селекционером З.С. Виноградовым: Вавиловский 130, Santa crus, Крымский одностебельный, Линия 1990, Линия 2309, Линия 1983, Линия 1990+, Линия 2310, Линия 2317, Линия 3015, Линия 3016, Победа 3, Линия 3043, Линия 3046, Линия 3047, Линия 3049, Линия 3058, Кубанский Юбилейный, Линия 3056, Линия 21, Кубанский, Авангард, Талисман, Победа. Местом репродукции всех образцов является Астрахань.

Опыт простой однофакторный. Фактор А – сравнение сортов и линий гуара. При проведении исследований руководствовались рекомендацией ВИР. Предшественник в опыте – картофель. Предпосевная обработка почвы включала следующие операции: ранневесеннее боронование, культивация и выравнивание поверхности поля. Глубина заделки семян – 5-7 см. Междурядья в опытах – 45 см. Расстояние между растениями – 10 см. Повторность двухкратная. Проведенное агробиологическое изучение: дата посева, появление всходов, начало цветения, появление первого боба. Борьба с сорняками осуществлялась вручную и культивацией междурядий.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследований проводились фенологические наблюдения за растениями гуара и была определена продолжительность межфазных периодов вегетации (табл. 1, рис. 1). Вследствие относительно невысокой среднесуточной температуры в мае ($19,0^{\circ}\text{C}$ дневная температура и 11°C ночная) и биологических особенностей гуара, как и многих бобовых (низкая энергия прорастания), процесс прорастания семян, как правило, затягивался и составлял в среднем по образцам от 22 до 36 дней.

Раньше всех взошли семена сортов Кубанский Юбилейный, Кубанский и линий 1990, 2309, 1990+, 3056, 21. Самыми последними, к 3 июня, появились всходы линий 2310, 3015, 3016, 3058 и сортов Победа, Победа 3, Талисман и Авангард (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1. Фазы развития образцов гуара

Table 1. Development phases of guar samples

№ п/п	Название сорта, линии	Появление всходов	Ветвление	Начало цветения	Появление первого боба
1.	Вавиловский 130	27.05	08.07	22.07	12.08
2.	Santa crus	27.05	24.06	01.07	15.07
3.	Крымский одностебельный	27.05	-	01.07	15.07
4.	Линия 1990	20.05	-	24.06	08.07
5.	Линия 2309	20.05	18.06	24.06	08.07
6.	Линия 1983	27.05	24.6	01.07	15.07
7.	Линия 1990+	20.05	-	24.06	08.07
8.	Линия 2310	03.06	01.07	08.07	22.07
9.	Линия 2317	27.05	08.07	22.07	
10.	Линия 3015	03.06	-	08.07	22.07
11.	Линия 3016	03.06	-	08.07	22.07
12.	Победа 3	03.06	01.07	08.07	22.07
13.	Линия 3043	27.05	-	15.07	29.07
14.	Линия 3046	27.05	01.07	08.07	22.07
15.	Линия 3047	20.05	18.06	24.06	08.07

16.	Линия 3049	27.05	-	01.07	15.07
17.	Линия 3058	03.06	01.07	08.07	22.07
18.	Кубанский Юбилейный (St)	20.05	18.06	24.06	08.07
19.	Линия 3056	20.05	-	24.06	08.07
20.	Линия 21	20.05	18.06	24.06	08.07
21.	Кубанский	20.05	-	24.06	08.07
22.	Авангард	03.06	01.07	08.07	22.07
23.	Талисман	03.06	01.07	08.07	22.07
24.	Победа St	03.06	01.07	08.07	22.07

У сортов с более ранними всходами соответственно и последующие фазы начинались раньше. Фаза начала цветения растянулась начиная с 24 июня до 22 июля (Линия 2317).

Первые бобы появились к 8 июля у линий 1990, 2309, 1990+, 3056, 21 и у сортов Кубанский Юбилейный, Кубанский.



а) первые всходы



б) ветвление



в) начало цветения



г) первые бобы

Рис. 1. Фазы развития гуара

Fig. 1. Guar growth phases

Таким образом, мы можем сделать вывод о влиянии генетических особенностей изучаемых образцов и погодных условий в период вегетации на длительность прохождения фенологических фаз.

Для механического сбора урожая требуется особая модель растения: высокая урожайность семян в сочетании с благоприятной архитектурой растения. Образцовое гуаровое растение должно иметь несколько ветвей, большое количество гроздей со стручками, крупные семена и длинный цветенос для более высокой урожайности семян [15].

Большинство изучаемых образцов имеют ветвистую форму (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2. Форма ветвления изучаемых образцов

Table 2. Form of branching of the studied samples

№ п/п	Сорт, линия	Форма
1.	Вавиловский 130	Ветвистый
2.	Santa crus	Ветвистый
3.	Крымский одностебельный	Одностебельный
4.	Линия 1990	Одностебельный
5.	Линия 2309	Ветвистый
6.	Линия 1983	Ветвистый
7.	Линия 1990+	Одностебельный
8.	Линия 2310	Ветвистый
9.	Линия 2317	Ветвистый
10.	Линия 3015	Ветвистый
11.	Линия 3016	Одностебельный
12.	Победа 3	Ветвистый
13.	Линия 3043	Одностебельный
14.	Линия 3046	Ветвистый
15.	Линия 3047	Прикорневой ветвистый
16.	Линия 3049	Одностебельный
17.	Линия 3058	Ветвистый
18.	Кубанский Юбилейный (St)	Прикорневой ветвистый
19.	Линия 3056	Одностебельный
20.	Линия 21	Ветвистый
21.	Кубанский	Одностебельный
22.	Авангард	Ветвистый
23.	Талисман	Ветвистый
24.	Победа	Ветвистый



а) ветвистый стебель



б) одностебельный

Рис. 2. Формы ветвления гуара

Fig. 2. Guar branching forms

У линий 1990, 1909+, 3019, 3043, 3049, 3056 наблюдается одностебельный характер ветвления. Линия 3047 имеет прикорневое ветвление.

Анализируя характер ветвления, мы можем предположить потенциальную урожайность исследуемых линий.

Так как зеленая масса растений гуара широко используется на корм скоту, немаловажным показателем является высота растений. В 2022-2023 годах растения гуара не показали свою потенциально возможную высоту.

На рисунке 3 показана высота растений гуара в фазу цветения.

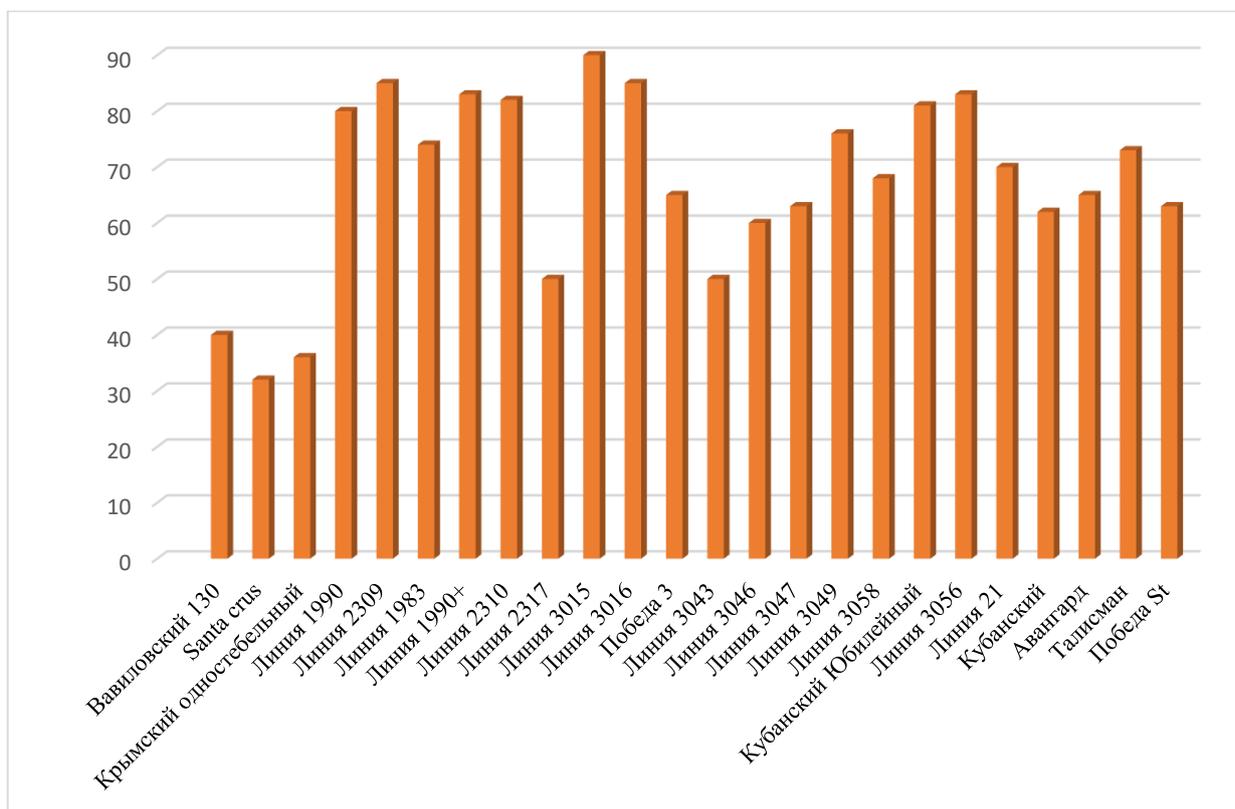


Рис. 3. Высота растений гуара (2022-2023 гг.)

Fig. 3. Guar plant height (2022-2023)

Средние показатели высоты растений в 2022-2023 годах уступали полученным данным в исследовании 2021 года [11]. Максимальной высотой отличились растения линии 3015 (90 см). Выше отметки в 80 см проявились линии 2309, 1990+, 2310, 3016, 3056 и сорт Кубанский Юбилейный. Самыми низкорослыми – ниже 40 см – на данном этапе наблюдений оказались сорта Вавиловский 130, Крымский одностебельный и Santa crus.

Во многом высоту растений гуара определили погодные условия. Средняя температура днем составляла 23,3⁰ С и 13,9⁰ С ночью, что ниже нормы на 5-6⁰ С. Это сказалось на задержке линейного роста. Растения, не достигнув потенциально возможной высоты, начали закладывать репродуктивные органы.

Мы изучили генетическое разнообразие 24 образцов на основе агробиологических показателей продуктивности, что показало их разнокачественность (табл. 3, рис. 4, 5).

Плоды гуара, как известно, используются в качестве сырья для получения гуаровой камеди. В связи с этим так важно было определение показателей, связанных с семенной продуктивностью.

Таблица 3. Агробиологические характеристики образцов гуара**Table 3.** Agrobiological characteristics of guar samples

№ п/п	Сорт, линия	Количество бобов на одном растении				Высота прикрепления нижних бобов, см	Количество бобов на узлах, шт.		Количество зерен в бобах, шт.		Размер бобов, шт.		Количество ветвей на растении, шт.
		вызревшие		невызревшие			min	max	min	max	min	max	
		шт.	%	шт.	%								
1.	Вавиловский 130	16	29,6	38	70,4	4	2	6	1	10	1	6	7
2.	Santa crus	28	44,5	35	55,5	10	2	5	2	8	2	6	3
3.	Крымский одностебельный	35	74,5	12	25,5	7	1	6	1	8	1	4	1-2
4.	Линия 1990	88	81,5	20	18,5	7	2	8	1	7	1	5,5	1
5.	Линия 2309	43	92,1	31	27,9	7	1	14	1	8	2	6	2
6.	Линия 1983	31	86,1	5	13,9	8	5	7	2	6	3	6	2
7.	Линия 1990+	186	65,4	88	34,6	5	1	12	1	9	2	5,5	1
8.	Линия 2310	38	76,3	9	23,7	7	1	7	3	10	2	5	1-2
9.	Линия 2317	76	69,7	33	30,3	8	2	7	1	9	2	6	10
10.	Линия 3015	44	70,5	13	29,5	5	1	8	4	8	2	6	8
11.	Линия 3016	87	69,6	38	30,4	6	1	13	1	7	2	5,5	1-2
12.	Победа 3	27	75,0	9	25,0	11		5	1	10	1	6	6
13.	Линия 3043	19	33,9	37	66,1	10	6	9	1	9	1	6,5	1
14.	Линия 3046	34	35,4	62	64,6	10	1	6	1	7	1	6	2
15.	Линия 3047	98	74,2	34	25,8	4	2	8	2	7	2	5,5	2
16.	Линия 3049	50	82,0	11	18,0	7	2	12	1	6	1	5	2
17.	Линия 3058	47	58,7	33	41,3	7	1	7	2	8	1	5	6
18.	Кубанский Юбилейный (St)	90	75,6	29	24,4	9	3	10	1	7	1	5	2
19.	Линия 3056	43	74,1	15	25,9	6	3	6	2	7	2	6	1
20.	Линия 21	99	83,2	20	16,8	6	3	9	3	9	2	6	2
21.	Кубанский	36	87,8	5	12,2	7	1	7	2	7	2	5	2
22.	Авангард	44	81,5	10	18,5	8	2	10	1	10	2	6,5	3
23.	Талисман	36	75,0	12	25,0	6	4	11	1	8	1	5,5	3
24.	Победа St	24	31,2	53	68,8	10	2	4	2	10	1	6	7

У большей части растений (80 %) бобы были вызревшие от 57,8 % до 92,1 %. Меньше всего вызрело семян у сорта Вавиловский 130. Минимальное количество бобов у большинства всех образцов практически не отличалось и составляло 1-2 боба. Тогда как максимальное количество изменялось по образцам – от 5 (Santa crus) до 14 бобов (Линия 2309) на одном узле. Максимальные и минимальные размеры бобов по образцам практически были равнозначными.

От высоты прикрепления нижних бобов зависит пригодность растений к механизированной уборке и в конечном итоге потери урожая. Только сорт Вавиловский 130 и линия 3047 характеризовались низким прикреплением нижних бобов – 4 см.



Рис. 4. Измерение боба
Fig. 4. Bean measurement



Рис. 5. Растение гуара с созревшими бобами
Fig. 5. Guar plant with ripened beans

Установленные различия по урожайности семян по сортам и линиям обусловлены в первую очередь генетическими особенностями растений. Длительность плодообразования и созревания бобов различалась у исследуемых образцов и, соответственно, это влияло на сбор семян. При определении массы 1000 семян было установлено, что очень выполненными были семена линий 2309 и 3043. Щуплыми оказались семена линий 3016, 1990, 3049 (табл. 4).

Таблица 4. Продуктивность образцов гуара
Table 4. Productivity of guar samples

№ п/п	Сорт, линия	Масса 1000 семян, г	Урожайность, г/м ²
1.	Вавиловский 130	47,3	87,9
2.	Santa crus	35,9	148,5
3.	Крымский одностебельный	31,8	140,1
4.	Линия 1990	28,3	479,1
5.	Линия 2309	50,2	185,4
6.	Линия 1983	45,5	109,2
7.	Линия 1990+	36,6	1083,6
8.	Линия 2310	44,6	273,0
9.	Линия 2317	42,8	510,0
10.	Линия 3015	36,5	257,4
11.	Линия 3016	22,1	343,8
12.	Победа 3	36,8	174,6
13.	Линия 3043	52,0	143,4
14.	Линия 3046	32,8	95,4
15.	Линия 3047	32,2	434,4
16.	Линия 3049	29,2	189,0
17.	Линия 3058	40,1	348,6
18.	Кубанский Юбилейный (St)	32,5	418,8
19.	Линия 3056	38,7	271,8
20.	Линия 21	41,1	499,5
21.	Кубанский	36,1	179,7
22.	Авангард	34,2	201,0
23.	Талисман	40,5	238,2
24.	Победа St	38,1	171,3

Среди изученных признаков масса 1000 семян и количество вызревших бобов на растении имело высокую положительную корреляцию с урожайностью растений.

У линии 1990+, имевшей наиболее высокую урожайность, также было максимальное количество вызревших бобов на растении.

Представленные результаты урожайности гуара являются предварительными, так как основаны на данных экологического испытания только одного года. Это связано с тем, что в исследованиях 2021 года в связи с погодными условиями бобы не успели вызреть, и семена не были получены [11]. Но наблюдения за ростом и развитием растений свидетельствуют о перспективности возделывания данной культуры в Ингушетии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По предварительным данным, две линии гуара 1990 и 21 проявили свою адаптацию к новым для данной культуры почвенно-климатическим условиям. Они имели высокий процент вызревших бобов, а также относительно высокую урожайность. В силу неоднородности совместного воздействия погодных факторов и характера реакции генотипов на эти факторы необходимо продолжить исследования в данном направлении с целью выявления наиболее адаптированных для возделывания в Ингушетии образцов гуара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Sharma P., Dubey G, Kaushik S.* Chemical and Medico-biological profile of *Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub: An overview // *Applied Pharmaceutical Science*. 2010. No. 01 (2011). Pp. 32–37.
2. *Kumar J.A., Pathak P., Mushyam Ch. et al.* Cluster Bean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub] Breeding // *Advances in Plant Breeding Strategies*. 2019. Vol. 7. Pp. 113–149.
3. *Singh S., Bhagwati Devi Ijppr.* *Cyamopsis tetragonoloba* (L). Taub. A PhytoPharmacological Review // *Human*. 2016. № 7(4). Pp. 165–174.
4. *Kuravadi N.A., Verma S., Pareek S. et al.* Guar: An Industrial Crop from Marginal Farms. *Agricultural Sustainability: Progress and Prospects in Crop Research*. Eds.: G.S. Bhullar, N.K. Bhullar. London: Published by Academic Press. Elsevier, 2013. Pp. 47–63.
5. *Старцев В. И., Ливанская Г. А., Куликова А. Ж.* Перспективы возделывания гуара (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) в России // *Вестник РГАЗУ*. 2017. № 24(29). С. 11–16.
6. *Виноградов З. С., Дзюбенко Е. А.* ГУАР: новая кормовая культура // *Сельскохозяйственные вести*. 2020. № 4(123). С. 40–41.
7. *Волошин М. И., Лебедь Д. В., Брусенцов А. С.* Результаты интродукции нового бобового растения – гуара (*Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub) // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2016. № 3(58). С. 84–91.
8. *Волошин М. И., Маджар Д. А., Беспалов Е. А.* Гуар четырехкрыльниковый – перспективы новой бобовой культуры на Юге России // *Агробизнес*. 2022. № 7(79).
9. *Лобанова К. В.* Перспективы выращивания гуара в Донецкой народной республике // *Материалы III международ. науч.-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых*. Макеевка, 2019. С. 45–49.
10. *Лобанова К. В.* Адаптация исходных форм гуара в условиях степи Донбасса // *Материалы III международ. науч.-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых*. Макеевка, 2019.

11. Леймоева А. Ю., Виноградов З. С., Базгиев М. А. и др. Рост и развитие растений гуара в условиях лесостепной зоны Ингушетии // Проблемы развития АПК региона. 2022. № 3(51). С. 69–74.
12. Дзюбенко Н. И., Дзюбенко Е. А., Потоккина Е. К. и др. Гуар *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Тауб.: характеристика, применение, генетические ресурсы и возможность интродукции в России // Сельскохозяйственная биология. 2017. № 6. С. 1116–1128.
13. Лебедь Д. В., Волошин М. И., Беспалов Е. А. и др. Очистка и сортирование семян гуара (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 2(14). С. 54–63.
14. Копоть Е. И., Пимонов К. И., Молчанова Н. П. Применение удобрений в посеве *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) на черноземе обыкновенном в условиях Нижнего Дона // Аграрный научный журнал. 2020. № 7. С. 27–32.
15. Reis Carlos M. G., Celestino M. Almeida, Luis F. V. Peças et al. Yield evaluation of guar genotypes (*Cyamopsis tetragonoloba* L. Taub.) selected for high-density planting and mechanical harvesting // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2021. Vol. 27. No 5. Pp. 926–932.

REFERENCES

1. Sharma P., Dubey G., Kaushik S. Chemical and Medico-biological profile of *Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub: An overview. *Applied Pharmaceutical Science*. 2010. No. 01 (2011). Pp. 32–37.
2. Kumar J.A., Pathak P., Mushyam Ch. et al. Cluster Bean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub] Breeding. *Advances in Plant Breeding Strategies*. 2019. Vol. 7. Pp. 113–149.
3. Singh S., Bhagwati Devi Ijppr. *Cyamopsis tetragonoloba* (L). Taub. A PhytoPharmacological Review. *Human*. 2016. № 7(4). Pp. 165–174.
4. Kuravadi N.A., Verma S., Pareek S. et al. Guar: An Industrial Crop from Marginal Farms. *Agricultural Sustainability: Progress and Prospects in Crop Research*. Eds.: G.S. Bhullar, N.K. Bhullar. London: Published by Academic Press. Elsevier, 2013. Pp. 47–63.
5. Startsev V.I., Livanskaya G.A., Kulikova A.Zh. Prospects for the cultivation of gura (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in Russia. *Vestnik RGAZU* [Bulletin of RGASU]. 2017. No. 24(29). Pp. 11–16. (In Russian)
6. Vinogradov Z.S., Dzyubenko E.A. GUAR: a new fodder culture. *Sel'skokhozyaystvennyye vesti* [Agricultural news]. 2020. No. 4(123). Pp. 40–41. (In Russian)
7. Voloshin M.I., Lebed D.V., Brusentsov A.S. Results of the introduction of a new legume plant - guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub). *Trudy KubGAU* [Proceedings of KubGAU]. 2016. No. 3(58). Pp. 84–91. (In Russian)
8. Voloshin M.I., Madjar D.A., Bespalov E.A. Guar four-winged – prospects for a new legume crop in the South of Russia. *Agrobiznes* [Agribusiness]. 2022. No. 7(79). (In Russian)
9. Lobanova K.V. *Perspektivy vyrashchivaniya guara v Donetskoy narodnoy respublike* [Prospects for growing guar in the Donetsk People's Republic]: materialy III mezhdunarod. nauch.-praktich. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh. Makeyevka, 2019. Pp. 45–49. (In Russian)
10. Lobanova K.V. *Adaptatsiya iskhodnykh form guara v usloviyakh stepi Donbassa* [Adaptation of the initial forms of guar in the conditions of the Steppe of Donbass]: materialy III mezhdunarod. nauch.-praktich. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh. Makeyevka, 2019. (In Russian)

11. Leymoeva A.Yu., Vinogradov Z.S., Bazgiev M.A. Growth and development of guar plants in the forest-steppe zone of Ingushetia. *Problemy razvitiya APK regiona* [Problems of development of the regional agro-industrial complex]. 2022. No. 3(51). Pp. 69–74. (In Russian)
12. Dzyubenko N.I., Dzyubenko E.A., Potokina E.K. et al. Guar *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.: characteristics, application, genetic resources and the possibility of introduction in Russia. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology]. 2017. No. 6. Pp. 1116–1128. (In Russian)
13. Lebed D.V., Voloshin M.I., Bepalov E.A. et al. Purification and sorting of guar seeds (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). *Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki* [Tauride Bulletin of Agrarian Science]. 2018. No. 2(14). Pp. 54–63. (In Russian)
14. Kopot' E.I., Pimonov K.I., Molchanova N.P. Application of fertilizers in sowing of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) on ordinary chernozem in the conditions of the Lower Don. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian scientific journal]. 2020. No. 7. Pp. 27–32. (In Russian)
15. Reis Carlos M.G., Celestino M. Almeida, Luis F.V. Peças et al. Yield evaluation of guar genotypes (*Cyamopsis tetragonoloba* L. Taub.) selected for high-density planting and mechanical harvesting. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2021. Vol. 27. No 5. Pp. 926–932.

Информация об авторах

Леймоева Аза Юсуповна, канд. биол. наук, вед. науч. сотр., Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства;

386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50;

Ингушский государственный университет;

386001, Россия, г. Магас, пр-т Идриса Зязикова, 7;

leimo_2010@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2144-5618>

Базгиев Магомед Алаудинович, канд. с.-х. наук, директор Ингушского научно-исследовательского института сельского хозяйства;

386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50;

ishos06@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7529-6171>

Костоева Лиза Юсуповна, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства;

386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50;

Ингушский государственный университет;

386001, Россия, г. Магас, пр-т Идриса Зязикова, 7;

kostoevaliz@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2258-3724>

Гумукова Лиза Абасовна, аспирант, Ингушский государственный университет;

386001, Россия, г. Магас, пр-т Идриса Зязикова, 7;

lauragumukova@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8216-1345>

Даурбеков Ибрагим Салангириевич, мл. науч. сотр., Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства;

386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50.

Information about the authors

Leimoeva Aza Yusupovna, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Ingush Research Institute of Agriculture;

386203, Russia, Sunzha, 50 Oskanov street;

Ingush State University;

386001, Russia, Magas, 7 Idris Zyazikov Avenue;

leimo_2010@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2144-5618>

Bazgiev Magomed Alaudinovich, Candidate of Agricultural Sciences, Director of Ingush Research Institute of Agriculture;

386203, Russia, Sunzha, 50 Oskanov street;

ishos06@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7529-6171>

Kostoeva Liza Yusupovna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Ingush Research Institute of Agriculture;

386203, Russia, Sunzha, 50 Oskanov street;

Ingush State University;

386001, Russia, Magas, 7 Idris Zyazikov Avenue;

kostoevaliz@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2258-3724>

Gumukova Liza Abasovna, graduate student, Ingush State University;

386001, Russia, Magas, 7 Idris Zyazikov Avenue;

lauragumukova@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8216-1345>

Daurbekov Ibragim Salangirievich, junior researcher, Ingush Research Institute of Agriculture;

386203, Russia, Sunzha, 50 Oskanov street;

УДК: 633.11

DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-74-86

EDN: JMSZDO

Научная статья

Продуктивность озимой пшеницы в условиях склонового земледелия Кабардино-Балкарской Республики

Х. Ш. Тарчоков, М. М. Чочаев, А. Х. Шогенов, О. Х. Матаева

Институт сельского хозяйства –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224

Аннотация. Статья посвящена исследованию влияния агротехнических приемов на урожайность и качество зерна сельскохозяйственных культур в условиях среднегорной зоны Кабардино-Балкарской Республики. Работа выполнена в 2021–2022 гг. в с.п. Белокаменское Зольского района КБР на склоне Северо-Западной экспозиции со средним уклоном 3,5°, высота над уровнем моря 980 м. Схема опыта предусматривала размещение исследуемых культур по разным вариантам склона: верхняя (водораздел), средняя и нижняя части при посеве вдоль и поперек опытного участка. Представлены классификация земель по степени эродированности и условиям работы сельскохозяйственных машин, сведения о качестве посевного материала озимой пшеницы сортов Южанка и Таулан (двуручка), результаты фенологических наблюдений и анализа сноповых образцов по вариантам полевого опыта. В результате проведенной научно-исследовательской работы выявлено, что посев поперек склона является наиболее реальным и наименее затратным способом увеличения урожайности и качества зерна озимых и яровых колосовых культур на склоновых пахотных землях крутизной до 4°. Целью данной работы является изучение влияния способов посева на урожайность и качество зерна колосовых культур на склоновых землях Кабардино-Балкарской Республики.

Ключевые слова: среднегорная зона, почва, склоновые земли, агротехнические приемы, способы посева, урожайность, качество зерна

Поступила 24.08.2023, одобрена после рецензирования 15.09.2023, принята к публикации 22.09.2023

Для цитирования. Тарчоков Х. Ш., Чочаев М. М., Шогенов А. Х., Матаева О. Х. Продуктивность озимой пшеницы в условиях склонового земледелия Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 74–86. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-74-86

Original article

Productivity of winter wheat in the conditions of slope farming in the Kabardino-Balkarian Republic

Kh.Sh. Tarchokov, M.M. Chochaev, A.Kh. Shogenov, O.Kh. Mataeva

Institute of Agriculture –
branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street

Abstract. The article is devoted to the study of the influence of agrotechnical techniques on the yield intensity quality of agricultural crops in the conditions of the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic. The work was carried out in 2021–2022 in the Zolsky district of the village settlement of

Belokamenskoye, KBR, on the slope of the North-Western exposure with an average slope of 3.50 altitude above sea level 980 m. The scheme of the experiment provided for the placement of the studied crops according to different places of the slope: the upper (watershed), middle and lower parts when sowing along and across the experimental site. The classification of lands according to the degree of erosion and working conditions of agricultural machines, information on the quality of sowing material of winter wheat of the Yuzhanka and winter wheat of the Taulan (two-handed), the results of phenological observations and analysis of sheaf samples according to variants of field experience are presented. As a result of the research work carried out, it was revealed that the use of the method of sowing across the slope is the most realistic and least costly way to increase the yield and grain quality of winter and spring crops on sloping arable lands with a steepness of up to 40. The purpose of this work is to study the influence of sowing methods on the yield and quality of grain of ear crops on the slope lands of the Kabardino-Balkarian Republic.

Keywords: foothill zone, ground, sloping lands, agrotechnical techniques, seeding method, yield intensity, crop quality

Submitted 24.08.2023,

approved after reviewing 15.09.2023,

accepted for publication 22.09.2023

For citation. Tarchokov Kh.Sh., Chochaev M.M., Shogenov A.Kh., Mataeva O.Kh. Productivity of winter wheat in the conditions of slope farming in the Kabardino-Balkarian Republic. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2023. No. 5(115). Pp. 74–86. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-74-86

ВВЕДЕНИЕ

Сохранение и поддержание на высоком уровне плодородия почв на склонах – актуальная задача современного земледелия. Необходимо не только защищать пашню от водной эрозии, но и обеспечивать благоприятные условия для формирования высокого уровня урожайности возделываемых культур. Однако для того чтобы обеспечить непрерывный рост урожайности, человечеству надо предотвратить снижение плодородия почв в результате эрозии и других деградационных процессов. Известно, что смытые почвы характеризуются неблагоприятными агрофизическими свойствами и низким потенциальным плодородием в сравнении с почвами, не подвергнутыми водной эрозии [1].

Эрозионные процессы не только разрушают почвенную структуру, ухудшают водно-физические свойства почв, но и способствуют выносу основных элементов питания растений.

Защита почвы имеет важнейшее значение в жизни и питании человека. В результате различных воздействий земля подвергается биологической деградации, становится экологически загрязненной, а плодородие почвы снижается.

В результате антропогенных процессов полезный фонд земель разрушен, плодородные земли взяты под различные постройки и дороги. Процессы эрозии и депрессии в производстве носят глобальный характер, и площадь пахотных земель уменьшается с каждым годом [2].

Почвенный покров на склонах чаще всего подвергается водной эрозии, что требует проведения специальных почвозащитных приемов для того, чтобы снизить процессы его деградации. В связи с этим возрастает необходимость использования новых агротехнических приемов для защиты и охраны склоновых земель от водной эрозии.

В балансе почвенных ресурсов республики имеется более 290,0 тыс. га средне- и сильно смытых почв, заметно утративших свое первоначальное плодородие, и свыше 45,0 тыс. га пашни на склонах, нуждающихся в постоянной и надежной защите от разрушительного влияния эрозионных процессов [3].

Очевидно, что обозначенные земли нуждаются в постоянной, надежной и бережной защите достаточно эффективными агротехническими приемами от разрушительных эрозионных процессов. Так как земельный баланс республики является сверхнапряженным, данная проблема приобретает особую актуальность и значимость.

Территория Кабардино-Балкарии занимает одно из первых мест на юге России, в частности в Северо-Кавказском федеральном округе, по интенсивности и силе проявления процессов эрозии на склоновых землях предгорной и среднегорной природно-климатических зон из-за сложных условий пересеченного рельефа. Поэтому формирование территории землепользователей и размещение полей севооборотов на склоновых землях с учетом высокой эрозионной опасности имеет большое природоохранное и народнохозяйственное значение.

Существенное влияние на интенсивность эрозионных процессов оказывают природные и антропогенные факторы: частота и интенсивность выпадающих осадков, характер снеготаяния, растительность, система земледелия [4]. Постепенно верхние почвенные слои склоновых земель подвергаются разрушительному воздействию воды и с каждым последующим годом эрозионные процессы усиливаются. При этом почва на значимых по объему площадях теряет плодородие и становится существенно менее пригодной для возделывания сельскохозяйственных культур. Задачи борьбы с эрозией и повышения продуктивности земель неотделимы одна от другой. Требования повышения интенсификации использования эрозионно-опасных земель диктуют необходимость усиления мер защиты почв от эрозии. В обозначенных выше неблагоприятных условиях губительного действия водной эрозии мероприятия по защите сельхозугодий должны быть разработаны для каждого землепользователя в зависимости от размеров возделываемых площадей, экологических и природно-климатических факторов и условий окружающей среды [5]. Существующие системы технологий и комплекс машин, применяемых для возделывания растениеводческой продукции, не могут быть использованы на склоновых землях, мало приспособлены для комплексной защиты почв и получения устойчивых прогнозируемых урожаев зерновых культур, условий горного земледелия [6]. Традиционные системы организации землепользования и возделывания зерновых культур в основном применялись с использованием широкозахватной техники на полях крупных размеров [7]. Поэтому разработка и исследование новых эффективных агротехнических приемов по защите почв от эрозии на склоновых пахотных землях и получение более высоких и устойчивых урожаев зерновых культур в условиях предгорной и среднегорной зон КБР является востребованным и актуальным научным направлением.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили в соответствии с учебным пособием «Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований» [8], методическими указаниями по производственному испытанию агротехнических приемов защиты почв от водной эрозии [9]. Математическая обработка статистических результатов опытных данных проведена с использованием дисперсионного анализа [10].

Экспериментальную работу выполняли на опытном поле научно-производственного участка № 3 Института сельского хозяйства КБНЦ РАН общей площадью 6,0 га, в том числе под опытами – 5,8 га, расположенного в среднегорной зоне КБР на высоте 980,0 м над уровнем моря, на выпуклом склоне, когда крутизна увеличивается с отдалением от водораздела с уклонами в верхней части 3,2°, средней – 3,6° и нижней – 3,8°. Сумма эффективных температур выше 10° С составляет до 2700° С за вегетационный период, количество выпадающих осадков – 650-800 мм, гидротермический коэффициент – 1,2-1,3.

Материалом для проведения исследований были сорта озимой пшеницы Южанка и Таулан (двуручка). Использованные для проведения исследований семена по своим важнейшим показателям (чистота, крупность и выравненность, влажность, всхожесть и энергия прорастания) соответствовали требованиям, предъявляемым к элитным семенам.

Земельный участок по вариантам склона был разделен на 12 опытных делянок размером $176,4 \times 24,5$ м²; $176,4 \times 23,5$ м² площадью 0,43 и 0,41 га при 3-кратной повторности. В верхней, средней и нижней части склона размещены по 4 опытных делянки озимой пшеницы сортов Южанка и Таулан (двуручка), посеянных вдоль и поперек склона.

Контролем в данном опыте является способ посева озимой пшеницы сорта Южанка и озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка) вдоль склона.

Посев озимой пшеницы сорта Южанка под урожай 2021 года проводился 26.10.2020 г., под урожай 2022 года – 22.10.2021 г. рядовым способом (15 см) универсальной сеялкой СЗУ-3,6 на глубину 5-6 см. Норма высева озимой пшеницы Южанка – 5,5 млн., озимой пшеницы Таулан (двуручка) – 5,0 млн. всхожих семян на 1 га.

Различная норма высева исследуемых сортов озимой пшеницы связана с тем, что при испытании данных сортов в трех природно-климатических зонах (степная, предгорная, среднегорная) наивысшую урожайность они показали при этих нормах высева.

На опытном поле изучалось влияние направлений посева относительно склона исследуемых сортов озимой пшеницы на урожайность и качество зерна при размещении рядков по горизонталям и вертикалям склона.

Для оценки противоэрозионной эффективности посева (вдоль и поперек склона) на склоновых землях важно получить данные о прибавке урожая и качестве зерна исследуемых объектов.

Перед уборкой урожая в соответствии с методикой проведения исследования с каждой делянки были отобраны сноповые образцы для определения числа растений на 1 м², общего числа стеблей, включая колосоносные, веса пробы снопа, веса пробы зерна, отношения веса зерна к весу соломы, веса 1000 семян и биологического урожая.

Уборку урожая проводили сплошным способом. Урожайность зерна приводили к стандартной 14 % влажности. До ее начала провели визуальный осмотр всего опытного поля.

Поскольку в ходе осмотра не было обнаружено существенных отклонений в состоянии урожая, вызванных случайными причинами (потравы, огрехи, заезд тракторов), урожай с опытных делянок учитывался отдельно со всей площади, а урожай побочной продукции определялся по результатам анализа проб снопа. Сравнение полученных результатов анализа сноповых образцов по разным элементам склона позволило установить тенденцию изменения проверяемых показателей и биологического урожая в зависимости от расположения по разным элементам склона (верхняя, средняя и нижняя части).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Почва опытного участка представляет собой чернозем обыкновенный с хорошо выраженной комковато-зернистой структурой. Содержание общего азота определяли по методу Кьельдаля, подвижные формы фосфора и калия – по методу Чирикова, гумус – по методу Тюрина. Приготовление солевой вытяжки и определение рН проводили по методу ЦИНАО. Почвенный горизонт мощностью 0-25 см перед закладкой имел следующие агрохимические показатели: рН – 5,45-5,6; содержание гумуса – 4,05-4,45 %; общего азота – 47,6-52,5 мг/кг; обменного калия – 320-446 мг/кг; подвижного фосфора – 23,7 мг/кг. Агрохимический анализ почвенных образцов по вариантам опыта проводили в лаборатории Станции агрохимической службы «Кабардино-Балкарская» (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка (с.п. Белокаменское, Зольский р-н, КБР, в среднем по вариантам склона, 2021–2022 гг.)

Table 1. Agrochemical characteristics of the soil of the experimental area (village settlement Belokamenskoye, Zolsky district, KBR, on average for slope options, 2021-2022)

Годы	Варианты склона	Общий азот, мг/кг	P ₂ O ₅ мг/кг	K ₂ O мг/кг	Гумус	pH
2021	Верхняя	45,1	49,3	130,0	4,0	5,6
	Средняя	46,7	51,0	140,0	4,2	5,4
	Нижняя	47,9	53,3	147,0	4,3	5,5
2022	Верхняя	50,1	56,1	145,0	4,1	5,2
	Средняя	54,6	59,4	150,0	4,3	5,5
	Нижняя	57,2	62,4	164,0	4,6	5,7
В среднем по вариантам склона 2021–2022 гг.	Верхняя	47,6	52,7	137,5	4,05	5,45
	Средняя	50,6	55,2	145,0	4,25	5,4
	Нижняя	52,5	57,8	155,5	4,45	5,6

В годы проведения исследований выявлено значительное варьирование природных факторов в периоды вегетации растений. В осеннее время преобладал дефицит влаги, зимой наблюдались оттепели с выпадением и сходом снега, весной в марте и апреле 2021–2022 годов, как правило, отмечали недостаток влаги, особенно в период активного роста и развития растений озимой пшеницы сортов Южанка и Таулан. Четкий дефицит влаги имел место в 2021 году, когда за март выпало 137 мм осадков при среднемноголетней норме 22 мм, за апрель – 19,5 мм при норме 44,0 мм. В первой половине мая наблюдалось небольшое похолодание и нехватка влаги в почве, по температуре отклонение от нормы составило 2,7° С.

Вторая половина мая и июнь были жаркими с обильным количеством выпавших осадков (превышение температуры воздуха составило 3,1-4,2° С, а по сумме осадков в мае-июне – 21 мм). Конец вегетации также характеризовался повышением температуры воздуха на 5,2° С, количество выпавших осадков было несколько ниже – на 14,1 мм от среднемноголетних значений.

Погодные условия вегетационного периода 2022 года были неоднородными. Весенне-летний период (май-июнь) отличался недостаточной теплообеспеченностью и повышенной влажностью. Средняя температура воздуха в мае составила 14,5° С, что ниже среднемноголетних показателей (15,7° С). Сумма осадков в мае составила 110,4 мм, что значительно больше среднемноголетних данных (72,0 мм). Сумма осадков в июне превышала норму на 24,5 мм. Температура июня была несколько ниже среднемноголетней и составила 19,3° С. Дальнейшая вегетация растений проходила при относительно теплой и засушливой погоде июля-августа.

Отмеченные метеорологические условия оказали влияние на рост и развитие растений, а следовательно, на формирование урожайности и качества зерна исследуемых культур, что подтверждается данными фенологических наблюдений и анализа сноповых объектов исследований (табл. 2, 3, 4)

Результаты анализа почвенных образцов с разных элементов склона свидетельствуют о том, что больших различий в содержании гумуса и основных элементов питания между ними не наблюдается, что подчеркивает типичность опытного участка и его соответствие методическим рекомендациям по проведению противоэрозионных исследований на склоновых землях.

Таблица 2. Результаты фенологических наблюдений за ростом и развитием сортов озимой пшеницы Южанка и Таулан (двуручка) в 2021–2022 годах

Table 2. Results of phenological observations of the growth and development of winter wheat varieties Yuzhanka and Taulan (two-handed) in 2021-2022

Годы	Варианты опыта	Посев	Всходы	Кущение	Выход в трубку (стеблевание)	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость	Продолжительность периода от посева до уборки (дней)
Средняя часть склона										
2021	Сорт Южанка	26.10	05.11	16.03	19.04	17.05	18.06	11.07	17.07	258 дней вместе с периодом покоя 107,0
	Сорт Таулан (двуручка)	28.04	16.05	18.05	27.05	19.06	17.07	10.08	14.08	
2022	Сорт Южанка	22.10	04.11	13.03	15.04	14.05	15.06	09.07	14.07	264,0
	Сорт Таулан (двуручка)	25.04	04.05	16.05	24.05	17.06	15.07	08.08	16.08	113,0

Результаты лабораторного анализа сноповых образцов, а также статистических оценок значимости и разницы между средними по наименьшей существенной разности (НСР) представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3. Влияние направления посева относительно склона по вариантам опыта на формирование урожая озимой пшеницы сорта Южанка по анализам сноповых образцов (НПУ № 3, с.п. Белокаменское, Зольский р-н, КБР, 2021–2022 гг.)

Table 3. The influence of the sowing direction relative to the slope according to the experimental options on the formation of the harvest of winter wheat variety Yuzhanka breed according to the analysis of sheaf samples (NPU No. 3, village settlement Belokamenskoye, Zolsky district, KBR, 2021-2022)

Годы	Варианты опыта	Число растений на 1 м ²	Общее число стеблей на 1 м ²	Число продуктивных стеблей на 1 м ²	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Высота растений, см	Вес пробы снопа с 1 м ² , г	Вес зерна пробы, г	Отношение веса зерна к весу соломы, %	Вес 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
Посев вдоль склона (контроль)												
2021	Д-1	437	553	504	1,26	1,1	79	820	408	50,0	43,4	41,0
	Д-5	452	581	549	1,3	1,2	88	817	418	51,0	44,0	42,0
	Д-9	489	604	582	1,25	1,1	89	837	426	51,0	45,1	42,6
	В среднем	459	579	545	1,27	1,13	85,3	824	418	50,6	44,1	41,8
	Посев поперек склона											
	Д-2	449	596	514	1,3	1,15	81	853	421	49,3	44,2	42,1
	Д-6	472	604	568	1,3	1,2	92	870	447	51,4	42,7	44,7
	Д-10	596	634	627	1,27	1,17	94	927	483	52,0	44,8	48,3
В среднем	505	619	569	1,29	1,17	89,0	883	450	50,9	44,0	45,0	
НСР-05												2,9
Посев вдоль склона (контроль)												
2022	Д-1	441	567	509	1,29	1,15	81	819	422	51,0	44,3	42,2
	Д-5	463	594	551	1,3	1,2	92	897	428	48,0	43,8	42,8
	Д-9	498	611	587	1,23	1,17	94	909	442	49,0	44,2	44,2
	В среднем	467	590	549	1,27	1,17	89	875	429	49,3	44,1	43,0

Посев поперек склона												
Д-2	463	611	528	1,3	1,14	87	854	425	50,0	44,3	43,5	
Д-6	489	634	572	1,28	1,17	94	897	450	50,5	44,7	45,0	
Д-10	528	621	589	1,23	1,11	97	918	477	52,0	44,1	47,7	
В среднем	493	622	563	1,27	1,14	93	889,7	451	50,8	44,3	45,1	
НСР-05												2,92

Д-1, Д-2 – верхняя часть склона
 Д-5, Д-6 – средняя часть склона
 Д-9, Д-10 – нижняя часть склона

Таблица 4. Влияние направления посева относительно склона по вариантам опыта на формирование урожая озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка) по анализам сноповых образцов (НПУ № 3, с. п. Белокаменское, Зольский р-н, КБР, 2021–2022 гг.)

Table 4. Influence of sowing direction relative to the slope according to the experimental options on the formation of the yield of winter wheat of the Taulan breed (two-handed) according to the analysis of sheaf samples (NPU No. 3, village settlement Belokamenskoye, Zolsky district, KBR, 2021-2022)

Годы	Варианты опыта	Число растений на 1 м ²	Общее число стеблей на 1 м ²	Число продуктивных стеблей на 1 м ²	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Высота растений, см	Вес пробы снопа с 1 м ² , г	Вес зерна пробы, г	Отношение веса зерна к весу соломы	Вес 1000 зерен	Урожайность, ц/га
Посев вдоль склона												
2021	Д-3	413	485	465	1,2	1,1	80	813	384	47,0	42,6	38,4
	Д-7	428	509	491	1,2	1,1	83	854	417	49,0	42,0	41,7
	Д-11	447	547	514	1,23	1,15	92	857	432	49,2	44,2	42,2
	В среднем	429	513	490	1,21	1,12	85	841	422	48,4	43,0	40,7
	Посев поперек склона											
	Д-4	422	503	472	1,3	1,2	84	837	405	48,3	42,0	40,5
	Д-8	441	517	523	1,2	1,1	89	886	451	51,0	43,0	45,1
	Д-12	469	565	539	1,15	1,1	98	981	434	49,0	43,1	43,4
В среднем	444	528	511	1,21	1,13	90,3	903	445	49,5	42,7	43,0	
НСР-05												1,54
Посев вдоль склона												
2022	Д-1	409	487	470	1,2	1,15	78	840	407	50,0	43,7	41,0
	Д-7	427	528	504	1,24	1,18	81	820	423	51,0	44,1	42,3
	Д-11	449	561	518	1,25	1,15	88	871	437	50,0	46,0	43,7
	В среднем	428	525	497	1,23	1,16	82	843	422	50,3	44,6	42,1
	Посев поперек склона											
	Д-4	425	499	477	1,17	1,12	81	858	418	49,0	44,1	41,8
	Д-8	439	541	523	1,23	1,19	89	878	441	50,0	43,0	44,1
	Д-12	463	578	541	1,2	1,16	98	957	462	48,0	42,0	46,2
В среднем	442	539	514	1,2	1,17	89,3	897	440	49,0	43,0	44,0	
НСР-05												1,3

Д-3, Д-4 – верхняя часть склона
 Д-7, Д-8 – средняя часть склона
 Д-11, Д-12 – нижняя часть склона

В результате проведенных наблюдений и лабораторного анализа сноповых образцов сортов озимой пшеницы Южанка и Таулан (двуручка) в среднем за годы исследований выявлено, что изучаемый способ посева колосовых культур поперек склона оказывает положительное влияние на рост и развитие растений, а также продуктивность полевых культур в склоновом земледелии.

Из данных биометрического анализа показателей, представленных в таблицах 5, видно, что при посеве озимой пшеницы поперек склона (делянки 2, 6, 10) общее число стеблей, число колосоносных стеблей, высота растений, вес пробы снопа и зерна сложились значительно выше, чем при посеве вдоль склона (делянки 1, 5, 9), в среднем за 2021–2022 годы по вариантам опыта на 36 стеблей, 19 стеблей; 3,9 см, 36,5 г и 27 г соответственно.

Заметное преимущество размещения озимой пшеницы поперек склона наблюдается и при сравнительном анализе урожайности по вариантам опыта:

- в верхней части склона урожайность озимой пшеницы сорта Южанка, посеянной поперек склона, в среднем за 2021–2022 гг. превышала урожайность при посеве вдоль склона на 1,4 ц/га;

- в средней части склона за тот же период урожайность озимой пшеницы, посеянной поперек склона, превышала урожайность на контроле на 2,4 ц/га;

- в нижней части склона урожайность озимой пшеницы, посеянной поперек склона, превысила урожайность на контроле на 2,6 ц/га.

Во многом это можно объяснить тем, что у подножия склона в условиях частичного выполнения аккумулятивных функций ландшафта продуктивность с 1 га пашни в зоне развития водной эрозии возрастает [11].

В целом стоимостное выражение прибавки урожая составило 6400 руб., в том числе от крутизны склона: в верхней части склона – 1200,0 руб., средней части – 2400,0 руб., нижней части – 2600,0 руб.

При этом урожайность озимой пшеницы в среднем за 2021–2022 гг. при посеве поперек склона превысила показатели, полученные на контроле (посев вдоль склона) по вариантам опыта на 2,1 ц/га. Аналогичные результаты получены и при анализе сноповых образцов озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка), что свидетельствует о высокой эффективности проводимых противозерозионных агротехнических мероприятий и их влиянии на повышение урожайности и качества зерна колосовых культур в условиях склонового земледелия.

Таблица 5. Зависимость качества зерна озимой пшеницы сорта Южанка от направления посева относительно склона (вдоль, поперек) по разным элементам склона (2021–2022 гг.)

Table 5. Dependence of grain quality of winter wheat Yuzhanka breed on the direction of sowing relative to the slope (along, across) for different elements of the slope (2021-2022)

Годы	№ п/п	Варианты опыта	Влага, %	Белок, %	Клейковина, %	Натура, г	
Верхняя часть склона							
2021	1	Посев вдоль склона (контроль)	12,0	9,8	20,7	815,0	
	2	Посев поперек склона	12,1	11,9	23,9	823,0	
	Разница к контролю		0,1	2,1	3,2	8,0	
	Средняя часть склона						
	3	Посев вдоль склона (контроль)	11,9	11,5	26,4	812,8	
	4	Посев поперек склона	12,4	18,7	28,9	831,2	
	Разница к контролю		0,5	7,2	2,5	18,4	
	Нижняя часть склона						
	5	Посев вдоль склона (контроль)	12,2	10,9	27,0	780,0	
6	Посев поперек склона	12,6	17,8	27,9	794,0		
Разница к контролю		0,4	6,9	0,9	14,0		
Верхняя часть склона							
	1	Посев вдоль склона (контроль)	12,0	10,4	20,9	808,0	
	2	Посев поперек склона	12,8	11,6	24,2	824,0	
	Разница к контролю (+,-)		0,8	1,2	3,3	16,0	

		Средняя часть склона				
2022	3	Посев вдоль склона (контроль)	13,1	9,9	23,5	817,0
	4	Посев поперек склона	13,4	12,1	24,9	832,0
	Разница к контролю (+,-)		0,3	2,2	1,4	15,0
			Нижняя часть склона			
	5	Посев вдоль склона (контроль)	12,7	10,3	21,0	834,0
	6	Посев поперек склона	13,1	12,7	24,7	842,0
	Разница к контролю (+,-)		0,4	1,4	3,7	8,0

Сравнительный анализ качественных показателей зерна озимой пшеницы сорта Южанка в зависимости от способа посева (вдоль, поперек) по разным элементам склона показал, что при посеве озимой пшеницы поперек склона содержание белка при размещении в верхней части склона составило 11,9 % или выше, чем на контроле, на 2,1%, в средней части склона при посеве поперек склона содержание белка составило 18,7 % или выше, чем на контроле, на 7,2 %, в нижней части склона содержание белка при посеве поперек склона составило 17,8 %, что выше, чем на контроле, на 6,9 % (табл. 6). Аналогичные результаты, подтверждающие преимущество размещения посева озимой пшеницы поперек склона, получены и при сравнительном анализе качественных показателей озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка).

Представленные результаты свидетельствуют о том, что для увеличения урожая на посевах зерновых колосовых культур большое значение имеют способ посева и направление движения агрегатов по отношению к падению склона. Противозерозионная роль такого посева заключается в том, что каждый ряд растений и образовавшиеся мелкие бороздки замедляют поверхностный сток дождевых вод, осаждают и задерживают взмученные почвенные частицы, уменьшают смыв, улучшают рост и развитие растений, способствуют сохранению плодородия почв, повышают их защитную роль и урожай.

В связи с этим пахотные земли на склонах крутизной до 3° целесообразно отводить соответственно под севообороты с максимальным насыщением пропашными культурами. Склоны крутизной 3-5° необходимо занимать преимущественно культурами сплошного посева, а при уклонах более 5° склоновые пахотные земли необходимо включать в почвозащитные севообороты.

При этом применение агротехнологических, противозерозионных мероприятий, как установлено проведенными исследованиями, не требует больших капитальных вложений и дает положительный эффект достаточно быстро, в первый же год их применения. Расчеты свидетельствуют, что запланированный комплекс противозерозионных мероприятий на склоновых землях по борьбе с вымыванием, деградацией и эрозией почв требует затрат не более 10 % от величины ущерба, который ежегодно приносит аграрной отрасли эрозия почв. В то же время замена продольного посева зерновых колосовых культур поперечным является одним из значимых почвозащитных агротехнических приемов не только на склоновых пахотных землях предгорной и среднегорной природно-климатических зон Кабардино-Балкарской Республики, но и по всему Северо-Кавказскому региону.

Результаты оценки экономической эффективности применения рекомендуемого противозерозионного приема на посевах озимой пшеницы сорта Южанка и сорта Таулан (двуручка) представлены в таблице 6.

Таблица 6. Экономическая эффективность агротехнических противоэрозионных мероприятий на посеве озимой пшеницы сорта Южанка и озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка), в среднем за 2021–2022 гг.

Table 6. Economic efficiency of agrotechnical anti-erosion measures for sowing winter wheat of the Yuzhanka breed and winter wheat of the Taulan breed (two-handed), on average for 2021-2022.

Варианты опыта	Урожайность, ц/га						Стоимость прибавки урожая		Всего, руб.
	посев вдоль склона (контроль)		посев поперек склона		(+, -) к контролю		основной продукции	побочной продукции	
Верхняя часть склона	основной продукции	побочной продукции	основной продукции	побочной продукции	основной продукции	побочной продукции			основной продукции
Озимая пшеница сорт Южанка									
Средняя часть склона	41,2	73,4	42,8	74,8	1,3	1,4	1300	70	1370
Нижняя часть склона	42,4	79,0	44,8	81,2	2,4	1,2	2400	60	2460
	43,4	84,7	46,3	86,6	2,9	1,9	2900		2995
	Итого:								6825,0
Озимая пшеница сорт Таулан									
Верхняя часть склона	39,7	74,0	41,1	78,3	1,4	4,3	1400	215	1615
Средняя часть склона	42,0	77,0	43,7	79,8	1,7	2,8	1700	140	1840
Нижняя часть склона	43,0	81,1	44,8	87,4	1,8	6,3	1800	315	2115
	Итого:								5570,0
	Дополнительные затраты на противоэрозионный прием								2370,0
	Чистый доход с 1 га посева озимой пшеницы сорта Южанка								4455,0
	Чистый доход с 1 га посева озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка)								3200,0

Примечание: розничная цена основной продукции – 1000 руб./ц, побочной – 50 руб./ц.

Выводы

1. Использование способа посева по горизонталям склона в предгорной и среднегорной природно-климатических зонах на пахотных землях крутизной в пределах 3-5° является одним из важных и доступных агротехнических приемов, эффективно влияющих на формирование продукционного процесса, урожайность и качество зерна озимой пшеницы.

2. Увеличение урожайности озимой пшеницы сорта Южанка за счет применения изучаемого почвозащитного агроприема по всем вариантам опыта составило: по основной продукции – 2,1 ц/га и по побочной – 1,5 ц/га.

Стоимость прибавки урожая озимой пшеницы при посеве поперек склона составила: по основной продукции – 6600,0 руб., по побочной – 2250,0 руб., всего – 6825,0; чистый доход с площади 1 га составил 4455,0 руб.

3. Анализ качественных показателей зерна озимой пшеницы сорта Южанка показал, что при посеве поперек склона содержание клейковины за годы исследований (2021–2022 гг.) по всем вариантам склона – 23,25 % или больше, чем на контроле, на 2,4 %.

Аналогичные результаты были получены и при анализе качественных показателей озимой пшеницы сорта Таулан (двуручка).

4. Результаты проведенных научных исследований о влиянии направления посева относительно склона на формирование урожая озимой пшеницы следует включить в систему обязательных технологических приемов при возделывании полевых культур сплошного сева на территории предгорной и среднегорной природно-климатических зон Кабардино-Балкарии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заславский М. А. Эрозия почв. Москва: Мысль, 1979. 245 с.
2. Ramazonov B. R. Anti-erosion control measures on sloping lands and foothill areas, desertification processes. *Scientific Journal*. 2021. Vol. 2. No. 5. Pp. 410–419. DOI:10.24411/2181-1385-2021-00905.
3. Тарчоков Х. Ш., Чочаев М. М., Кушхабиев А. З. и др. Противоэрозионная эффективность способов посева на склоновых землях Кабардино-Балкарской Республики // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 3(35). С. 66–72.
4. Скорыходов В. Ю., Максюттов Н. А., Зоров А. А и др. Сохранение плодородия почвы от эрозии в степной зоне Урала // Плодородие. 2021. № 6(123). С. 22–25. DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.06.
5. Константинов М. С. Защита почв от эрозии при интенсивном земледелии. Кишинев: Штиинца, 1987. 240 с.
6. Лачуга Ю. Ф., Измайлов А. Ю., Лобачевский Я. П. и др. Научно-технические достижения агроинженерных научных учреждений для производства основных групп сельскохозяйственной продукции // Техника и оборудование для села. 2021. № 4(286). С. 2–11.
7. Лачуга Ю. Ф., Смирнов И. Г., Шогенов Ю. Х. Агроинженерная наука производству // Техника в сельском хозяйстве. 2008. № 3. С. 3–5.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. С. 107–109.
9. Ванин Д. Е., Рожков А. Г., Сурмач Г. П. и др. Методические указания по производственному испытанию агротехнических приемов защиты почв от водной эрозии. Москва: Колос. 1976 г. 20 с.
10. Фишер Р. А. Статистические методы для исследователей / перевод с англ. В. Н. Перегудова. Москва: Госстатиздат, 1958. 268 с.
11. Стукало В. А., Степаненко Т. Г., Друп В. Д. и др. Влияние развития эрозионных процессов на содержание подвижных соединений фосфора и калия, урожайность озимой пшеницы на пашне и разнотравно-злаковых ассоциаций на целине // Земледелие. 2020. № 3. С. 24–26. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10304.

REFERENCES

1. Zaslavsky M.A. *Eroziya pochv* [Soil erosion]. Moscow: Mysl', 1979. 245 p. (In Russian)
2. Ramazonov B.R. Anti-erosion control measures on sloping lands and foothill areas, desertification processes. *Scientific Journal*. 2021. Vol. 2. No. 5. Pp. 410–419. DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00905.
3. Tarchokov Kh.Sh., Chochaev M.M., Kushkhabiev A.Z. et al. Anti-erosion efficiency of sowing methods on slope lands of the Kabardino-Balkarian Republic. *Vestnik APK Stavropol'ya* [Bulletin of the AIC of Stavropol]. 2019. No. 3(35). Pp. 66–72. (In Russian)

4. Skorokhodov V.Yu., Maksyutov N.A., Zorov A.A. et al. Preservation of soil fertility from erosion in the steppe zone of the Urals. *Plodorodiye*. 2021. No. 6(123). Pp. 22–25. DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.06. (In Russian)
5. Konstantinov M.S. *Zashchita pochv ot erozii pri intensivnom zemledelii* [Protection of soils from erosion during intensive farming]. Chisinau: Shtiintsa, 1987. 240 p. (In Russian)
6. Lachuga Yu.F., Izmailov A.Yu., Lobachevsky Ya.P. et al. Scientific and technical achievements of agro-engineering scientific institutions for the production of basic groups of agricultural products. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela* [Equipment and equipment for rural areas. 2021]. No. 4(286). Pp. 2–11. (In Russian)
7. Lachuga Yu.F., Smirnov I.G., Shogenov Yu.Kh. Agricultural engineering science for production. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve* [Technology in agriculture]. 2008. No. 3. Pp. 3–5. (In Russian)
8. Dosphehov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experience]. Moscow: Agropromizdat, 1985. Pp. 107–109. (In Russian)
9. Vanin D.E., Rozhkov A.G., Surmach G.P. et al. *Metodicheskiye ukazaniya po proizvodstvennomu ispytaniyu agrotekhnicheskikh priyemov zashchity pochv ot vodnoy erozii* [Guidelines for production testing of agrotechnical methods for protecting soils from water erosion]. Moscow: Kolos, 1976. 20 p. (In Russian)
10. Fisher R.A. *Statisticheskiye metody dlya issledovateley* [Statistical methods for researchers]: transl. V.N. Peregudova. Moscow: Gosstatizdat, 1958. 268 p. (In Russian)
11. Stukalo V.A., Stepanenko T.G., Drup V.D., Okrut S.V., Zelenskaya T.G. The influence of the development of erosion processes on the content of mobile compounds of phosphorus and potassium, the yield of winter wheat on arable land and forb-grass associations on virgin soil. *Zemledeliye*. 2020. No. 3. Pp. 24–26. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10304. (In Russian)

Информация об авторах

Тарчоков Хасан Шамсадинович, канд. с.-х. наук, стар. науч. сотр., зав. лабораторией «Технологии возделывания полевых культур», Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;

kbniish2007@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6187-7354>

Чочаев Магомед Махмудович, науч. сотр. лаборатории «Технологии возделывания полевых культур», Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;

kbniish2007@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2442-6762>

Шогенов Анзор Хасанович, канд. с.-х. наук, науч. сотр. лаборатории «Технологии возделывания полевых культур», Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;

a.vonegosh@yandex.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1184-5397>

Матаева Оксана Хасановна, мл. науч. сотр. лаборатории «Технологии возделывания полевых культур», Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;

o-mataeva@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3590-5734>

Information about the authors

Tarchokov Khasan Shamsadinovich, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, Head of Laboratory of Field Crops Cultivation Technology, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;

kbniish2007@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6187-7354>

Chochaev Magomed Makhmudovich, researcher of the Laboratory of Field Crops Cultivation Technology, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;

kbniish2007@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2442-6762>

Shogenov Anzor Khasanovich, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the Laboratory of Field Crops Cultivation Technology, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;

a.vonegosh@yandex.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1184-5397>

Mataeva Oksana Khasanovna, junior researcher of Laboratory of Field Crops Cultivation Technology, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360004, Russia, Nalchik, 224 Kirov street;

o-mataeva@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3590-5734>

УДК 633.52

DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-87-94

EDN: RBPUWQ

Научная статья

Факторы эффективного производства льна масличного в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия

З. М. Цицкиев, М. У. Гамботова, А-Р. А. Газдиев,
З. С. Баталов, С. У. Эсмурзиев

Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50

Аннотация. В статье представлены результаты исследований, проведенные в 2022–2023 годах в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия по изучению влияния норм высева на урожайность и качество различных сортов льна масличного. Культура льна для республики новая и требует тщательного изучения ее особенностей. Поэтому исследования по разработке основных технологических приемов возделывания этой культуры носят актуальный характер. В исследованиях изучали два перспективных сорта льна масличного – Даник и ФЛИЗ. На опытных участках вели фенологические наблюдения, анализировали элементы структуры урожая и качество семян различных сортов льна масличного. Проведенные исследования показали, что выращивание сортов льна масличного при оптимальной норме высева семян (7 млн шт./га) положительно сказывается на формировании всех элементов структуры урожая и как следствие на урожайность. Результаты исследований показывают возможность возделывания льна в условиях республики. Испытываемые сорта льна масличного сформировали довольно высокий урожай хорошего качества.

Ключевые слова: лен, сорта, норма высева, урожайность, качество

Поступила 05.09.2023, одобрена после рецензирования 02.10.2023, принята к публикации 05.10.2023

Для цитирования. Цицкиев З. М., Гамботова М. У., Газдиев А-Р. А., Баталов З. С., Эсмурзиев С. У. Факторы эффективного производства льна масличного в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 87–94. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-87-94

Original article

Factors of effective production of oilseed flax in the forest-steppe zone of the Republic of Ingushetia

Z.M. Tsitskiev, M.U. Gambotova, A-R.A. Gazdiev,
Z.S. Batalov, S.U. Esmurziev

Ingush Research Institute of Agriculture
386203, Russia, Sunzha, 50 Oskanova street

Abstract. The article presents the results of research conducted in 2022-2023 in the forest-steppe zone of the Republic of Ingushetia to study the influence of seeding rates on the yield and quality of various breeds of oil flax. The flax culture is new for the republic and requires a thorough study of its characteristics. Therefore, research on the development of basic technological methods for cultivating this crop is relevant. The studies examined two promising breeds of oil flax – Danik and FLIZ. Phenological observations were carried out in the experimental plots, elements of the crop structure and the quality of seeds of various breeds of oil flax were analyzed. Studies have shown that growing oil flax breeds at an

optimal seed sowing rate (7 million pieces/ha) has a positive effect on the formation of all elements of the crop structure, and, as a consequence, on yield. The research results show the possibility of cultivating flax in the republic. The tested bredes of oil flax formed a fairly high yield of good quality.

Keywords: flax, bredes, seeding rate, yield, quality

Submitted 05.09.2023,

approved after reviewing 02.10.2023,

accepted for publication 05.10.2023

For citation. Tsitskiev Z.M., Gambotova M.U., Gazdiev A-R.A., Batalov Z.S., Esmurziev S.U. Factors of effective production of oilseed flax in the forest-steppe zone of the Republic of Ingushetia. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 5(115). Pp. 87–94. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-87-94

ВВЕДЕНИЕ

Важное место в агропромышленном комплексе занимает масложировая промышленность. Традиционно возделываемыми в настоящее время масличными культурами являются подсолнечник и рапс. Однако не менее ценными качествами обладает лен масличный. Это высокоценная техническая культура разностороннего использования [1]. Семена льна содержат 40-50 % высококачественного высыхающего масла. Оно используется в различных отраслях промышленности: литейной, лакокрасочной и других, а также в медицине и парфюмерии [2].

Льняной жмых содержит до 30-35 % белка и до 10 % масла, легко усваиваемого животными [3].

Льноволокно и льносемена транспортабельны и пригодны для длительного хранения [4, 11].

Масло и размолотые семена льна оказывают лечебное действие на организм человека [5]. Семена льна используются при производстве хлебобулочных изделий.

Целесообразность возделывания льна в России обусловлена экономическими преимуществами этой культуры. Экономическая эффективность возделывания льна в отдельные годы может быть в 2-3 раза выше, чем пшеницы [6].

К хозяйственно ценным признакам, характеризующим сорт, относится и адаптивный потенциал [7]. Сорт должен быть высокопродуктивным, а также устойчивым к стрессовым ситуациям, патогенам и вредителям.

Лен масличный обладает высокой биологической пластичностью, устойчивостью к низким температурам [8]. Является хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур. При возделывании льна почти не нужно применять пестициды и удобрения [9].

Лен масличный в республике не возделывается, проведение исследований в этом направлении является актуальным и позволит систематизировать информацию в целях управления уровнем урожайности и качеством семян льна.

Цель исследований: определение уровня влияния элементов технологии возделывания на рост, развитие и продуктивность растений льна масличного в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия.

Задачи исследований:

- установить оптимальную норму высева льна масличного,
- выявить влияние нормы высева на структуру урожая льна,
- определить качество полученного урожая льна.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2022 и 2023 годах на опытном поле ФГБНУ ИнгНИИСХ, расположенном в лесостепной зоне Республики Ингушетия.

В течение вегетационного периода проводили анализы и наблюдения согласно общепринятым методикам [10].

Почва опытного участка – среднемошный, среднесуглинистый, слабовыщелоченный чернозем с содержанием гумуса до 4,5 %. По агрохимическим свойствам почва благоприятна для возделывания льна.

Объект исследований – сорта льна масличного Даник и ФЛИЗ. Агротехника общепринятая для юга РФ. Предшественник – озимая пшеница. Площадь делянки – 15 кв. м. Норма высева – 6, 7 и 8 млн шт. всхожих семян на 1 га. Способ посева – обычный рядовой с междурядьем 15 см.

Посев льна проводился вручную во второй декаде апреля. Учет урожая проводили вручную.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Всходы льна масличного появились в среднем через 10-12 суток после посева в зависимости от погодных условий в годы проведения исследований.

Период от посева до созревания у сорта льна масличного Даник составил в зависимости от нормы высева от 89 до 92 суток, а у сорта ФЛИЗ – от 90 до 95 суток. Короче всех вегетационный период оказался у сорта Даник с нормой высева 8 млн шт. всхожих семян на 1 га. В посевах с низкой нормой высева растения льна более мощные и кустистые, их созревание происходит на несколько суток позже, чем в вариантах с высокой нормой высева.

Густота стояния растений

Лимитирующим фактором урожайности для многих сельскохозяйственных культур является густота стояния растений. Она зависит от температуры, почвенного плодородия, света, наличия влаги и многих других факторов [12].

Таблица 1. Густота стояния растений льна масличного в зависимости от нормы высева семян в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия

Table 1. The density of flax plants depending on the seeding rate in the forest-steppe zone of the Republic of Ingushetia

Сорт	Норма высева семян, млн шт./га	Густота стояния растений, млн шт./га						Сохранность растений, %		
		всходы			перед уборкой			2022 г.	2023 г.	Среднее за 2 года
		2022 г.	2023 г.	Среднее за 2 года	2022 г.	2023 г.	Среднее за 2 года			
Даник	6	4,99	5,21	5,10	4,71	4,85	4,78	94,3	93,0	93,7
	7	5,98	6,13	6,05	5,52	5,60	5,56	92,4	91,3	91,9
	8	6,45	6,59	6,52	5,62	6,18	5,90	87,1	93,8	90,4
ФЛИЗ (ст.)	6	4,95	4,83	4,89	4,54	4,68	4,61	91,7	96,9	94,3
	7	5,40	5,56	5,48	4,79	5,21	5,00	88,7	93,7	91,2
	8	6,02	6,28	6,15	5,51	5,63	5,57	91,5	89,6	90,5

За вегетационный период число растений от всходов до уборки снижается. Сохранность растений в среднем составила от 90,4 до 93,7 % у сорта Даник и от 90,5 до 94,3 % у сорта ФЛИЗ.

Густота стояния растений во второй год исследований была больше, что, очевидно, связано более благоприятными погодными условиями в этот год, а именно: большим количеством осадков в начальные фазы развития растений льна масличного по сравнению с первым годом.

Густота стояния растений в фазе всходов у сорта Даник составила в среднем по нормам высева семян 6, 7 и 8 млн шт. на 1 га соответственно 5,10; 6,05 и 6,52 млн шт. на 1 га. Перед уборкой этот показатель составил по изучаемым нормам 4,78; 5,56 и 5,90 млн шт. на 1 га. У сорта ФЛИЗ густота стояния растений немного ниже и составила при норме высева семян 6 млн шт. – 4,89 шт./га, при норме высева 7 млн шт./га – 5,48 млн шт. и при норме высева 8 млн шт. – 6,15 млн шт. га 1 га.

Перед уборкой число сохранившихся растений при норме высева 6 млн шт. – 4,61; при норме высева 7 млн шт. – 5,00 и при норме высева 8 млн шт./га – 5,57 млн шт. на 1 га. Выживаемость растений составила от 90,5 до 94,3 %.

Норма высева семян

Одним из главных факторов получения высокого урожая является оптимальная структура посева, определяемая нормой высева. На участках с высокой нормой высева растения льна быстро растут в высоту, при этом снижается ветвистость и ухудшается качество маслосемян. С увеличением нормы высева диаметр стебля, число коробочек на одном растении уменьшается.

В посевах с низкой нормой высева активно развивается сорная растительность. С уменьшением нормы высева увеличивается количество семян в одной коробочке.

Таблица 2. Структурный анализ растений льна масличного в зависимости от нормы высева семян в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия (среднее за два года)

Table 2. Structural analysis of oilseed flax plants depending on the seeding rate in the forest-steppe zone of the Republic of Ingushetia (average for two years)

Сорт/ норма высева, млн шт./га	Высота растений, см			Количество на 1 растении, шт.			Семян в коробочке, шт.			Масса 1000 семян, г		
				коробочек								
	2022 год	2023 год	сред. за 2 года	2022 год	2023 год	сред. за 2 года	2022 год	2023 год	сред. за 2 года	2022 год	2023 год	сред. за 2 года
Даник												
6	66	70	68	17	21	19	7,9	7,3	7,6	8,4	9,0	8,7
7	66	72	69	17	19	18	7,8	7,2	7,5	8,4	8,6	8,5
8	72	74	73	13	17	15	6,0	6,6	6,3	7,7	8,7	8,2
ФЛИЗ (ст)												
6	59	63	61	16	20	18	8,1	8,5	8,3	7,0	8,2	7,6
7	62	64	63	14	16	15	7,5	7,7	7,6	7,1	7,3	7,2
8	66	72	69	10	14	12	6,9	7,3	7,1	6,7	7,3	7,0

По двум годам исследований более высокие показатели структуры урожая сформировались в 2023 году. Высота растений, число семян в коробочке и масса 1000 семян оказались выше в посевах второго года исследований.

В загущенных посевах льна показатели элементов структуры урожая ниже. Из-за конкуренции растений завязывается меньшее число коробочек, и они более мелкие. Так, у сорта Даник при норме высева семян 6 млн шт./га число коробочек на одном растении составляет 19 штук, при норме высева 7 млн шт./га – 18 шт., при норме 8 млн шт./га – 15 штук.

У сорта ФЛИЗ число коробочек при норме 6 млн шт./га – 8 шт., при норме 7 млн шт./га – 15 шт., при норме 8 млн шт./га – 13 штук. Число сформировавшихся коробочек у сорта Даник немного выше, чем у сорта ФЛИЗ.

Высота растений у сорта Даник при разных нормах высева семян колеблется от 68 см до 73 см. Чем выше норма высева семян, тем выше растение, так как, конкурируя между собой, растения быстрее вытягиваются.

У сорта ФЛИЗ растения более низкорослые, и их высота составляет при норме высева 6 млн шт./га – 61 см, 7 млн шт./га – 63 см и 8 млн шт./га – 69 см.

Число семян в коробочке у сорта Даник выше при норме 6 млн шт./га – 7,6 шт., при норме 7 млн шт. – 7,5 шт. и при норме 8 млн шт./га – 6,3 шт.

У сорта ФЛИЗ число семян в коробочке снижается с увеличением нормы высева от 8,3 шт. до 7,1 штук.

С увеличением нормы высева уменьшается масса 1000 семян. Более полновесные семена сформировались у сорта Даник с нормой высева 6 млн шт./га – 8,7 г, при увеличении нормы высева до 8 млн шт./га масса 1000 семян снижается и составляет 8,2 г. Масса 1000 семян у сорта ФЛИЗ максимальная при норме высева 6 млн шт. – 7,6 г, далее с увеличением нормы высева она снижается и составляет 7,2 г при норме высева 7 млн шт./га и 7,0 г – при норме высева 8 млн шт./га.

Урожайность посевов

Потенциальная урожайность льна высокая, но ее реализация зависит от многих факторов.

Таблица 3. Урожайность и качество семян сортов льна масличного в зависимости от нормы высева в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия

Table 3. Yield and quality of seeds of oilseed flax varieties depending on the seeding rate in the conditions of the forest-steppe zone of the Republic of Ingushetia

Сорт/ норма высева, млн шт./га	Урожайность семян, т/га			Масличность семян, %		
	2022 г.	2023 г.	среднее за 2 года	2022 г.	2023 г.	среднее за 2 года
Даник						
6	1,75	1,88	1,83	50,8	50,4	50,6
7	1,90	1,98	1,94	51,2	50,6	50,9
8	1,69	1,85	1,77	50,6	50,8	50,7
НСР 05	1,06			1,1		
ФЛИЗ (ст.)						
6	1,52	1,60	1,56	49,0	47,0	48,0
7	1,71	1,79	1,75	48,3	49,9	49,1
8	1,46	1,60	1,53	48,4	50,0	48,2
НСР 05	1,17			1,3		

Результаты исследований показывают, что наивысшую урожайность обеспечили посевы с нормой высева 7 млн шт./га. При норме высева 6 млн шт./га у сорта Даник она составляет 1,83 т/га, при норме высева 7 млн шт./га – 1,94 т/га. Увеличение нормы высева до 8 млн шт./га вызвало снижение урожайности на 0,17 т/га и составило 1,77 т/га.

Сорт ФЛИЗ в посевах показал меньшую урожайность, чем сорт Даник. Его урожайность составила по норме высева 6 млн шт./га – 1,56 т/га, при норме высева 7 млн шт./га – 1,75 т/га и при норме высева 8 млн шт./га урожайность снизилась на 0,22 т/га по сравнению с вариантом с нормой высева 7 млн шт./га и составила 1,53 т/га. Разница между максимальной урожайностью при сравнении двух сортов составляет 0,19 т/га в пользу сорта Даник.

Масличность семян у сорта Даник составляет при норме высева 6 млн шт./га 50,6 %. При норме 7 млн шт. показатель масличности самый высокий – 50,9 %. У сорта ФЛИЗ этот показатель составил при нормах высева 6, 7 и 8 млн шт./га 48,0; 49,1 и 48,2 % соответственно.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования по изучению факторов эффективного производства льна масличного (норма высева, сорта) в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия показали, что почвенно-климатические условия зоны вполне пригодны для выращивания этой культуры. Для реализации потенциальной урожайности льна необходимо сочетание условий внешней среды и правильный подбор элементов технологии возделывания. По результатам исследований самым высокоурожайным оказался сорт Даник, который превзошел сорт ФЛИЗ по всем показателям. Его максимальная урожайность составила 1,94 т/га, максимальная урожайность сорта ФЛИЗ – 1,75 т/га. Оптимальной нормой высева для обоих сортов является норма 7 млн шт./га, так как при этой норме высева семян показатели структуры урожая выше, выше и сама урожайность, и качество семян льна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казаков Г. И., Санин А. А., Косых Л. А. Лен масличный – культура ценная и неприхотливая // *Агро-Информ*. 2002. № 12. С. 21–23.
2. Смирнов Л. А., Поздняков Б. А. и др. *Льняной комплекс России: факторы и условия эффективного развития*. Москва: Росинформагротех, 2013.
3. Галкин Ф. М., Хатнянский В. И., Тишков Н. М. и др. *Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки*. Краснодар: Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта, 2008. 193 с.
4. Лукомец В. М., Пивень В. Т., Тишков Н. М. и др. *Лен масличный – культура перспективная* // *Защита и карантин растений*. 2013. № S2. С. 20.
5. Зеленцов С. В. *История культуры льна в мире и в России. Масличные культуры* // *Научно-технический бюллетень ВНИИМК*. 2017. № 1(169). С. 93–103.
6. Кадыров М. А. *Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси*. Минск: ИВЦ Минфина, 2005. 304 с.
7. *Отраслевая научно-техническая программа «Лен масличный» на 2012–2016 гг.* / Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь [Электронный ресурс].
8. Абушинова Е. В. *Влияние различных доз минеральных удобрений на рост и развитие льна масличного в условиях Северо-Западного федерального округа РФ* // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2018. № 50. С. 57–61.
9. Живетин В. В., Гинзбург Л. Н., Ольшанская О. Н. *Лен и его комплексное использование*. Москва: Информ - Знание, 2002. 400 с.
10. Доспехов Б. А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. 5-е изд. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Синякова О. В., Колотов А. П. *Урожай льна масличного в условиях Среднего Урала* // *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК*, 2015. Вып. 3(163). С. 59–62.
12. Брач Н. Б., Пороховинова Е. А., Шеленга Т. В. *Перспективы создания сортов масличного льна специализированного назначения* // *Аграрный вестник Юго-Востока*. 2016. № 1–2. С. 50–52.

REFERENCES

1. Kazakov G.I., Sanin A.A., Kosykh L.A. Oil flax is a valuable and unpretentious crop. *Agro-Inform* [Agro-Inform]. 2002. No. 12. Pp. 21–23. (In Russian)
2. Smirnov L.A., Pozdnyakov B.A. et al. *L'nyanoy kompleks Rossii: faktory i usloviya effektivnogo razvitiya* [Flax complex of Russia: factors and conditions for effective development]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2013. (In Russian)
3. Galkin F.M., Khatnyansky V.I., Tishkov N.M. et al. *Len maslichnyy: selektsiya, semenovodstvo, tekhnologiya vozdel'yvaniya i uborki* [Oil flax: selection, seed production, cultivation and harvesting technology]. Krasnodar: Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut maslichnykh kul'tur im. V. S. Pustovoyta, 2008. 193 p. (In Russian)
4. Lukomets V.M., Piven V.T., Tishkov N.M. et al. Oilseed flax – a promising crop. *Zashchita i karantin rasteniy* [Protection and quarantine of plants]. 2013. No. S2. P. 20. (In Russian)
5. Zelentsov S.V. History of flax culture in the world and in Russia. Oilseeds. *Nauchno-tekhnicheskiiy byulleten' VNIIMK* [Scientific and technical bulletin of VNIIMK]. 2017. No. 1(169). Pp. 93–103. (In Russian)
6. Kadyrov M.A. *Sovremennyye tekhnologii proizvodstva rasteniyevodcheskoy produktsii v Belarusi* [Modern technologies for the production of crop products in Belarus]. Minsk: IVTS Minfina, 2005. 304 p. (In Russian)
7. *Otraslevaya nauchno-tekhnicheskaya programma «Len maslichnyy» na 2012–2016 gg.* [Industrial scientific and technical program “Oil flax” for 2012–2016.]. Gosudarstvennyy komitet po nauke i tekhnologiyam Respubliki Belarus' [Electronic resource]. (In Russian)
8. Abushinova E.V. The influence of various doses of mineral fertilizers on the growth and development of oil flax in the North-Western Federal District of the Russian Federation. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the St. Petersburg State Agrarian University]. 2018. No. 50. Pp. 57–61. (In Russian)
9. Zhivetin V.V., Ginzburg L.N., Olshanskaya O.N. *Len i yego kompleksnoye ispol'zovaniye* [Flax and its complex use]. Moscow: Inform - Znaniye, 2002. 400 p. (In Russian)
10. 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)]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russian)
11. Sinyakova O.V., Kolotov A.P. Oil flax harvest in the conditions of the Middle Urals. *Maslichnyye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskiiy byulleten' VNIIMK* [Oil crops. Scientific and technical bulletin of VNIIMK]. 2015. Vol. 3(163). Pp. 59–62. (In Russian)
12. Brach N.B., Porokhovinova E.A., Shelenga T.V. Prospects for creating varieties of oilseed flax for specialized purposes. *Agrarnyy vestnik Yugo-Vostoka* [Agrarian Bulletin of the South-East]. 2016. No. 1–2. Pp. 50–52. (In Russian)

Информация об авторах

Цицкиев Закре Мухарбекович, канд. с.-х. наук, зав. отделом «Селекция и семеноводство с.-х. культур», Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства;

386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50;

zakre.cickiev@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3613-9630>

Гамботова Марет Умат-гириевна, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства;

386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50;

maret.gambotova@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4433-3195>

Газдиев Абдул-Рашид Абдулхамидович, мл. науч. сотр., Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства;

386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50;

Баталов Зураб Султанович, мл. науч. сотр., Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства;

386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50;

niiri@ya.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3119-8406>

Эсмурзиев Султан Усамович, мл. науч. сотр., Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства;

386203, Россия, г. Сунжа, ул. Осканова, 50;

Robinson@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-60083394>

Information about the authors

Tsitskiev Zakre Mukharbekovich, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of "Breeding and seed production of agricultural products", Ingush Research Institute of Agriculture;

386203, Russia, Sunzha, 50 Oskanov street;

zakre.cickiev@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3613-9630>

Gambotova Maret Umat-girievna, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Ingush Research Institute of Agriculture;

386203, Russia, Sunzha, 50 Oskanov street;

maret.gambotova@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4433-3195>

Gazdiev Abdul-Rashid Abdulkhamidovich, Junior Researcher, Ingush Research Institute of Agriculture;

386203, Russia, Sunzha, 50 Oskanov street;

Batalov Zurab Sultanovich, Junior Researcher, Ingush Research Institute of Agriculture;

386203, Russia, Sunzha, 50 Oskanov street;

niiri@ya.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3119-8406>

Esmurziev Sultan Usamovich, Junior Researcher, Ingush Research Institute of Agriculture;

386203, Russia, Sunzha, 50 Oskanov street;

Robinson@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-60083394>

УДК 332.12

DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-95-115

EDN: SSGNCF

Научная статья

Экономика Кабардино-Балкарской Республики в контексте пространственной дифференциации российского общества

А. Х. Боров

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

Аннотация. Статья подготовлена в рамках междисциплинарного изучения социального портрета Кабардино-Балкарской Республики в контексте социально-пространственной дифференциации российского общества. Это предполагает сравнительную характеристику устойчивых параметров экономики как базового элемента всей социальной организации региона и ключевой проблемы политики региональной модернизации. Исследование показало, что сложившийся в республике хозяйственный механизм служит фактором ухудшения ее относительных позиций в общероссийском экономическом пространстве и препятствием для выхода на путь устойчивого модернизационного развития. Обобщение результатов обсуждения путей разрешения проблем экономики региона приводит к заключению, что назрела необходимость в разработке стратегии, нацеленной не просто на догоняющее развитие и выравнивание позиций с более развитыми регионами страны, а на опережающее инновационное развитие. Опережение, т. е. выигрыш времени в рыночной и межрегиональной конкуренции, может быть достигнуто только в сфере научно-технологического развития. Оно не может быть достигнуто только за счет постановки адекватных целей. Должна быть сформирована региональная система устойчивого продуктивного взаимодействия государственных, общественных и индивидуальных агентов научно-технического и социально-экономического развития, поддерживающая непрерывный поток инноваций. Построение такой системы предполагает наряду с административными решениями глубокую экономико-социальную реформу.

Ключевые слова: Кабардино-Балкарская Республика, сравнительный анализ, экономика, валовой региональный продукт, структурные характеристики, основные производственные фонды, инвестиции, инновации, стратегия развития

Поступила 16.08.2023, одобрена после рецензирования 04.09.2023, принята к публикации 21.09.2023

Для цитирования. Боров А. Х. Экономика Кабардино-Балкарской Республики в контексте пространственной дифференциации российского общества // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 95–115. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-95-115

JEL: R10; R11

Original article

Economy of the Kabardino-Balkarian Republic in the context of spatial differentiation of Russian society

A.Kh. Borov

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

Abstract. The article has been prepared as a part of an interdisciplinary study of the social portrait of the Kabardino-Balkarian Republic in the context of the socio-spatial differentiation of the Russian society. This implies a comparative characterization of sustainable parameters of the economy, as a basic element of the

entire social organization of the region and a key problem of the regional modernization policy. The study showed that the economic mechanism that has developed in the republic serves as a factor in the deterioration of its relative positions in the all-Russian economic space and an obstacle to entering the path of sustainable modernization development. Summarizing the results of the discussion of ways to resolve the problems of the region's economy leads to the conclusion that there is a need to develop a strategy aimed not only at catching up development and equalizing positions with more developed regions of the country, but at advancing innovative development. Advance, i.e. winning time in market and inter-regional competition can only be achieved in the field of scientific and technological development. It is not enough to set adequate goals for this. A regional system of sustainable productive interaction between state, public and individual agents of scientific, technical and socio-economic development should be formed, supporting a continuous flow of innovations. The construction of such a system presupposes, along with administrative decisions, a profound economic and social reform.

Keywords: Kabardino-Balkarian Republic, comparative analysis, economy, gross regional product, structural characteristics, fixed production assets, investments, innovations, development strategy

Submitted 16.08.2023,

approved after reviewing 04.09.2023,

accepted for publication 21.09.2023

For citation. Borov A.Kh. Economy of the Kabardino-Balkarian Republic in the context of spatial differentiation of Russian society. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 5(115). Pp. 95–115. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-95-115

ВВЕДЕНИЕ

Цель предлагаемой статьи состоит в выявлении на основе данных официальной статистики устойчивых характеристик экономики Кабардино-Балкарской Республики как базисного элемента всей социальной организации региона. Основное внимание уделено проблемным аспектам структуры и динамики экономики, которые должны учитываться при построении программ ее модернизационного развития и улучшения позиций республики в контексте социально-пространственной дифференциации российского общества.

Это подразумевает необходимость межрегиональных сопоставлений. В данном случае наибольший интерес представляет сравнение не с усредненными показателями по стране или макрорегиону Северного Кавказа, а с регионом, который может рассматриваться как пример, образец, модель общественного целеполагания для общества и власти. В данной статье проводится сопоставление данных по экономике КБР и Калужской области. С учетом очевидных ограничений и некоторой условности любых сравнений такой подход имеет смысл. Территория Калужской области в два с лишним раза превосходит территорию Кабардино-Балкарии, но показатели их демографического и социально-трудового потенциала достаточно близки. А вот между показателями результативности экономической деятельности наблюдается значительный разрыв. Обоснованность сравнительного анализа экономики регионов в рамках СКФО не выше. Географические, демографические и социокультурные отличия КБР от Дагестана, Чечни или Ингушетии не менее значительны, чем от Калужской области. Аналитически более продуктивными могут быть сравнения с КЧР и РСО-А, но они вряд ли дадут материал для «глобальных» стратегических выводов. Тем не менее в дальнейшем изложении будут приводиться сравнительные статистические данные, с одной стороны, по Калужской области, а с другой – по КЧР и РСО-А.

ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Сводная таблица основных социально-экономических показателей по КБР за 2021 г. на общероссийском фоне, а также в сравнении с Калужской областью и соседними субъектами РФ обнаруживает характерные черты состояния и динамики региональной социально-экономической системы в настоящее время (табл. 1).

Таблица 1. Основные социально-экономические показатели**Table 1.** Main socio-economic indicators

	Калужская обл.		КБР		КЧР		РСО-А	
	Абс.	% к РФ	Абс.	% к РФ	Абс.	% к РФ	Абс.	% к РФ
Площадь территории, тыс. км ²	29,8	0,2	12,5	0,1	14,3	0,1	8,0	0,0
Численность населения на 1 января 2022 г., тыс. человек	1012,8	0,7	870,5	0,6	464,2	0,32	688,1	0,47
Среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. человек	508,6	0,7	363,7	0,5	168,8	0,2	255,4	0,4
Валовой региональный продукт в 2020 г., млрд руб.	559	0,6	183	0,2	97	0,1	186	0,2
Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	128,5	0,6	51,1	0,2	28,1	0,1	34,6	0,2
Основные фонды в экономике (по полной учетной стоимости, на конец года), млрд руб.	2 578	0,6	571	0,1	453	0,1	410	0,1
Объем отгруженных товаров собств. производства, выполненных работ и услуг собств. силами по видам экономической деятельности								
Добыча полезных ископаемых, млрд руб.	5,3	0,0	0,3	0,0	3,6	0,0	0,7	0,0
Обрабатывающие производства, млрд руб.	1082,7	1,7	44,4	0,1	30,5	0,0	24,0	0,0
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха, млрд руб.	27,6	0,4	9,8	0,2	11,2	0,2	16,7	0,3
Продукция сельского хозяйства – всего, млрд руб.	60,1	0,8	68,0	0,9	38,6	0,5	37,9	0,5
Объем работ, выполненных по виду деятельности «Строительство»	-	0,7	-	0,3	-	0,2	-	0,1
Ввод в действие жилых домов, тыс. м ² общей площади жилых помещений	862,0	0,9	514,4	0,6	235,2	0,3	322,2	0,3
Оборот розничной торговли, млрд руб.	237,3	0,6	189,0	0,5	44,2	0,1	133,5	0,3
Сальдированный фин. результат (прибыль минус убытки деятельности организаций, млрд. руб.)	60,9	-	-12,6	-	2,9	-	-9,0	-

Источник: [1, с. 18–21, 28–29].

Данные таблицы наглядно иллюстрируют незначительные масштабы экономики республики, относительно низкую эффективность и структурную отсталость ее экономики. Доля республики в суммарном валовом региональном продукте РФ в 2,5 раза, а в продукции обрабатывающих отраслей промышленности в пять раз ниже, чем ее доля в среднегодовой численности занятых в экономике. Доля Калужской области в ВРП РФ и инвестициях в основной капитал в 3 раза, а в стоимости основных фондов в 6 раз выше доли Кабардино-Балкарии. С другой стороны, позиции КБР, КЧР и РСО-А в сфере экономической результативности весьма близки между собой: ВРП – 0,2; 0,1 и 0,2 % от российского, то же самое по инвестициям в основной капитал, по 0,1 % от стоимости основных фондов РФ.

Следует учесть данные, свидетельствующие об особенностях динамики экономического развития. Темпы роста ВРП республики до 2015 г. были несколько ниже общероссийских, но затем произошло их некоторое ускорение. Однако в рамках пятнадцатилетнего цикла 2005–2020 гг. удельный вес республики в объемах ВРП, промышленного и сельскохозяйственного производства остался неизменным [1, с. 18–21, 28–29; 2, с. 21–22, 38–39; 3, с. 18–19, 26–27].

По данным за 2021 г., среди регионов РФ по подавляющему большинству показателей КБР располагается существенно ниже Калужской области. Особенно значителен отрыв по объему продукции обрабатывающих отраслей (59 позиций), по валовому региональному продукту на душу населения (58 позиций) и по инвестициям в основной капитал на душу населения (50 позиций). КБР опережает Калужскую область на 3 позиции по производству продукции сельского хозяйства, на 29 позиций по удельному весу автомобильных дорог с твердым покрытием в общей протяженности автомобильных дорог общего пользования, на 1 позицию по числу персональных компьютеров на 100 работников (15-е и 16-е места). Причем по первой группе отрыв Калужской области увеличился с 2015 г., а по второй группе ее отставание от КБР сократилось. Что касается КЧР и РСО-А, то они по абсолютному большинству собственно экономических показателей идут практически вровень с Кабардино-Балкарией. Заметное опережение КБР демонстрирует только по производству сельскохозяйственной продукции и вводу в действие жилых домов на 1000 человек населения – 37-е место против 54-го и 56-го и 30-е место против 49-го и 56-го соответственно.

В интегральном рейтинге социально-экономического положения субъектов Российской Федерации агентства «РИА Рейтинг» Калужская область в 2015–2017 гг. поднялась с 40-го на 23-е место, а КБР опустилась с 79-го на 81-е место¹. Однако в дальнейшем относительные позиции Калужской области несколько ухудшились, а у КБР улучшились. В рейтинге за 2021 г. они заняли соответственно 27-е и 77-е, а в рейтинге за 2022 г. – 33-е и 77-е места². Как видно, отрыв сохраняется весьма значительный. Вместе с тем очевидно, что санкционное давление на российскую экономику, резко усилившееся именно в 2015 г., оказало прямое влияние на экономику Калужской области и мало отразилось на экономике Кабардино-Балкарской Республики (табл. 2).

Таблица 2. Индекс физического объема ВРП (в постоянных ценах; в процентах к предыдущему году)

Table 2. Index of the physical volume of GRP (in constant prices; as a percentage of the previous year)

	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ВРП по субъектам РФ – всего	104,6	99,4	100,8	101,8	102,8	101,6	97,8
Калужская область	110,1	94,6	102,7	105,6	102,7	102,3	98,7
Кабардино-Балкарская Республика	105,5	101,9	102,5	100,1	101,1	99,6	100,1
Карачаево-Черкесская Республика	101,9	95,1	104,3	100,8	98,0	101,2	96,3
Республика Северная Осетия – Алания	106,2	97,4	95,6	97,3	98,6	99,2	101,8

Источник: [1, с. 464; 4, с. 480].

В 2010 г. ВРП Калужской области вырос в постоянных ценах по отношению к предшествующему году на 10,1 %, что существенно выше, чем по России в целом и в сравнении с КБР, КЧР и РСО-А. В 2015 г. он упал на 5,4 %, тогда как по России в целом падение

¹ Рейтинг социально-экономического положения субъектов РФ по итогам 2017 года [Электронный ресурс] // Сайт рейтингового агентства «РИА Рейтинг». URL: <http://riarating.ru/infografika/20180523/630091878.html> (дата обращения 23.08.2018).

² Рейтинг социально-экономического положения субъектов РФ по итогам 2022 года [Электронный ресурс] // Сайт рейтингового агентства «РИА Рейтинг». URL: <https://riarating.ru/infografika/20230515/630241787.html> (дата обращения 08.08.2023)

составило лишь 0,6 %, а в КБР ВРП вырос на 1,9 %. Последующий вялый рост в 2016–2019 гг. едва ли компенсировал потери 2015 г. для Калужской области, а в 2020 пандемийном году вновь произошло падение ВРП в общероссийском масштабе на 2,2 %, в Калужской области – на 1,3 %. В КБР был зафиксирован незначительный рост (0,1 %). В целом же обращает на себя внимание движение экономики республики в весьма тесной привязке к изменениям общероссийской конъюнктуры. Амплитуда отклонений от нее крайне незначительна.

СТРУКТУРНЫЕ ФАКТОРЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ

В основе описанной ситуации лежат характеристики структуры валовой добавленной стоимости (табл. 3).

Таблица 3. Некоторые показатели отраслевой структуры валовой добавленной стоимости, 2020 г., в % к итогу
Table 3. Some indicators of the sectoral structure of gross value added, 2020, in % of the total

	РФ	КО	КБР	КЧР	РСО-А
Всего	100	100	100	100	100
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	4,7	5,6	16,5	17,0	13,6
Добыча полезных ископаемых	10,5	0,4	0,0	1,5	0,3
Обрабатывающие производства	17,0	39,3	8,5	9,3	5,3
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	3,0	1,7	2,7	7,4	1,6
Строительство	5,8	4,8	11,5	6,8	5,6
Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов	14,1	9,4	15,6	7,5	13,7
Транспортировка и хранение	7,1	3,2	2,7	2,6	3,2
Деятельность гостиниц и предприятий обществ. питания	0,8	0,8	1,3	0,7	1,6
Деятельность в обл. информации и связи	3,4	1,3	1,8	1,6	2,6
Деятельность финансовая и страховая	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0
Деятельность по операциям с недвижимым имуществом	10,6	13,0	8,8	8,3	18,1
Деятельность профессиональная, научная и техническая	4,5	4,2	1,4	1,4	1,0
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; обязательное социальное обеспечение	6,0	5,4	11,9	15,2	15,8
Образование	3,1	2,8	6,9	7,1	6,0

Составлено по: [1, с. 466–467].

Очевидны заниженная доля реального сектора экономики республики по сравнению с Калужской областью, преобладание в нем сельского хозяйства, незначительная доля продукции обрабатывающих отраслей. Тенденции изменения структуры валовой добавленной стоимости за 2005–2020 гг. носили негативный характер, усугубляя отмеченные относительные диспропорции. При этом более чем вдвое увеличилась доля в валовой добавленной стоимости расходов на государственное управление, обеспечение безопасности и обязательное социальное обеспечение в КБР. Их доля в ВРП в 2020 г. в два раза выше, чем в Калужской области (11,9 и 5,4 % соответственно) [1, с. 466–467; 3, с. 542, 544, 545]. Структура валовой добавленной стоимости в КБР и КЧР однотипна с точки зрения основных про-

порций – доля реального сектора составляет 36,5 и 34,6 % соответственно. В РСО-А реальный сектор дает только 24,8 % ВРП. С другой стороны, здесь более чем вдвое выше доля деятельности по операциям с недвижимостью (18,1 % против 8,8 % в КБР и 8,3 % в КЧР). Выявление причин и экономического значения этих различий выходит за рамки решаемых в данной работе задач.

ВРП на душу населения ниже среднероссийского и в Калужской области, и в СКФО, и в КБР (табл. 4). Но в Калужской области он в 2010 г. превышал 70 % от российского показателя и устойчиво повышался, достигнув к 2020 г. 87,1 %. ВРП на душу населения в КБР составлял в 2010 г. только 48,1 % показателя Калужской области и 34 % от среднероссийского уровня. В дальнейшем происходило ухудшение относительных позиций республики, и в 2020 г. душевой ВРП КБР составлял 37,7 % к показателю Калужской области и 32,9 % к общероссийскому уровню. Близки к этому уровню и динамика душевого ВРП в КЧР и с некоторыми оговорками в РСО-А.

Соотношение душевого ВРП и фактического конечного потребления в КБР является по сравнению с показателями РФ и Калужской области «перевернутым», т.е. фактическое конечное потребление превосходит объем ВРП на душу населения, составляя по отношению к нему в 2010, 2015 и 2020 гг. 124,9, 139,6 и 119,5 % соответственно. Снижение этого показателя происходило и в двух других республиках: с 105,4 до 88,5 % в КЧР и с 120,3 до 112,4 % в РСО-А. В целом в трех республиках Северного Кавказа он остается значительно (на 24–45 процентных пункта) выше, чем в Калужской области.

Таблица 4. Валовой региональный продукт и фактическое конечное потребление на душу населения

Table 4. Gross regional product and actual final consumption per capita

	2010		2015		2020	
ВРП по субъектам РФ (валовая добавленная стоимость в текущих основных ценах) на душу населения (руб. / % от РФ)						
РФ ВСЕГО	263828,6	100	449097,9	100	640519,0	100
Калужская область	186347,8	70,6	336353,9	74,9	558174,6	87,1
КБР	89668,3	34,0	139908,7	31,2	210674,1	32,9
КЧР	91782,3	34,8	144061,8	32,1	207471,5	32,4
РСО-А	105781,6	40,1	178921,1	39,8	267814,4	41,8
Фактическое конечное потребление домашних хозяйств в текущих рыночных ценах на душу населения (руб. / % от душевого ВРП)						
РФ ВСЕГО	183266,0	69,5	297457,8	66,2	400882,2	62,6
Калужская область	153150,5	82,2	256300,4	76,2	360854,7	64,6
КБР	111985,3	124,9	195355,1	139,6	251793,6	119,5
КЧР	96716,6	105,4	136495,7	94,7	183712,1	88,5
РСО-А	127222,1	120,3	217438,7	121,5	301065,1	112,4

Составлено по: [1, с. 462, 474].

Фундаментальным структурным фактором, который обуславливает описанную ситуацию, выступают масштабы и структура основных производственных фондов (табл. 5).

Таблица 5. Основные фонды**Table 5.** Fixed assets

	2010	2015	2020	2021
Стоимость основных фондов (на конец года; по полной учетной стоимости; миллионов рублей)				
РФ	93 185 612	160 725 261	362 191 650	400 243 401
Калужская область	449 711	834 821	2 397 479	2 577 442
КБР	158 744	240 069	536 039	571 048
КЧР	116719	189172	424243	452803
РСО-А	171315	232170	361116	409405
Среднегодовая численность занятых, тыс. человек				
РФ	71 493,1	72 424,9	69 550,3	70 817,9
Калужская область	516,8	508,0	495,0	508,6
КБР	362,6	357,0	360,6	363,7
КЧР	179,1	173,3	161,8	168,8
РСО-А	301,7	294,7	248,7	255,4
Основные фонды на одного занятого, тыс. руб.				
РФ	1 331,40	2 219,20	5 981,67	5 651,73
Калужская область	870,2	1 643,35	4 843,39	5 067,72
КБР	437,80	672,46	1 486,52	1 570,11
КЧР	651,70	1091,59	2622,02	2682,48
РСО-А	567,83	787,82	1452,01	1603,00

Составлено по: [1, с. 118, 499–500].

В 2021 г. основные фонды в Калужской области в 4,5 раза были больше по объему, чем в КБР. Обеспеченность основными фондами в расчете на одного занятого в КБР в 3,6 раза меньше, чем в РФ, и в 3,2 раза меньше, чем в Калужской области. Близка к этому ситуация в КЧР и РСО-А, хотя там стоимость основных фондов на одного занятого выше, чем в КБР. В 2021 г. основные фонды на одного занятого в КЧР составляли 47,5 % от российского уровня и 52,9 % от уровня Калужской области. В РСО-А эти соотношения составляли 28,4 и 31,6 % соответственно.

Эти результаты соответствуют масштабам и интенсивности обновления основных фондов (табл. 6).

Таблица 6. Ввод в действие основных фондов (в млн рублей)**Table 6.** Commissioning of fixed assets (in millions of rubles)

Регион	Ввод в действие основных фондов по годам (в млн рублей)		
	2010	2015	2021
Калужская область	65488	95863	125342
КБР	22291	16813	34688
КЧР	5445	17190	19185
РСО-А	13215	33402	23912

Составлено по: [1, с. 503; 5, с. 381; 6, с. 545].

Можно видеть, что на протяжении двенадцати лет сохраняется существенный разрыв в масштабах обновления основных фондов между Калужской областью и рассматриваемыми республиками Северного Кавказа. В 2010 г. масштабы ввода в действие основных фондов в КБР были почти в три раза, в КЧР в 12 раз, в РСО-А почти в пять раз меньше, чем в Калужской области. В 2021 г. объемы ввода в действие основных фондов в КБР, КЧР и РСО-А были меньше, чем в Калужской области, соответственно в 3,6, в 6,5 и в 5,2 раза.

Важным показателем актуального состояния и перспектив развития экономики является соотношение структуры основных фондов и структуры ввода в действие основных фондов по видам экономической деятельности (табл. 7). Дело в том, что основные фонды относятся к тем активам, которые подлежат длительному использованию. Их сложившаяся структура не может измениться одномоментно и кардинально, а вводимые в данном периоде основные фонды будут определять их структуру по видам экономической деятельности на обозримое время.

Таблица 7. Структура основных фондов / структура ввода в действие основных фондов по видам экономической деятельности (в процентах от общего объема основных фондов по полной учетной стоимости)

Table 7. Structure of fixed assets / structure of commissioning of fixed assets by type of economic activity (as a percentage of the total volume of fixed assets at full book value)

	КО		КБР		КЧР		РСО-А	
	2015	2021	2015	2021	2015	2021	2015	2021
Все основные фонды	100	100	100	100	100	100	100	100
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	<u>4,8</u> 6,7	<u>3,9</u> 9,3	<u>11,3</u> 10,2	<u>8,5</u> 8,2	<u>15,8</u> 19,5	<u>5,9</u> 14,2	<u>4,0</u> 1,7	<u>4,1</u> 13,3
Добыча полезных ископаемых	<u>0,2</u> 0,1	<u>0,1</u> 0,2	<u>0,1</u> 0,0	<u>0,2</u> 2,5	<u>0,8</u> 0,3	<u>0,7</u> 1,0	<u>0,1</u> 0,1	<u>0,2</u> 0,2
Обрабатывающие производства	<u>38,2</u> 63,4	<u>19,5</u> 25,5	<u>8,8</u> 5,2	<u>5,1</u> 2,2	<u>9,6</u> 10,5	<u>4,5</u> 3,4	<u>9,4</u> 2,1	<u>3,2</u> 2,5
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха		<u>4,1</u> 5,2		<u>6,3</u> 13,1		<u>7,5</u> 8,0		<u>15,3</u> 2,5
Водоснабжение; водоотведение; организация сбора и утилизации отходов; деятельность по ликвидации загрязнений	<u>6,5¹⁾</u> 2,6 ¹⁾	<u>1,1</u> 4,6	<u>11,8¹⁾</u> 4,6 ¹⁾	<u>0,1</u> 0,0	<u>11,1¹⁾</u> 3,8 ¹⁾	<u>1,0</u> 2,7	<u>3,7¹⁾</u> 2,1 ¹⁾	<u>0,2</u> 0,0
Строительство	<u>1,6</u> 3,7	<u>0,4</u> 0,4	<u>3,2</u> 1,4	<u>0,7</u> 0,4	<u>1,2</u> 2,1	<u>1,2</u> 3,7	<u>0,6</u> 0,1	<u>1,2</u> 2,6
Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов (2015 г. + бытовых изделий и предметов личного пользования)	<u>2,8</u> 2,6	<u>1,4</u> 1,4	<u>4,5</u> 3,1	<u>1,3</u> 1,7	<u>2,8</u> 0,7	<u>1,1</u> 1,8	<u>16,6</u> 1,1	<u>2,3</u> 5,3
Транспортировка и хранение	<u>15,4²⁾</u>	<u>7,9</u> 4,9	<u>10,0²⁾</u>	<u>8,3</u> 4,3	<u>11,5²⁾</u>	<u>12,7</u> 32,9	<u>10,8²⁾</u>	<u>15,1</u> 12,1
Деятельность в области информации и связи	<u>5,3²⁾</u>	<u>1,1</u> 0,9	<u>10,4²⁾</u>	<u>2,7</u> 2,3	<u>15,8²⁾</u>	<u>2,0</u> 2,9	<u>4,7²⁾</u>	<u>3,2</u> 2,3

¹⁾ 2015 – производство и распределение электроэнергии, газа и воды

²⁾ 2015 – транспорт и связь

Составлено по: [1, с. 505, 507; 6, с. 545, 547, 549].

Первое, что бросается в глаза, – это низкая доля основных фондов обрабатывающих отраслей в КБР. В Калужской области их доля также снизилась вдвое – с 38,2 до 19,5 % за 2015–2021 гг. Но снижение доли обрабатывающих производств произошло и в КБР (до 5,1 % в 2021 г.), так что можно говорить о дальнейшем «ухудшении» структуры основных фондов в республике. Структурные характеристики основных фондов и тенденции их изменения в 2015–2021 гг. в КЧР и РСО-А аналогичны тому, что имело место в КБР. В целом объемы и темпы ввода в действие новых основных фондов по отраслям остаются весьма низкими. Преодоление такой ситуации является условием ускорения и вывода на модернизационную траекторию экономического развития. В свою очередь подобный разворот зависит от существенных сдвигов в инвестиционном процессе.

ПРОБЛЕМА ИНВЕСТИЦИЙ

Самый общий показатель состояния инвестиционного процесса – норма накопления, т.е. отношение объема инвестиций в основной капитал к объему ВРП. С этой точки зрения ситуация в КБР на общероссийском фоне не выделяется слишком резко (табл. 8).

Таблица 8. Инвестиции в основной капитал (в фактически действовавших ценах; млн рублей и в % к ВРП)

Table 8. Investments in fixed capital (in actual prices; million rubles and in % of GRP)

	2005		2010		2015		2020	
	млн руб.	в % к ВРП	млн руб.	в % к ВРП	млн руб.	в % к ВРП	млн руб.	в % к ВРП
РФ	3611109	20,0	9152096	24,3	13897188	21,4	20302887	21,6
Калужская область	13624	19,2	74489	34,5	92707	27,7	112164	20,1
КБР	5830	15,8	20958	27,19	28328	22,6	49060	26,8
КЧР	6242	37,3	9140	20,9	19648	29,1	22732	23,5
РСО-А	5959	19,1	16204	21,5	25457	20,2	31172	16,7

Составлено по: [1, с. 460, 477; 3, с. 536, 592].

Доля инвестиций в ВРП КБР примерно соответствует средним показателям по России, а в фактически действовавших ценах их объем вырос с 2005 по 2020 г. более чем в восемь раз. Но абсолютные величины инвестиций остаются незначительными, уступая более чем в два раза показателям Калужской области. Здесь можно указать на то, что норма накопления в экономике и страны, и Калужской области также недостаточно высока. Для сравнения: в КНР в том же 2020 г., который оценивается как неудачный для экономики, инвестиции в основной капитал коммерческих организаций, за исключением аграрных домашних хозяйств, составили больше 51 % ВВП³.

Иначе выглядит место КБР на инвестиционной «карте» страны при оценке его в душевых показателях (табл. 9). Здесь уже не приходится говорить о близости к показателям России в целом и Калужской области в частности.

³ Темпы роста ВВП Китая в 2020 году оказались минимальными за 40 лет. 18 января 2021 [Электронный ресурс] // ТАСС: официальный сайт. URL: <https://tass.ru/ekonomika/10481359> (дата обращения 08.08.2023).

Таблица 9. Инвестиции в основной капитал на душу населения (в фактически действовавших ценах; рублей / в процентах к РФ)

Table 9. Investments in fixed capital per capita (in actual prices; rubles / as a percentage of the Russian Federation)

		2005	2010	2015	2019	2020	2021
Российская Федерация	рублей	25 161	64 068	94 922	131 701	138 624	157 306
	% от РФ	100	100	100	100	100	100
Калужская область	рублей	13 286	73 599	91 777	109 503	111 965	127 626
	% от РФ	52,8	114,9	96,7	83,1	80,8	81,1
Кабардино-Балкарская Республика	рублей	6 688	24 379	32 883	48 758	56 471	58 704
	% от РФ	26,6	38,1	34,6	37,0	40,7	37,3
Карачаево-Черкесская Республика	рублей	13 798	19 218	41 944	51 183	48 840	60 420
	% от РФ	54,8	30,0	44,2	38,9	35,2	38,4
Республика Северная Осетия – Алания	рублей	8 432	22 755	36 134	48 546	44 854	50 033
	% от РФ	33,5	35,5	38,1	36,9	32,4	31,8

Рассчитано по: [1, с. 479].

Инвестиции в основной капитал на душу населения в Калужской области выросли за 2005-2010 гг. с 52,8 до 114,9 % к общероссийскому показателю. Но с 2015 г. наблюдается их относительное снижение, и в 2021 г. они составили 81,1 % по отношению к российскому уровню. В КБР наблюдается схожая динамика, но гораздо более скромная по масштабам: рост с 26,6 до 38,1 % за 2005–2010 гг. и снижение до 37,3 % от российского уровня в 2021 г. При этом относительные позиции КБР, КЧР и РСО-А весьма близки между собой. Они занимают 75-е, 76-е и 82-е места в РФ по объемам инвестиций в основной капитал на душу населения, тогда как Калужская область находится на 26-м месте.

Доля расходов на машины и оборудование в общей структуре инвестиций в основной капитал рассматривается как важный показатель «качества» капиталовложений, их нацеленности на технологическое обновление. В КБР на протяжении 2000-х гг. она была заниженной по сравнению с общероссийскими показателями и практикой Калужской области. Данные о структуре инвестиций в основной капитал по видам основных фондов за 2021 г. говорят об отсутствии сдвигов в этой сфере (табл. 10).

Таблица 10. Структура инвестиций в основной капитал по видам основных фондов (2021 г., в процентах от общего объема инвестиций)

Table 10. Structure of investments in fixed capital by types of fixed assets (2021, as a percentage of total investment)

	Жилые здания и помещения	Здания (кроме жилых) и сооружения, расходы на улучшение земель	Машины, оборудование, транспортные средства	Объекты интеллектуальной собственности	Прочие
РФ	13,5	39,2	36,5	4,4	6,4
Калужская область	8,1	38,3	47,0	2,6	4,0
КБР	21,2	47,2	26,5	0,5	4,6
КЧР	25,0	52,9	19,3	0,2	2,6
РСО-А	9,1	48,6	35,3	0,3	6,7

Источник: [1, с. 483].

Динамика инвестиционного процесса, выраженная в сопоставимых ценах, неравномерна по годам, но в целом на протяжении 2010-х гг. она выглядела более интенсивной, чем в стране и в рассматриваемых в данной статье регионах (табл. 11).

Таблица 11. Индекс физического объема инвестиций в основной капитал (в сопоставимых ценах; в процентах к предыдущему году)

Table 11. Index of the physical volume of investments in fixed capital (in comparable prices; as a percentage of the previous year)

	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Российская Федерация	110,2	106,3	89,9	102,1	99,5	107,7
Калужская область	113,3	116,4	80,7	112,0	95,9	111,4
Кабардино-Балкарская Республика	92,9	120,9	109,8	105,8	102,1	105,4
Карачаево-Черкесская Республика	165,7	84,0	84,8	95,5	94,2	112,7
Республика Северная Осетия – Алания	137,4	108,2	73,8	101,5	85,3	109,9

Источник: [1, с. 481].

Резко выделяется 2015 год, когда инвестиции в основной капитал по России в целом сократились почти на 10 %, а по Калужской области – почти на 20 %. В КБР же имел место рост инвестиций почти на 10 % [3, с. 596]. Последующие годы были отмечены неустойчивой динамикой инвестиций и в стране, и в Калужской области, а в КБР сохранялась не подверженная большим колебаниям положительная динамика инвестиций в основной капитал. Можно полагать, что это свидетельствует об определенной изоляции экономики региона от национальных и глобальных рынков и о том, что источники капиталовложений здесь формируются в значительной степени независимо от рыночной конъюнктуры. Среднегодовая доля бюджетных средств в инвестициях в основной капитал в КБР за 2011–2016 гг. составляла почти 48 %, тогда как в Калужской области не достигала 20 %, а в среднем по России еще ниже [3, с. 618–632].

По состоянию на 2021 г. официальная статистика свидетельствует о сохранении этой структуры источников финансирования инвестиций в основной капитал (табл. 12).

Таблица 12. Распределение инвестиций в основной капитал по источникам финансирования (2021 г.; без субъектов малого предпринимательства; в процентах)

Table 12. Distribution of investments in fixed capital by sources of financing (2021; excluding small businesses; in percent)

	Собственные средства	Привлеченные средства	из них			
			кредиты банков	бюджетные средства	из них	
					федеральный бюджет	бюджеты субъектов Российской Федерации
РФ	55,4	44,6	11,0	18,2	8,0	9,0
КО	62,1	37,9	7,4	20,4	13,7	5,0
КБР	22,7	77,3	0,4	67,7	47,3	16,1
КЧР	31,1	68,9	... ¹⁾	41,4	35,0	5,8
PCO-A	21,5	78,5	10,7	63,8	54,7	8,2

¹⁾ Данные не публикуются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных, полученных от организаций, в соответствии с Федеральным законом от 29 ноября 2007 г. № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» (п. 5 ст. 4, ч. 1 ст. 9).

Источник: [1, с. 487, 488].

Если по стране и Калужской области основным источником инвестиций служат собственные средства предприятий и организаций (55,4 и 62,1 % соответственно), то в КБР, КЧР и РСО-А они дают только 22,7, 31,1 и 21,5 % соответственно. Показательна и структура источников привлеченных средств. В КБР кредиты банков дают только 0,4 % привлеченных средств. Здесь выделяется РСО-А, где на банковские кредиты приходится почти такая же доля, как и в среднем по России (10,7 % против 11,0 %). В Калужской области вклад кредитов относительно невелик – 7,4 %, но качественная разница между ней и республиками связана с ролью бюджетных средств в капиталовложениях регионов. В Калужской области они обеспечивают только 20,4 % финансирования капиталовложений, тогда как в КБР – 67,7, в КЧР – 41,4 и в РСО-А – 63,8 %. Разительна разница между регионами в масштабах привлечений иностранных инвестиций. Официальная статистика зафиксировала, что на долю иностранных инвесторов приходилось в 2021 г. по Калужской области – 20,8 %, по России в целом – 5,1 %, в КБР – 0,5 %, в КЧР и РСО-А – по 0,4 % инвестиций в основной капитал [1, с. 485]. И это ставит вопрос об инвестиционной привлекательности регионов как факторе их экономического развития.

Обычно инвестиционная привлекательность региона определяется исходя из соотношения его инвестиционного потенциала и имеющихся инвестиционных рисков. К настоящему времени более важными представляются показатели инвестиционного потенциала регионов Северного Кавказа (табл. 13).

Таблица 13. Инвестиционный потенциал регионов в 2017 г.⁴

Table 13. Investment potential of the regions in 2017

	Москва	Калужская область	КБР	КЧР	РСО-А
Ранг потенциала	1	35	68	79	63
Доля в общероссийском потенциале, %	14,412	0,919	0,489	0,315	0,521
Ранги составляющих потенциала					
Трудовой	1	46	60	73	62
Потребительский	1	45	64	77	67
Производственный	1	39	76	79	74
Финансовый	1	48	69	78	70
Институциональный	1	39	69	77	73
Инновационный	1	9	63	77	68
Инфраструктурный	1	16	27	57	8
Природно-ресурсный	84	70	52	62	77
Туристический	1	35	32	47	35

Здесь наиболее показательны соотношения долей регионов в общероссийском потенциале. Показатель Москвы, занимающей первое место в рейтинге, – 14,412 % от общероссийского потенциала. Показатель Калужской области (0,919 %) почти в 16 раз, а показатель КБР (0,489 %) почти в 30 раз меньше. Отрыв Калужской области от КБР обес-

⁴ Инвестиционная привлекательность регионов – 2017 [Электронный ресурс] // Рейтинговое агентство RAEX (Эксперт РА). URL: https://raexpert.ru/rankingtable/region_climat/2017/tab3/ (дата обращения 29.08.2018).

печивается главным образом за счет производственного, институционального и инновационного потенциалов. Причем наиболее высокий показатель она демонстрирует по инновационному потенциалу.

ПРОБЛЕМА ИННОВАЦИЙ

Предпосылки инновационного развития регионов формируются прежде всего в сфере научных исследований и разработок (табл. 14). Таблица показывает, что по основным параметрам этой сферы к 2015 г. Калужская область многократно превосходила Кабардино-Балкарию. В последующие годы эти показатели претерпели заметные изменения, которые, как кажется, свидетельствуют о снижении научно-технического потенциала Калужской области и его наращивании в Кабардино-Балкарии. Но ситуация противоречива. В Калужской области с 2015 до 2021 г. число организаций, выполняющих НИР, увеличилось на одну единицу (с 44 до 45), но произошло существенное снижение и численности персонала, занятого в исследованиях и разработках, и объемов внутренних затрат на НИР, тогда как в КБР произошло столь же существенное их увеличение при сокращении числа организаций с 20 до 15.

Таблица 14. Основные параметры сферы научных исследований и разработок

Table 14. Main parameters of the field of research and development

	Организации, выполняющие НИР		Численность персонала, чел.		Внутренние затраты на НИР, млн руб.		Подано патентных заявок		Выдано патентов	
	2015	2021	2015	2021	2015	2021	2015	2021	2015	2021
Калужская область	44	45	10170	7007	9970,0	7050,9	143	202	129	173
КБР	20	15	894	1151	489,5	871,9	90	50	98	60
КЧР	11	11	586	625	602,9	612,4	9	11	20	13
РСО-А	24	18	654	510	394,8	437,0	133	86	140	72

Составлено по: [1, с. 915, 916, 932, 954, 955].

Соотношение научных потенциалов, казалось бы, изменилось в благоприятную для КБР сторону. Но разрыв остается существенным, а главным вопросом при анализе данных таблицы представляется то, как отмеченные изменения соотносятся с эффективностью функционирования этой сферы. В таблице представлен только один показатель, доступный по официальной статистике: количество поданных патентных заявок и полученных патентов. И то и другое существенно возросло в Калужской области и существенно снизилось в КБР и РСО-А. В КЧР абсолютные величины этих показателей крайне незначительны. На этом основании можно было бы сказать, что в Калужской области происходит интенсивный, а в КБР экстенсивный рост сферы научных исследований и разработок, и в первом случае ее эффективность повышается, а во втором снижается.

Одним из факторов снижения эффективности научных исследований и разработок в КБР может оказаться специфическая структура распределения исследователей по областям науки (табл. 15). Первое, что бросается здесь в глаза, – завышенная доля исследователей в области общественных и гуманитарных наук в республиках Северного Кавказа. Но это обстоятельство вовсе не столь существенно, как может показаться. Гораздо важнее обратить внимание на практическое отсутствие специалистов в области «прикладных» технических

наук при том, что «фундаментальные» естественные науки достаточно хорошо обеспечены кадрами. Суть дела, видимо, в том, что сама система науки и образования в них нуждается и воспроизводит, а экономика не предъявляет достаточного спроса на инженерные кадры и прикладные разработки.

Таблица 15. Численность исследователей по областям науки в 2021 г. (человек)

Table 15. Number of researchers by field of science in 2021 (persons)

	Всего	естественные	технические	медицинские	с/хозяйственные	общественные и гуманитарные
РФ	340 142	84 364	199 585	13 923	9 669	32601
КО	2 667	897	1 499	110	117	44
КБР	699	334	32	8	115	210
КЧР	277	189	3	1	-	84
РСО-А	285	84	11	33	43	114

Источник: [1, с. 924].

Это свидетельствует о серьезных проблемах в практической сфере технологических инноваций. Удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации в КБР в 2016 г., были в 3,5 раза ниже, чем в Калужской области, а затраты на технологические инновации более чем в 100 раз меньше. Отсюда очень большая разница в масштабах внедрения передовых производственных технологий – 2446 против 262 [3, с. 1140, 1142, 1144].

Показательны данные об уровне и динамике инновационной активности организаций, фиксируемые официальной статистикой (табл. 16). Данные таблицы получены по методологии, утвержденной Росстатом 27 декабря 2019 г. Она определяет достаточно широкий круг видов инновационной деятельности. К инновационно активным относятся организации, имевшие в отчетном году фактические затраты на один или несколько видов инновационной деятельности или выполнявшие в отчетном году научные исследования и разработки, направленные на создание новых технологий, товаров, работ, услуг, или отгрузившие в отчетном году инновационную продукцию (товары, работы, услуги) собственного производства.

Таблица 16. Уровень инновационной активности организаций (отношение числа инновационно активных организаций к общему числу обследованных организаций, %)

Table 16. The level of innovative activity of organizations (the ratio of the number of innovative organizations to the total number of surveyed organizations, %)

	2010	2015	2019	2020	2021
Российская Федерация	9,5	9,3	9,1	10,8	11,9
Калужская область	8,3	10,9	11,5	12,1	12,4
Кабардино-Балкарская Республика	8,3	2,5	3,9	7,5	5,8
Карачаево-Черкесская Республика	4,3	3,1	5,7	5,6	4,9
Республика Северная Осетия – Алания	7,7	3,8	1,6	2,9	3,4

Источник: [1, с. 962].

Данные таблицы показывают, что уровень инновационной активности организаций в Калужской области с 2015 г. несколько выше общероссийского и примерно в 2-4 раза выше, чем в КБР. При этом в 2021 г. он вырос с 8,3 до 12,4%, тогда как в КБР за это же

время он снижался с заметными колебаниями и составил в итоге 5,8 %. Следует отметить, что показатели КБР все же несколько выше, чем в КЧР и РСО-А. Но гораздо более важна разница в показателях затрат на инновационную деятельность. В 2020 г. такие затраты по Калужской области были выше, чем по Кабардино-Балкарии, почти в 50 раз (около 15,5 млрд руб. против 0,324 млрд руб.). В 2021 г. соотношение изменилось, но масштабы разрыва остались весьма внушительными – почти в 19 раз (около 7,733 млрд руб. против 0,415 млрд руб.) [1, с. 966].

Присутствующие в официальной статистике данные, которые можно отнести к результативности инновационной деятельности, носят амбивалентный характер, затрудняющий вынесение однозначных оценок. Они не вполне коррелируют с показателями инновационной активности и затрат на инновационную деятельность. Так, количество используемых передовых производственных технологий в КБР на промежутке 2005–2021 гг. было примерно от 8 до 20 раз меньше, чем в Калужской области [1, с. 960]. Но показатели доли продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в двух регионах гораздо ближе друг к другу. То же относится к показателю доли инновационных товаров, работ и услуг в их общем объеме (табл. 17).

Таблица 17. Объем инновационных товаров, работ, услуг (в процентах от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг)

Table 17. Volume of innovative goods, works, services (as a percentage of the total volume of shipped goods, works, services)

	2010	2015	2019	2020	2021
Российская Федерация	4,8	8,4	5,3	5,7	5,0
Калужская область	2,8	3,2	1,8	1,0	3,3
Кабардино-Балкарская Республика	7,4	4,1	0,6	1,0	0,8
Карачаево-Черкесская Республика	12,0	0,1	0,3	0,8	0,6
Республика Северная Осетия – Алания	1,8	0,1	0,4	1,3	1,0

Источник: [1, с. 968].

Возможно, более объективную общую картину инновационного развития дают специально разработанные рейтинги регионов. Ранжирование республик СКФО в публикуемом НИУ ВШЭ рейтинге инновационного развития субъектов Российской Федерации по итогам 2018/2019 гг. дает следующую картину по интересующим нас регионам (табл. 18).

Таблица 18. Рейтинг некоторых субъектов РФ по значению инновационного индекса (2018/2019 гг.)

Table 18. Rating of some constituent entities of the Russian Federation by the value of the innovation index (2018/2019)

Регион	Ранг по РРИИ	РРИИ	Ранг по ИСЭУ	Ранг по ИНТП	Ранг по ИИД	Ранг по ИЭА	Ранг по ИКИП
Москва	1	0,5508	1	6	2	4	2
Калужская область	11	0,4178	16	13	26	13	13
КБР	67	0,2608	63	66	42	78	70
РСО-А	74	0,2414	31	76	79	72	68
КЧР	76	0,2348	44	62	84	73	67

Источник: [7, с. 25, 26].

Можно видеть, что значение сводного инновационного индекса (РПРИ) Калужской области достаточно близко стоит к инновационному индексу Москвы, занимающей первое место в рейтинге, тогда как индекс КБР более чем в 2 раза меньше. С другой стороны, сводные инновационные индексы КБР, КЧР и РСО-А достаточно близки между собой. Ранги субиндексов социально-экономических условий (ИСЭУ), научно-технического потенциала (ИНТП), экспортной активности (ИЭА) и качества инновационной политики (ИКИП) Калужской области имеют равные значения, а ранг индекса инновационной деятельности (ИИД) заметно отклоняется в меньшую сторону. КБР, напротив, имеет относительно высокий ранг по индексу инновационной деятельности и низкий ранг по индексу экспортной активности. КЧР и РСО-А имеют относительно более высокие ранги по индексу социально-экономических условий и более низкие ранги по индексу инновационной деятельности.

Близкие результаты показывает рейтинг научно-технологического развития регионов России, публикуемый агентством РИА новости (табл. 19).

Таблица 19. Рейтинг российских регионов по научно-технологическому развитию⁵

Table 19. Rating of Russian regions in terms of scientific and technological development

Место в 2021 г.	Регион	Рейтинговый балл	Место в 2020 г.
1	Москва	79,61	1
16	Калужская область	50,00	15
71	РСО-А	19,40	72
72	КБР	18,44	74
79	КЧР	14,73	81

Методика рейтинга основана на агрегировании значений 19 показателей, объединенных в четыре группы. Эти данные характеризуют человеческие ресурсы и материально-техническую базу, задействованные в сфере науки и технологий, а также масштаб и эффективность научно-технологической деятельности. Максимально возможное значение рейтингового балла – 100, минимально возможное – 1⁶. Обращает на себя внимание, что рейтинговые баллы КБР, КЧР и РСО-А гораздо ближе к возможному минимальному значению, чем к среднему значению в 50 баллов у Калужской области, а тем более к показателю лидера рейтинга Москвы в 79,61.

В ноябре 2022 г. был впервые представлен Национальный рейтинг научно-технологического развития регионов за 2021 год, подготовленный Министерством образования и науки РФ. Обнародованная информация носит самый общий характер. Калужская область заняла в рейтинге 12-е место, КЧР вошла в десятку мест с 61-го по 70-е, КБР и РСО-А находятся в десятке регионов, занимающих места с 71-го по 80-е⁷. На этом фоне в литературе активизировалось обсуждение методов построения рейтингов научно-технологического развития регионов [8, 9]. Надежные методы измерения и ранжирования регионов, безусловно, необходимы и важны, но они играют служебную роль для стратегий, позволяющих добиться прорыва в инновационном развитии экономики российских регионов.

⁵ Рейтинг российских регионов по научно-технологическому развитию за 2021 год [Электронный ресурс] // РИА новости: сайт. URL: <https://ria.ru/20221024/tekhnologii-1826145476.html> (дата обращения 09.08.2023).

⁶ Рейтинг российских регионов по научно-технологическому развитию за 2021 год [Электронный ресурс] // РИА новости: сайт. URL: <https://ria.ru/20221024/tekhnologii-1826145476.html> (дата обращения 09.08.2023).

⁷ Национальный рейтинг научно-технологического развития возглавили Москва, Санкт-Петербург и Томская область. 16 ноября 2022 [Электронный ресурс] // Минобрнауки: официальный сайт. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/61045/> (дата обращения 09.08.2023).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПРОБЛЕМА СТРАТЕГИИ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Анализ статистических данных по социально-экономической ситуации и экономическому развитию Кабардино-Балкарской Республики показывает, что между отдельными звеньями экономического механизма, аспектами и тенденциями экономического развития существует тесная взаимосвязь и взаимообусловленность. В свою очередь компаративный подход, не ограниченный рамками Северо-Кавказского федерального округа, позволяет получить более конкретное, структурированное представление места экономики Кабардино-Балкарской Республики в контексте пространственной дифференциации российского общества.

Относительное отставание республики от общесоюзного уровня индустриального развития к 1980-м гг., сравнительно низкая фондовооруженность труда, малая емкость регионального рынка инвестиционных товаров и услуг обусловили более глубокий, чем по стране, экономический спад и потерю значительной части производственного потенциала в 1990-е гг. В последующие четверть века экономика республики так и не вышла на путь устойчивого модернизационного развития. Малые масштабы и отсталая структура ее производственного потенциала обусловили отставание валового регионального продукта на душу населения от объемов фактического конечного потребления домохозяйств, незначительную долю обрабатывающих отраслей в основных фондах и структуре валовой добавленной стоимости, вялую инвестиционную активность и консервацию отсталой структуры основных фондов. На протяжении большей части 1990–2000-х гг. происходило ухудшение относительных позиций КБР по указанным выше элементам региональной экономической системы.

Рассмотренные выше, а также и другие важные вопросы актуальной социально-экономической ситуации и перспектив экономического развития Кабардино-Балкарской Республики активно обсуждались в научной литературе в конце 2000-х – начале 2010-х гг. Переход к устойчивому инновационному развитию рассматривался как функция стратегически осмысленной региональной политики и управления. При этом наряду с обсуждением вариантов использования конкурентных преимуществ региона, выбора опорных отраслевых комплексов, построения организационно-экономических механизмов ставились вопросы преодоления институциональных и социальных препятствий перехода к устойчивому росту и развитию [10–19]. Эти вопросы сохраняют свою актуальность и сегодня. В последней по времени публикации, нацеленной на определение перспективных направлений развития региона, позволяющих обеспечить прорывное опережающее развитие, в качестве ключевой задачи авторы видят не просто создание условий для экономического роста, повышения бюджетной обеспеченности, развития современной инфраструктуры и организации новых рабочих мест, а модернизацию всей хозяйственной структуры и поиск внешних ресурсов для ее осуществления [20, с. 63, 68].

Еще в 2011 г. указанные аспекты и принципы были синтезированы в разработанной в КБНЦ РАН под руководством П. М. Иванова стратегии социально-экономического развития Кабардино-Балкарской Республики на период до 2030 г. [21]. Специфика реализованного в ней подхода заключалась в соединении широкого охвата проблем и целей с фокусированием на перспективных глобальных направлениях развития. Таковыми виделись устойчивое развитие и информатизация. Стратегическая цель определялась как достижение высокого качества жизни, позволяющего перейти на путь устойчивого развития республики. Подчеркивалось также, что информатизация общества – это не просто очередная про-

грамма компьютеризации хозяйства страны, а условие выхода в новый мир сильных цивилизаций [21, с. 280, 312].

Этот масштабный труд не получил практического воплощения в деятельности республиканских и федеральных властей, но его влияние можно прочесть в Стратегии социально-экономического развития Кабардино-Балкарской Республики до 2040 года, утвержденной распоряжением Правительства КБР от 30 апреля 2019 г. N 251-рп. Особенность этого документа в том, что он носит практически всеобъемлющий характер. С одной стороны, это естественно, поскольку все аспекты и направления социально-экономического развития региона входят в зону ответственности республиканского правительства. С другой – этим ослабляется возможность последовательной реализации властно-управленческой и социальной воли в сфере решения ключевых, «ядерных» задач развития. Между тем сама характеристика угроз для социально-экономического развития республики, присутствующая в Стратегии, ориентирует на их постановку. В частности, к угрозам отнесены: повышение конкурентности рынков (товаров и услуг) и рынка капиталов; межрегиональная конкуренция и опережающее развитие важных для республики отраслей в других регионах Российской Федерации; отток квалифицированных кадров; технологическое и техническое отставание и потеря конкурентоспособности республикой⁸.

Все это делает очевидными несколько вещей. Во-первых, при отсутствии выверенной стратегии развития не гарантировано даже сохранение за республикой нынешних позиций. Во-вторых, это должна быть стратегия, рассчитанная не просто на адаптацию к меняющимся условиям, а на опережающее развитие. В-третьих, опережение, т.е. выигрывание времени в рыночной и межрегиональной конкуренции, может быть достигнуто только в сфере научно-технологического развития. В-четвертых, опережающее научно-технологическое развитие не может быть достигнуто только за счет постановки адекватных целей, должна быть сформирована региональная система устойчивого продуктивного взаимодействия государственных, общественных и индивидуальных агентов научно-технического и социально-экономического развития, поддерживающая непрерывный поток инноваций. В-пятых, построение такой системы предполагает наряду с административными решениями глубокую экономико-социальную реформу.

На фоне реального статуса, полномочий и ресурсов Кабардино-Балкарской Республики возникает неустранимое впечатление утопичности обозначенных положений. Но это своего рода «утопический императив», от которого нельзя просто отмахнуться и с которым в любом случае придется соотносить политические и управленческие решения в области социально-экономического развития региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: Стат. сб. / Росстат. Москва, 2022. 1122 с.
2. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2006: Стат. сб. / Росстат. Москва, 2007. 981 с.
3. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: Стат. сб. / Росстат. Москва, 2017. 1402 с.

⁸ Стратегия социально-экономического развития Кабардино-Балкарской Республики до 2040 года [Электронный ресурс] // Правительство КБР: официальный сайт. URL: <https://economy.kbr.ru/activity/sotsialno-ekonomicheskoe-razvitiie/> (дата обращения 21.01.2023).

4. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. / Росстат. Москва, 2019. 1204 с.
5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2011: Стат. сб. / Росстат. Москва, 2011. 990 с.
6. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016: Стат. сб. / Росстат. Москва, 2016. 1326 с.
7. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Выпуск 7 / под ред. Л. М. Гохберга. Москва: НИУ ВШЭ, 2021. 274 с.
8. Волкова Н. Н., Романюк Э. И. Рейтинг научно-технологического развития субъектов Российской Федерации // Вестник института экономики Российской академии наук. 2023. № 2. С. 50–72. DOI: 10.52180/2073-6487_2023_2_50_72.
9. Кузнецова О. В. Рейтинг научно-технологического развития регионов: подходы, итоги, вызовы // Проблемы прогнозирования. 2023. № 4(199). С. 94–103. DOI: 10.47711/0868-6351-199-94-103.
10. Мамбетова Ф. А., Маршанов Б. М. Оценка социально-экономического потенциала региона для выявления стратегических приоритетов развития территории // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2010. № 4(36). С. 33–42.
11. Нагоев А. Б. Основные направления развития социально-экономической политики в регионе // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2010. № 1(33). С. 97–102.
12. Хуранова З. Б. Обеспечение устойчивого социо-эколого-экономического развития региона. Нальчик: Принт-центр, 2011. 162 с.
13. Хубиева Ж. К., Мамбетова Ф. А. Управление модернизацией территории на основе эффективного использования социально-экономического потенциала региона (на материалах регионов Юга России). Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2012. 184 с.
14. Галачиева С. В., Эркенова Л. З., Кушхова Д. С. Современные тенденции развития региональной социально-экономической системы как объекта управления // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2014. № 4(60). С. 51–58.
15. Казанчева Х. К., Махошева С. А., Ципинов О. А. Особенности алгоритма развития региональной экономики в контексте теории устойчивого развития // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2014. № 2(58). С. 73–79.
16. Кереефов М. А. Некоторые подходы к модернизации региональной экономики Северного Кавказа // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2010. № 2(34). С. 67–74.
17. Сабанчиев А. Х. Состояние факторов и архитектуры роста в экономике субъектов Северного Кавказа // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2012. № 2(46). С. 182–187.
18. Дикинов А. Х., Ешугаова А. А., Чаплаев Х. Г. Консолидация региональных политик и стратегий как предпосылка устойчивого развития регионов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2016. № 5(73). С. 69–78.
19. Иванов А. А. Некоторые проблемы обеспечения устойчивого сбалансированного развития депрессивных республик Северного Кавказа // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2016. № 5(73). С. 79–83.
20. Мамбетова Ф. А., Непеева Л. А., Бароков А. А. Перспективные направления развития региона // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 4(102). С. 62–72. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-4-102-62-72.
21. Стратегия развития Кабардино-Балкарской Республики до 2030 года. Нальчик: Полиграфсервис и Т, 2011. 432 с.

REFERENCES

1. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2022* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2022]: *Stat. sb. / Rosstat*. Moscow, 2022. 1122 p. (In Russian)
2. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2006* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2006]: *Stat. sb. / Rosstat*. Moscow, 2007. 981 p. (In Russian)
3. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2017* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2017]: *Stat. sb. / Rosstat*. Moscow, 2017. 1402 p. (In Russian)
4. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2019* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2019]: *Stat. sb. / Rosstat*. Moscow, 2019. 1204 p. (In Russian)
5. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2011* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2011]: *Stat. sb. / Rosstat*. Moscow, 2011. 990 p. (In Russian)
6. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2016* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2016]: *Stat. sb. / Rosstat*. Moscow, 2016. 1326 p. (In Russian)
7. *Reyting innovatsionnogo razvitiya sub"ektov Rossiyskoy Federatsii* [Rating of innovative development of subjects of the Russian Federation]. No. 7 / ed. L.M. Gokhberg. Moscow: NIU VShE, 2021. 274 p. (In Russian)
8. Volkova N.N., Romanyuk E.I. Rating of scientific and technological development of subjects of the Russian Federation. *Vestnik instituta ekonomiki Rossiyskoy akademii nauk* [Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences]. 2023. No. 2. Pp. 50–72. DOI: 10.52180/2073-6487_2023_2_50_72. (In Russian)
9. Kuznetsova O.V. Rating of scientific and technological development of regions: approaches, results, challenges. *Problemy prognozirovaniya* [Forecasting problems]. 2023. No. 4(199). Pp. 94–103. DOI: 10.47711/0868-6351-199-94-103. (In Russian)
10. Mambetova F.A., Marshanov B.M. Assessment of the socio-economic potential of the region to identify strategic priorities for the development of the territory. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2010. No. 4(36). Pp. 33–42. (In Russian)
11. Nagoev A.B. The main directions of development of socio-economic policy in the region. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2010. No. 1(33). Pp. 97–102. (In Russian)
12. Khuranova Z.B. *Obespechenie ustoychivogo sotsio-ekologo-ekonomicheskogo razvitiya regiona* [Ensuring sustainable socio-ecological and economic development of the region]. Nalchik: Print-tsentr, 2011. 162 p. (In Russian)
13. Khubieva Zh.K., Mambetova F.A. *Upravlenie modernizatsiei territorii na osnove effektivnogo ispol'zovaniya sotsial'no-ekonomicheskogo potentsiala regiona (na materialakh regionov Yuga Rossii)* [Territory modernization management based on the effective use of the socio-economic potential of the region (on the materials of the regions of the South of Russia)]. Nalchik: KBNT RAN, 2012. 184 p. (In Russian)
14. Galachieva S.V., Erkenova L.Z., Kushkhova D.S. Modern trends in the development of the regional socio-economic system as an object of management. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2014. No. 4(60). Pp. 51–58. (In Russian)
15. Kazancheva Kh.K., Makhosheva S.A., Tsipinov O.A. Features of the algorithm for the development of the regional economy in the context of the theory of sustainable development. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2014. No. 2(58). Pp. 73–79. (In Russian)
16. Kerefov M.A. Some approaches to the modernization of the regional economy of the North Caucasus. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2010. No. 2(34). Pp. 67–74. (In Russian)

17. Sabanchiev A.Kh. The state of factors and architecture of growth in the economy of the subjects of the North Caucasus. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2012. No. 2(46). Pp. 182–187. (In Russian)

18. Dikinov A.Kh., Eshugaova A.A., Chaplaev Kh.G. Consolidation of regional policies and strategies as a prerequisite for the sustainable development of regions. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2016. No. 5(73). Pp. 69–78. (In Russian)

19. Ivanov A.A. Some problems of ensuring sustainable balanced development of the depressive republics of the North Caucasus. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2016. No. 5(73). Pp. 79–83. (In Russian)

20. Mambetova F.A., Nepeeva L.A., Barokov A.A. Perspective directions for the development of the region. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2021. No. 4(102). Pp. 62–72. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-4-102-62-72. (In Russian)

21. *Strategiya razvitiya Kabardino-Balkarskoy Respubliki do 2030 goda* [Development Strategy of the Kabardino-Balkarian Republic until 2030]. Nalchik: Poligrafservis i T, 2011. 432 p. (In Russian)

Информация об авторе

Боров Аслан Хажисмелович, канд. ист. наук, доцент, вед. науч. сотр., Центр социально-политических исследований, Кабардино-Балкарский научный центр РАН;
360000, Россия, г. Нальчик, ул. Пушкина, 18;
aslan-borov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8396-6422>

Information about the author

Borov Aslan Khazhismelovich, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Center for socio-political researches, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;
360000, Russia, Nalchik, 18, Pushkin street;
aslan-borov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8396-6422>

Актуальные проблемы измерения миграционной безопасности

М. В. Карманов, И. А. Киселева, В. И. Кузнецов, А. М. Трамова

Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова
117997, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36

Аннотация. Статья посвящена актуальным проблемам статистической оценки миграционной активности и безопасности, а также оценке ее влияния на социально-экономическое развитие тех или иных регионов. Авторы статьи обращают внимание, что любые территориальные перемещения людей имеют вполне определенные и не всегда безобидные очертания, которые ставят перед обществом новые вызовы. Национальная безопасность, безусловно, включает миграционную компоненту. В связи с вышесказанным возникает необходимость измерения рассматриваемого общественного явления. Цель исследования – рассмотреть методологические вопросы статистического измерения миграционной безопасности. Применяются методы теоретического исследования в форме обобщения, сравнения и специальных аналитических процедур. Уточнено понятие миграционной безопасности, даны рекомендации по формированию частных и интегральных количественных индикаторов и мониторингу ключевых аспектов миграционной безопасности. Материал может быть полезен при разработке миграционной политики, чтении лекций по демографической статистике. В статье приводится обзор литературы, посвященной проблемам миграционной безопасности. Отмечается, что миграционная безопасность охватывает два базисных понятия. С одной стороны, это безопасность вообще, а с другой – безопасность, рассмотренная в конкретной прикладной области, то есть с точки зрения происходящих миграционных процессов. Авторы обращают внимание, что это понятие может включать обеспечение безопасности: мигрантов, коренного населения, всего гражданского сообщества, государства и др. В статье приведены возможные последствия миграции (интенсивный отток населения из отдельных регионов страны, приводящий к демографическому и социально-экономическому затуханию территорий; интенсивный приток некоренного населения, вызывающий утрату исторически сложившихся устоев и традиций, способный привести к утрате части исконной территории проживания; ущемление разнообразных прав мигрантов; обострение ситуации на рынке труда; нелегальная миграционная активность; миграционная преступность). Для измерения миграционной безопасности предлагаются следующие показатели: коэффициент миграционного прироста (убыли) населения; коэффициент интенсивности прибытия некоренного населения, трудовых мигрантов; число зафиксированных случаев нарушения прав мигрантов, удельный вес мигрантов, подвергшихся ущемлению различных прав; доля рынка труда, покрытая за счет мигрантов; численность и удельный вес нелегальных мигрантов; число зафиксированных преступлений различной направленности среди мигрантов, численность и удельный вес мигрантов, привлеченных к ответственности, депортированных из страны. При этом авторы ставят вопрос об обосновании интегрального показателя миграционной безопасности. Проблемы измерения миграционной безопасности в современном мире приобретают особую актуальность, так как миграционные процессы в мире вносят все более заметный вклад в трансформацию устоев, традиций и ценностей человечества на самых различных уровнях познания.

Ключевые слова: миграция, территориальные перемещения, измерение миграционной безопасности, нелегальная миграционная активность, индикаторы оценки миграционной обстановки

Поступила 20.06.2023, одобрена после рецензирования 14.09.2023, принята к публикации 18.09.2023

Для цитирования. Карманов М. В., Киселева И. А., Кузнецов В. И., Трамова А. М. Актуальные проблемы измерения миграционной безопасности // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 116–124. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-116-124

Current problems of measuring migration security

M.V. Karmanov, I.A. Kiseleva, V.I. Kuznetsov, A.M. Tramova

Plekhanov Russian University of Economics
117997, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane

Abstract. The article is devoted to topical issues of statistical assessment of migration activity and security, as well as assessment of its impact on the socio-economic development of certain regions. The authors of the article draw attention to the fact that any territorial movement of people has quite definite and not always harmless outlines that pose new challenges to society. National security certainly includes a migration component. Based on the above-mentioned it becomes necessary to measure the given social phenomenon. The goal of the research is to analyze methodological issues of statistical measurement of migration security. Methods of theoretical research are applied in the form of generalization, comparison and special analytical procedures. The concept of migration security is clarified, recommendations are given on the formation of private and integral quantitative indicators and monitoring of key aspects of migration security. Scope of the obtained results. The material may be useful in the development of migration policy, lectures on demographic statistics. The article provides a review of the literature on the problems of migration security. It is noted that migration security covers two basic concepts. On the one hand, this is security in general, and, on the other, security considered in a specific application area, that is from the point of view of ongoing migration processes. The authors note that this concept may include ensuring the safety of: migrants; indigenous people; the entire civil community; state, etc. The article presents the possible consequences of migration (intensive outflow of population from certain regions of the country, leading to demographic and socio-economic attenuation of territories; intensive influx of non-indigenous population, causing the loss of historical foundations and traditions, which can lead to the loss of part of the original territory of residence; infringement of various rights of migrants; aggravation of the situation on the labor market; illegal migration activity; migration crime). To measure migration security, the following indicators are proposed: the coefficient of migration growth (decrease) of the population; coefficient of arrival intensity of non-indigenous population, labor migrants; the number of recorded cases of violation of the migrants rights, the proportion of migrants who suffered violations of various rights; share of the labor market covered by migrants; number and proportion of illegal migrants; the number of recorded crimes of various types among migrants, the number and proportion of migrants brought to justice and deported from the country. At the same time, the authors raise the question of substantiating the integral indicator of migration security. The problems of measuring migration security in the modern world are of particular relevance, since migration processes on our planet are making an increasingly significant contribution to the transformation of the foundations, traditions and values of mankind at various levels of knowledge.

Keywords: migration, territorial movements, measurement of migration security, illegal migration activity, indicators for assessing the migration situation

Submitted 20.06.2023,

approved after reviewing 14.09.2023,

accepted for publication 18.09.2023

For citation. Karmanov M.V., Kiseleva I.A., Kuznetsov V.I., Tramova A.M. Current problems of measuring migration security. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 5(115). Pp. 116–124. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-116-124

Миграция, подразумевающая территориальные перемещения людей, сопровождала человечество фактически на протяжении всей истории его существования. Однако в отдельные периоды времени ее влияние на социально-экономическое развитие тех или иных регионов земного шара и государств приобретало такие масштабы, что качественно видоизменяло всю картину ранее сложившегося мироздания [1].

При этом отдельные страны в зависимости от остроты миграционной ситуации быстро пришли к пониманию того обстоятельства, что любые территориальные перемещения людей имеют вполне определенные и не всегда безобидные очертания, которые проступают иногда постепенно, а иногда быстро, заставляя общество сталкиваться с новыми вызовами и проблемами, особенно когда оно трепетно относится к сохранению имеющихся этнических пропорций, традиций, обычаев, нравов [2].

В этом контексте, невзирая на широко превозносимую ныне толерантность, вольно или не вольно, но приходится сталкиваться с пониманием того, что любая миграция затрагивает интересы многих людей как со стороны коренного населения или населения, уже проживавшего на данной территории, так и со стороны пришлого населения, перебравшегося в новый ареал жительства по самым различным причинам [3].

Столкновение если и не противоположных, то не всегда совпадающих точек зрения на абсолютно любую миграционную ситуацию, порождает клубок серьезных и самых разнообразных противоречий, приводящих к насущной потребности выяснения возможных, допустимых, необходимых и т.д. границ безопасности. При этом миграционная компонента органично, последовательно и закономерно вплетается в канву национальной безопасности, подразумевающей самое пристальное внимание к негативным последствиям происходящих территориальных перемещений людей [4].

Сразу необходимо оговориться, что вне зависимости от того или иного субъективного взгляда на роль и место миграции населения, включая трудовую миграцию, в современном мире чрезвычайно важно научиться грамотно переходить из сферы теоретических рассуждений в сферу практических действий, то есть измерений рассматриваемого общественного явления. Можно сколь угодно долго и эмоционально рассуждать о том, что территориальные перемещения приводят к тем или иным последствиям, каким-то образом влияют на национальную безопасность и т.д. Но все это останется неубедительным, если не представить гражданскому сообществу конкретные оценки происходящего. Вот здесь-то и проступает актуальность количественных измерений миграционной безопасности, которые, на наш взгляд, к большому сожалению, в настоящее время сопряжены со множеством научно-практических проблем.

Представляется, что по состоянию на сегодняшний день среди наиболее заметных и значимых проблем измерения миграционной безопасности выделяются следующие:

- однозначное толкование миграционной безопасности как общественного явления, параметры которого подлежат количественному измерению;
- выбор ключевых аспектов миграционной безопасности, требующих повышенного внимания и систематического мониторинга;
- определение и обоснование частных и интегральных количественных индикаторов, позволяющих охарактеризовать ключевые аспекты миграционной безопасности.

Что касается однозначности понимания миграционной безопасности как самостоятельного актуального объекта прикладного исследования, эта задача объективно уже превратилась в гордиев узел успешного решения всего комплекса обозначенных проблем. Ведь совершенно очевидно, что любые разночтения в подходах к интерпретации миграционной безопасности автоматически сводят на нет абсолютно все попытки четкого и адекватного измерения ее параметров, особенно в плане их последующей сравнимости и сопоставимости.

С теоретических позиций миграционная безопасность охватывает два базисных понятия. С одной стороны, это безопасность вообще, а с другой стороны, это безопасность, рассмотренная в конкретной прикладной области, то есть с точки зрения происходящих миграционных процессов. Поэтому начнем по порядку.

Безопасность вообще подразумевает следующее. Предположим, что у нас есть какой-либо объект, сложная система или т.п. Они, естественно, как и все в нашей жизни, могут быть подвержены воздействию внешних и внутренних угроз. Причем принято считать, что их существование будет считаться безопасным, если абсолютно любые факторы не приводят к ухудшению текущего состояния либо не создают условия для невозможности нормального функционирования и развития [5].

Подобный подход ориентирует на единообразное толкование безопасности, которая может быть сфокусирована на конкретном объекте, системе, в том числе и применительно к миграционному движению населения. Правда, здесь не следует забывать, что в зависимости от конкретной ситуации может возникать множество своеобразных трактовок, требующих более детального разбора. Например, безопасность применительно к миграции способна подразумевать и конституционно-правовые требования, ориентированные на обеспечение грамотной миграционной политики, и на права человека, и на интересы государства, и много на что другое [5].

В этой связи, рассматривая миграционную безопасность, принципиально важно охватывать весь комплекс имеющихся вопросов и проблем. Так уж сложилось исторически, что попытки охарактеризовать, а тем более количественно измерить последствия миграции чаще всего сводятся к въездным потокам. Прибывающие в ту или иную страну мигранты попадают в достаточно сложную жизненную ситуацию, и стремление выбраться из нее по объективным и субъективным причинам не всегда сопровождается пониманием со стороны местного населения. Однако не меньшую актуальность представляют и выездные потоки, которые также могут угрожать национальной безопасности. И по этим причинам все миграционные потоки не должны ускользать из поля зрения инструментов мониторинга сложившейся обстановки [6].

Другим, не менее напряженным форпостом столкновения взглядов по вопросу более или менее четкой идентификации миграционной безопасности, выступает толкование того, а для кого, собственно, эта самая безопасность должна быть обеспечена. Здесь встречаются абсолютно независимые, а в отдельных случаях пересекающиеся подходы:

- обеспечение безопасности мигрантов;
- обеспечение безопасности коренного населения;
- обеспечение безопасности всего гражданского общества;
- обеспечение безопасности государства и др.

Принято считать, что люди, совершающие территориальные перемещения, то есть вовлеченные в миграцию по самым различным причинам, находятся в состоянии серьезного стресса и испытывают дискомфорт, связанный с изменениями места, образа, условий жизни и других обстоятельств. Поэтому на одно из первых мест выходят такие компоненты, как защищенность мигрантов от самых разнообразных опасностей и угроз, обязательный учет их интересов в процессе реализации миграционной политики и полное соблюдение действующего законодательства, касающегося миграционных процессов [7]. Иными словами, при подобной трактовке на первое место ставятся права человека, прибывшего на новое место жительства, как будто изначально, по определению некто претендует на их ущемление [8].

Говоря о правах человека в современном мире, никоим образом нельзя забывать, что этот принцип имеет тотальный характер. Ведь исключительное рассмотрение прав преимущественно мигрантов ведет к возникновению новых диспропорций и проблем. Чтобы этого не произошло, требуется учитывать и права коренного населения, которое может отнюдь не толерантно воспринимать территориальные перемещения извне. Однако это отнюдь не служит поводом для отказа от обеспечения их безопасности, связанной с миграцией. Ведь игнорирование подобных обстоятельств, что уже доказано на практике во многих странах мира, способно порождать серьезные, глубинные и долговременные социальные конфликты [9].

Соединение двух первых подходов вынуждает говорить о миграционной безопасности применительно ко всем участникам рассматриваемого процесса, как со стороны прибывающих мигрантов, так и со стороны коренного населения, которое реально ощущает все изменения ранее существовавшей реальности, связанные с территориальными перемещениями людей. По этой причине правовое регулирование миграционной ситуации должно подразумевать комплексный подход, учитывающий интересы всех слоев гражданского общества [10].

Естественно, что миграционная безопасность может быть рассмотрена и на более высоком уровне, то есть не по отношению к тем или иным лицам или группам населения, а с позиций государства в целом. Ведь хочется того или нет, но государство по определению вынуждено заниматься принятием правовых актов, регулирующих миграционные процессы, разработкой миграционной политики и т.д. А поэтому попытки нивелировать или устранить те или иные угрозы, связанные с территориальными перемещениями людей, не могут быть рассмотрены в отрыве от государственной политики, ориентированной на решение всего комплекса насущных задач, стоящих перед обществом [11]. В противном случае устранение от проблем миграции населения способно нанести самый серьезный удар по национальной безопасности, то есть фундаментальным устоям и принципам существования самого государства.

В совокупности имеющая место явная неоднозначность толкования миграционной безопасности вполне закономерно приводит к проблеме выбора ключевых аспектов миграции населения или территориальных перемещений людей, подлежащих измерению и количественной оценке с позиций возникающих угроз.

Исторически те или иные государства уже не раз сталкивались с различными негативными проявлениями результатов и последствий миграционных процессов, которые приобретали статус угроз, а поэтому объективно рассматривались в контексте безопасности общества. К ним, безусловно, относятся такие аспекты человеческой жизнедеятельности:

- масштабный или интенсивный отток населения из отдельных регионов страны, в том числе из сельской местности, приводящий к демографическому и социально-экономическому затуханию территорий;
- масштабный или интенсивный приток некоренного населения, вызывающий утрату исторически сложившихся демографических, социально-экономических, политических, религиозных и т.п. устоев и традиций, а также способный привести к утрате части исконной территории проживания или даже суверенитета;
- ущемление разнообразных прав мигрантов;
- обострение ситуации на рынке труда;
- нелегальная миграционная активность;
- миграционная преступность;
- угроза терроризма и экстремистской деятельности и др.

Приведенный выше и далеко не полный перечень опасностей, связанных с территориальными перемещениями людей, а поэтому в значительной степени имеющий отношение к миграционной безопасности, свидетельствует о том, что на практике уже явно проступили

достаточно четкие и негативные грани рассматриваемого общественного явления. Они нашли свое осознание и понимание всей сложности объекта исследования. Однако проблема заключается в другом. Миграционная безопасность, как айсберг, большую часть угроз концентрирует в скрытом виде. Многие из них до поры до времени находятся «под водой» и становятся достоянием общественности только тогда, когда достигают уже достаточно высокого уровня социального, экономического и прочего напряжения [12].

Кроме того, миграционная безопасность, как многослойный пирог, раскрывает свое истинное содержание не сразу, а по мере проникновения в глубину объекта. По этой причине территориальные перемещения людей включают уже познанные угрозы и опасности, а также те из них, которые еще либо не проступили совсем, либо только начали обозначать свои контуры. Вследствие чего сегодня не представляется ни малейшей возможности заявить, что общество уже на практике ознакомилось со всеми без исключения аспектами миграционной безопасности и реально прочувствовало их воздействие.

Подобное звено, вне всякого сомнения, в силу своей слабости накладывает определенные отпечатки на процесс количественного измерения параметров миграционной безопасности. Если объект включает как познанные, так и непознанные грани, то чисто по объективным причинам можно оценить только известные из них, а также столкнуться с проблемой интегральной характеристики ситуации.

Говоря о явных и уже осознанных аспектах миграционной безопасности, на ум сразу приходят традиционные и достаточно широко распространенные индикаторы, используемые для оценки миграционной обстановки. Применительно к миграционной безопасности среди них можно назвать:

- коэффициент миграционного прироста (убыли) населения;
- коэффициент интенсивности прибытия некоренного населения, трудовых мигрантов и т.п.;
- число зафиксированных случаев нарушения прав мигрантов, удельный вес мигрантов, подвергшихся ущемлению различных прав и т.п.;
- доля рынка труда, покрытая за счет мигрантов;
- численность и удельный вес нелегальных мигрантов;
- число зафиксированных преступлений различной направленности среди мигрантов, численность и удельный вес мигрантов, привлеченных к ответственности, депортированных из страны, и т.п.;
- численность и удельный вес мигрантов, вовлеченных в террористическую и экстремистскую деятельность, и др.

Для анализа интенсивности миграции, помимо стандартных коэффициентов интенсивности прибытий и выбытий межрегиональных мигрантов, можно определить коэффициент интенсивности межрайонных миграционных связей (КИМС). Этот коэффициент дает возможность сопоставлять миграционные связи не только по региону выбытия, но и по регионам прибытия. Формула для его расчета представляет собой соотношение объемов миграционных потоков с соотношением объемов сред их протекания.

$$\text{КИМС} = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{\Pi(B)_{ij}}{S_i}}{\sum_{i=1}^m S_i}, \quad (1)$$

где:

$\Pi(B)_{ij}$ – число прибывших (выбывших) из региона j в регион i ;

S_i – численность населения региона i в среднем за период;

$\sum_{i=1}^m S_i$ – общая численность населения всех регионов, с которыми регион j поддерживает миграционные связи.

Обозначенный перечень показателей, которые могут быть привлечены для оценки и анализа состояния и изменения миграционной безопасности, с нашей точки зрения, твердо свидетельствует лишь об одном. Если имеется множество различных частных индикаторов, то они порождают традиционную проблему измерения, а именно: как однозначно охарактеризовать объект исследования одним числом. Ведь отдельные параметры из представленного выше списка могут улучшаться, ухудшаться или оставаться неизменными. При этом сложно будет интерпретировать ситуацию в целом.

Для достижения этой цели необходимо разработать интегральный показатель миграционной безопасности, который бы охватывал и учитывал (приводил к общему знаменателю) все индикаторы, отражающие те или иные стороны рассматриваемого явления. Однако такого интегрального индикатора в настоящее время нет. Когда он будет создан и насколько сможет учесть все основные и ключевые грани территориальных перемещений людей с позиций возникающих опасностей и угроз – пока большой вопрос. Ответ на него, видимо, дадут время и совместные усилия представителей различных наук (статистики, демографии, социологии и др.), занимающихся решением вопросов определения сущности и количественной оценки миграционной безопасности.

В заключение крайне важно подчеркнуть, что проблемы измерения миграционной безопасности в современном мире приобретают столь острое и злободневное звучание, что по определению не могут оставаться на задворках теоретических и прикладных научных исследований, так как миграционные процессы на нашей планете вносят все более заметный вклад в трансформацию устоев, традиций и ценностей человечества на самых различных уровнях познания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щербакова Я. Массовая миграция в Европу в 2015-2016 гг.: причины и возможные последствия // Актуальные вопросы инновационной экономики. 2016. № 13. С. 346–350.
2. Лукашевич А. А. Миграционная безопасность Израиля. В сборнике: Регулирование миграционных процессов на Юге России: политические, юридические и правоохранные аспекты. Сборник материалов Всероссийской научно-теоретической конференции. 2016. С. 79–80.
3. Шамне А. Н. Правовые и моральные проблемы миграции в Германии // Вестник Саратовской государственной юридической академии. 2020. № 3. С. 65–68.
4. Патрикеев В. Е. Миграционная безопасность как необходимый элемент национальной безопасности России. В сборнике: Права человека и правоохранительная деятельность. Материалы региональной научно-практической конференции памяти профессора А. В. Зиновьева. 2015. С. 180–186.
5. Назаров М. В. Миграционная безопасность: понятие, сущность и принципы // Вестник Московского университета МВД России. 2016. № 8. С. 32–36.
6. Долгопятова Д. В. Миграционная безопасность России: современное состояние и перспективы. Регулирование миграционных процессов на Юге России: политические, юридические и правоохранные аспекты. Сборник материалов Всероссийской научно-теоретической конференции. 2016. С. 55–57.

7. Степанов А. В. Безопасность, национальная безопасность, миграционная безопасность, национальная миграционная политика: анализ определений, соотношение категорий // Вестник института: преступление, наказание, исправление. 2014. № 2. С. 75–78.
8. Гаглоева Л. А. Миграционная безопасность и соблюдение прав человека в процессе приема в гражданство Российской Федерации // Вестник СевКавГТИ. 2015. № 3. С. 111–113.
9. Ткачева Н. А. Миграционная безопасность как фактор предупреждения социальных конфликтов // Академический вестник. 2009. № 3. С. 94–100.
10. Гобеджишвили Л. Г. К определению понятия «миграционная безопасность»: правовой аспект // Юрист-Правоведь. 2005. № 1. С. 33–36.
11. Ермашов Д. В. Миграционная безопасность: проблемы теории и практики // Ученые труды Российской академии адвокатуры и нотариата. 2010. № 4. С. 119–124.
12. Литюшкин В. В. Национальная безопасность и миграционная политика // Миграционное право. 2007. № 2. С. 16020.

REFERENCES

1. Shcherbakova Ya. Mass migration to Europe in 2015-2016: causes and possible consequences. *Aktual'nyye voprosy innovatsionnoy ekonomiki* [Current issues of innovative economics]. 2016. No. 13. Pp. 346–350. (In Russian)
2. Lukashevich A.A. *Migratsionnaya bezopasnost' Izrailya* [Migration security of Israel]. In the collection: Regulation of migration processes in the South of Russia: political, legal and law enforcement aspects. *Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-teoreticheskoy konferentsii*. 2016. Pp. 79–80. (In Russian)
3. Shamne A.N. Legal and moral problems of migration in Germany. *Vestnik Saratovskoy gosudarstvennoy yuridicheskoy akademii* [Bulletin of the Saratov State Law Academy]. 2020. No. 3. Pp. 65–68. (In Russian)
4. Patrikeev V.E. Migration security as a necessary element of Russian national security. V sbornike: Prava cheloveka i pravookhranitel'naya deyatelnost'. *Materialy regional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii pamyati professora A. V. Zinov'yeva*. 2015. Pp. 180–186. (In Russian)
5. Nazarov M.V. Migration security: concept, essence and principles. *Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii* [Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia]. 2016. No. 8. Pp. 32–36. (In Russian)
6. Dolgopyatova D.V. Migration security of Russia: current state and prospects. Regulation of migration processes in the South of Russia: political, legal and law enforcement aspects. Collection of materials from the All-Russian Scientific and Theoretical Conference. 2016. Pp. 55–57. (In Russian)
7. Stepanov A.V. Security, national security, migration security, national migration policy: analysis of definitions, correlation of categories. *Vestnik instituta: prestupleniye, nakazaniye, ispravleniye* [Bulletin of the Institute: crime, punishment, correction]. 2014. No. 2. Pp. 75–78. (In Russian)
8. Gagloeva L.A. Migration security and observance of human rights in the process of admission to citizenship of the Russian Federation. *Vestnik SevKavGTI* [Bulletin of SevKavGTI]. 2015. No. 3. Pp. 111–113. (In Russian)
9. Tkacheva N.A. Migration security as a factor in preventing social conflicts. *Akademicheskii vestnik* [Academic Bulletin]. 2009. No. 3. Pp. 94–100. (In Russian)
10. Gobedzhishvili L.G. Towards the definition of the concept of “migration security”: legal aspect. *Yurist"-Pravoved"* [Yurist-Pravoved]. 2005. No. 1. Pp. 33–36. (In Russian)

11. Ermashov D.V. Migration security: problems of theory and practice. *Uchenyye trudy Rossiyskoy akademii advokatury i notariata* [Scientific works of the Russian Academy of Advocacy and Notariat]. 2010. No. 4. Pp. 119–124. (In Russian)

12. Lityushkin V.V. National security and migration policy. *Migratsionnoye pravo* [Migration law]. 2007. No. 2. P. 16020. (In Russian)

Информация об авторах

Карманов Михаил Владимирович, д-р экон. наук, профессор кафедры статистики, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова;

117997, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36;

Karmanov.MV@rea.ru

Киселева Ирина Анатольевна, д-р экон. наук, профессор кафедры математических методов в экономике, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова;

117997, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36;

Kia1962@list.ru

Кузнецов Владимир Иванович, д-р экон. наук, профессор кафедры статистики, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова;

117997, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36;

Kuznetsov.VI@rea.ru

Трамова Азиза Мухамадияевна, д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры информатики, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова;

117997, Россия, Москва, Стремянный переулок, 36;

G.tramova@yandex.ru

Information about the authors

Karmanov Mikhail Vladimirovich, Doctor of Economics, Professor of the Department of Statistics, Plekhanov Russian University of Economics;

117997, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane;

Karmanov.MV@rea.ru

Kiseleva Irina Anatolyevna, Doctor of Economics, Professor of the Department of Mathematical Methods in Economics, Plekhanov Russian University of Economics;

117997, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane;

Kia1962@list.ru

Kuznetsov Vladimir Ivanovich, Doctor of Economics, Professor of the Department of Statistics, Plekhanov Russian University of Economics;

117997, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane;

Kuznetsov.VI@rea.ru

Tramova Aziza Mukhamadiyevna, Doctor of Economics, Associate professor, Professor of the Department of Informatics, Plekhanov Russian University of Economics;

117997, Russia, Moscow, 36 Stremyanny lane;

G.tramova@yandex.ru

УДК 392+94(47)

DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-125-132

EDN: UJIQRB

Научная статья

Некоторые особенности решения наследственных споров у балкарцев при участии правления Кабардинского округа во второй половине 60-х годов XIX века

А. Ж. Байчекуева

Научно-образовательный центр
Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

Аннотация. Статья посвящена исследованию некоторых особенностей решения наследственных споров у балкарского населения в Кабардинском окружном правлении и народном суде во второй половине 60-х гг. XIX в. Отмечается роль окружного, участкового и слободского/сельского начальства в решении споров и конфликтов с опорой на нормы обычного права местного населения. Установлено, что источниками споров могли быть разные мнения сторон о толковании традиционных норм их решения, когда одна сторона опиралась на обычаи и традиции, а другая – на зафиксированные в письменном виде и при свидетелях документы. Рассмотрены особенности решения наследственных споров по нормам обычного права балкарцев в посреднических (медиаторских) судах. Сделан вывод, что в условиях введения военно-народного управления на Центральном Кавказе в конце 50-х – начале 60-х гг. XIX в. имущественные споры среди представителей балкарского населения региона решались с опорой на нормы обычного права, адаптированные к новой правовой реальности, и при участии представителей окружной и участковой администрации.

Ключевые слова: Кабардинский округ, Терская область, Кабардинский окружной народный суд, балкарцы, обычное право, наследственные отношения

Поступила 28.09.2023, одобрена после рецензирования 02.10.2023, принята к публикации 06.10.2023

Для цитирования. Байчекуева А. Ж. Некоторые особенности решения наследственных споров у балкарцев при участии правления кабардинского округа во второй половине 60-х годов XIX века // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 125–132. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-125-132

Original article

Some features of the settlement of hereditary disputes among the balkarians with the participation of the Kabardian district board in the second half of the 60th years of the 19th century

A.Zh. Baichekueva

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

Abstract. The article is devoted to the study of some features of resolving hereditary disputes among the Balkarian population in the Kabardian district board and people's court in the second half of the 60th years of the XIX century. Role of the district, areal and rural authorities in resolving disputes and conflicts based on the norms of customary law of the local population. It was established that the sources

of disputes could be different opinions of the parties on the interpretation of traditional norms of their solution, when one side relied on customs and traditions, and the other on documents recorded in writing with witnesses. The peculiarities of the decision of hereditary disputes on the norms of customary law of the Balkars in intermediary (mediator) courts were viewed. It was concluded that under the conditions of the introduction of military-national administration in the Central Caucasus in the late 50th – early 60th of the XIX century property disputes among representatives of the Balkarian population of the region were resolved based on the norms of customary law, adapted to the new legal reality with the help of district and areal authorities.

Keywords: Kabardian district, Terek region, Kabardian district people's court, Balkarians, customary law, hereditary relations

Submitted 28.09.2023,

approved after reviewing 02.10.2023,

accepted for publication 06.10.2023

For citation. Baichekueva A.Zh. Some features of the settlement of hereditary disputes among the balkarians with the participation of the Kabardian district board in the second half of the 60th years of the 19th century. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 5(115). Pp. 125–132. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-125-132

ВВЕДЕНИЕ

После введения на Центральном Кавказе военно-народного управления в конце 50-х – начале 60-х гг. XIX в. разбирательство имущественных споров у представителей местного населения с опорой на традиционные формы правосудия, сложившиеся еще задолго до начала российского влияния, не прекратилось. Более того, некоторые его элементы практиковались в деятельности учреждений власти разного уровня – окружных и участковых правлений, окружных и участковых народных судов и т.п. При этом в отечественной кавказологии не снижается научный интерес к изучению особенностей функционирования институтов обычного права в сфере регулирования имущественных отношений у народов региона в условиях их включения в политико-правовое пространство Российской империи. В этом плане исследование особенностей решения наследственных споров по обычному праву балкарцев в деятельности Кабардинского окружного правления и народного суда в 1858–1870 гг. (в том числе и когда сторонами конфликта были представители соседних народов) дает возможность глубже изучить вопросы его рецепции и применения в работе официальных властных структур и должностных лиц, механизмы сохранения их регулятивных функций в условиях глубинных социальных преобразований и т.п.

Вопросы исследования особенностей функционирования институтов обычного права балкарцев в 60-е гг. XIX в. и деятельности Кабардинского окружного народного суда затрагивались в трудах Г. К. Азаматова [4], Е. Г. Битовой (Муратовой) [7], И. Л. Бабич [6], Н. С. Доклаева [9], З. А. Яхтанигова [15], Ю. Н. Асанова [5], А. Х. Абазова [1, 2] и некоторых обобщающих работах по истории народов Центрального Кавказа [3, 8, 10, 11, 12, 13]. При этом вопросы регулирования наследственных отношений у балкарского населения региона (в том числе и с участием представителей других народов) в деятельности окружного правления и суда в них не рассматривались, тогда как к настоящему времени отложилось достаточное количество документов для проведения такого исследования. В частности, источниковую базу нашего исследования составила хранящаяся в Управлении Центрального государственного архива архивной службы Кабардино-Балкарской Республики (далее – УЦГА АС КБР) делопроизводственная документация Кабардинского окружного правления и учреждений, с которыми оно взаимодействовало в рамках своих полномочий (Кабардинским окружным народным судом, Нальчикским слободским правлением, Черекским участковым начальником). Основной формой коммуникации этих учреждений,

содержащей сведения по анализируемому вопросу, были рапорта должностных лиц. В них содержались сведения о причинах конфликтов, связанных с решением наследственных споров, о лицах – сторонах разбирательств и их родственных связях, нормах обычного и мусульманского права, по которым они решались, и т.п.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В 60-х – начале 70-х гг. XIX в. в деятельности окружного правления и народного суда разбирались споры с участием представителей балкарского населения региона с опорой на их традиционные институты правосудия. С течением времени вырабатывался алгоритм решения таких вопросов, некоторые элементы которого впоследствии применялись при решении типологически схожих конфликтов. Поэтому детальное рассмотрение отдельных конфликтов в рамках научной статьи дает возможность определить их источники, сформировать представления о традиционных социальных регуляторах для конкретной сферы отношений, выявить формы их решения и механизмы достижения компромисса среди спорящих сторон, охарактеризовать роли участников разбирательств и т.п. В этом плане определенный интерес представляет спор о разделе имущества умершего сотника М-ва, возникший в 1865–1871 гг. между наследниками (вдовой и матерью наследователя) [14].

Так, причиной для начала разбирательства послужил отказ вдовы сотника М-ва передать часть имущества матери умершего Ф-т М-вой и другим его родственникам. Факт отказа был отражен в рапорте Кабардинского окружного народного суда начальнику Кабардинского округа 27 мая 1865 г. [14, л. 1]. Разбирательство спора вышло на окружной уровень, т.к. умерший сотник М-в «был по происхождению балкарец» [14, л. 10], состоял на российской военной службе, а «вдова его и вовсе не происходи[ла] из числа жителей Кабардинского округа» [14, л. 10]. Скорее всего, именно поэтому начальник округа распорядился решить дело на основании «существующих» обрядов [14, л. 11].

Важную роль в решении возникшего спора играл начальник Черекского участка Кабардинского округа, т.к. спорный земельный участок располагался в одном из населенных пунктов на подведомственной ему территории. Начальник участка получал от начальника округа обязательные для исполнения распоряжения. В частности, в рапорте от 5 марта 1865 г. ему предписывалось «доставить в суд сведения по делу о спорном имении» [14, л. 2].

Схожие функции в этом процессе выполнял и начальник Нальчикского слободского управления. Он был обязан собирать сведения, имевшие отношение к предмету спора, с населения, проживавшего тогда в Нальчикской слободе. В свою очередь он для исполнения этой обязанности задействовал различные механизмы в рамках своих полномочий. В частности, 25 июня 1865 г. в рапорте начальнику Кабардинского округа он просил обязать окружной народный суд провести ряд допросов «из-под присяги» жителей слободы, имевших отношение к предмету спора. В частности, он просил:

1. Допросить «горского жителя» Ж. Ж-ва и выяснить, являлся ли он должником умершего М-ва по сделке о купле-продаже лошадей, какое количество лошадей и по какой сумме было приобретено, когда именно был уплачен долг, имеются ли свидетели по этому делу и т.п.

2. Получить сведения и доказательства от того же Ж. Ж-ва о том, какие именно земли и за какую сумму были проданы наследодателем, какая именно часть из них являлась родовыми землями М-ва и была ли она получена в свое время умершим по праву духовного завещания.

3. Получить от узденя М. Ж-ва акт, подтверждавший стоимость, за которую наследодатель приобрел у него крепостную служанку, которую в последующем подарил своей матери.

4. Получить из-под присяги показания от У. Ш-ва о том, какая сумма была уплачена М-ву в качестве калыма при выдаче замуж его сестры Н. и сколько было уплачено на приобретение ею одежды. Такую же информацию предполагалось получить и от М. А-ва – супруга Н.;

5. Получить из-под присяги такие же сведения от узденя З. К-ва, жителя аула Анзорова, – супруга другой сестры М-ва – К.

6. Получить из-под присяги у «хуламца» И. Ш-ва показания от том, «действительно ли по показанию вдовы сотницы М...ой ею была куплена совместно с покойным М...вым мельница на р. Нальчик», была ли она приобретена по частям с Ш-вым и в каких долях.

7. Выяснить, какое именно имущество получила в наследство мать М-ва Ф.

8. Опросить свидетелей наследодателя о содержании известного им духовного завещания.

9. Приобщить к материалам спора копию журнального постановления Кабардинского временного суда от 4 июня 1846 года «по делу об удовлетворении М-ва князем К-ным за родовое имение» [14, л. 3 – 4 об.].

Состав наследуемого имения и имущества и список претендентов на наследство были сложными. Так, одним из предполагаемых наследников имущества сотника М-ва был его брат юнкер Г. М-в, который в своем прошении на имя начальника Кабардинского округа отмечал, что в период пребывания их отца в ссылке доверенным управляющим его оставшегося на Центральном Кавказе имения был князь К. К-н. По возвращении его брата М.А. М-ва на родину по решению Кабардинского временного суда с князя К-на было взыскано 200 руб. серебром. Также с прапорщика М. Б-ва за отцовское имение было взыскано 150 руб. и за проданные земли взято 100 руб. серебром, «о чем известно всем жителям балкарского общества» [14, л. 12–12 об.]. При выходе их матери замуж был получен калым в размере 70 руб. серебром. При выходе их сестры замуж за У. Ш-ва сумма калыма составила 500 руб. и были сделаны подарки на 150 руб. (всего 650 руб. серебром). При выходе другой их сестры замуж за малокабардинца К-ва и после его смерти вдова получила часть имения общей стоимостью 400 руб. серебром [14, л. 12–12 об.]. Все это составляло объект наследования и, по мнению юнкера Г. М-ва, должно было быть разделено на 4 части между ним, его умершим братом М-в, сестрой и матерью. Но т.к. умерший М-в в свое время самостоятельно вступил в наследство в полной мере, то в момент возникновения спора его вдова не соглашалась «никому выделить следуемой части имения» [14, л. 12–12 об.].

Вдова наследодателя И. М-ва в объяснении, данном на имя начальника Нальчикского слободского правления, приводила свою оценку сложившейся ситуации. Во-первых, она критично относилась к стоимости и содержанию имущества, описываемого стороной бывшего супруга в качестве наследуемого, и отмечала, что она существенно завышена. Во-вторых, свое право на наследование подтверждала наличием духовного завещания, составленного ее супругом перед смертью в присутствии свидетелей и почти всех родственников мужа. В-третьих, она настаивала на том, что унаследованное ею имущество было благоприобретенным при жизни супруга, а не родовым и доставшимся ему по праву наследования [14, л. 20–24 об.].

На определенном этапе рассмотрения спора у сторон появилось желание передать его на решение модераторского суда. Просьба решить спор посредством модераторского разбирательства была передана сторонами на имя начальника Кабардинского округа [14, л. 34 об.]. Однако по прошествии некоторого времени стало понятно, что истица (мать наследодателя) уклонялась от выбора медиаторов, что существенно затягивало разбира-

тельство. Поэтому в областном руководстве было принято решение возобновить процесс по нормам российского права [14, л. 38]. Позже истица представила Нальчикскому воинскому начальнику кандидатуры двух медиаторов. Однако спустя некоторое время ответчица – вдова М-ва – поменяла решение, отказалась разбирать спор в суде медиаторов и настаивала на возвращении дела на рассмотрение в окружной народный суд [14, л. 60]. Однако позже вдова вновь поменяла решение и согласилась на разбирательство дела в суде медиаторов.

Заседание медиаторского суда по этому спору состоялось 14 сентября 1866 г. Медиаторы заняли сторону ответчицы, т.к. она унаследовала имущество умершего мужа по праву духовного завещания и приняла на себя бремя погашения займов и уплаты долгов умершего мужа [14, л. 85]. Решение было оформлено в письменном виде и заверено подписями медиаторов [14, л. 85]. Ответчица была ознакомлена с делом, о чем на документе была сделана отметка и проставлен отпечаток перста.

Здесь определенный научный интерес представляет и сама процедура решения спора в медиаторском суде. Так, стороны подавали на имя начальника слободского правления прошения о разрешении передать рассмотрение их спора в медиаторском суде. Сведения о кандидатах в медиаторы также поступали начальнику слободского правления. Начальник правления со своей стороны уведомил об этом окружной народный суд и окружное правление. Согласие сторон решить дело в медиаторском суде и принять в качестве обязательного любое его решение оформлялось специальной распиской за подписью заявителя, заверенной присутствовавшими работниками окружного правления и народного суда [14, л. 47]. Медиаторы приглашались на разбирательство путем направления официального письма за подписью начальника нальчикского слободского управления. Интересно, что и площадку для проведения процедуры медиаторского разбирательства предоставляло также слободское правление.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сторона истца осталась неудовлетворенной принятым медиаторами решением и несколько раз пыталась оспорить его. Разбирательство спора затянулось во времени и продолжалось вплоть до 1871 г. Сведений о пересмотре решения суда посредников по спору между вдовой и матерью наследодателя М-ва не обнаружено. Поиск документов по делу продолжается. Однако и приведенных материалов достаточно, чтобы установить, что споры, связанные с наследованием имущества и выходявшие за рамки одного народа, подлежали разбирательству в окружном народном суде и находились под контролем окружного начальства. Зачастую в таких случаях источником спора становились разные мнения сторон о толковании традиционных норм их решения, когда (как в рассмотренном случае) одна сторона, мотивируя свое мнение, опиралась на обычаи и традиции, а другая – на зафиксированное в письменном виде и при свидетелях духовное завещание. Важную роль в решении таких споров играли представители окружного, участковых и слободских/сельских правлений: контролировали порядок и ход решения споров, содействовали сбору имеющих отношение к делу сведений, отвечали за коммуникацию участников разбирательства и т.п. При решении дела многие действия проводились с опорой на традиционные институты обычного права балкарского народа: применение клятв-присяг для установления достоверности получаемых сведений, определение долей наследуемого имущества на основе сложившихся обычаев, передача дел на разбирательство суда посредников и т.п. Главным фактором принятия медиаторами решения по спору было надлежаще со-

ставленное в письменном виде и при свидетелях духовное завещание наследодателя, а не устные доводы спорящей стороны о порядке раздела наследственного имущества в равных долях между заинтересованными лицами. Все это еще раз подтверждает, что в условиях введения военно-народного управления на Центральном Кавказе в конце 50-х – начале 60-х гг. XIX в. имущественные споры среди представителей балкарского населения региона решались с опорой на нормы обычного права, адаптированные к новой правовой реальности, и при участии представителей окружной и участковой администрации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абазов А. Х.* Народы Центрального Кавказа в судебной системе Российской империи в конце XVIII – начале XX в. Нальчик: ООО «Печатный двор», 2016. 264 с.
2. *Абазов А. Х., Хачеритлов М. Ж.* Традиционные формы решения споров и конфликтов в судебной системе Терской области в последней трети XIX – начале XX в. // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики // Грамота. 2016. № 6(68). В 2-х ч. Ч. 1. С. 13–16.
3. Адыги: Адыгейцы. Кабардинцы. Черкесы. Шапсуги. Сер.: Народы и культуры / от ред. А. Х. Абазов, А. В. Кушхабиев и др. Москва: Наука, 2022. 870 с.
4. *Азаматов К. Г.* Социально-экономическое положение и обычное право балкарцев в первой половине XIX в. Нальчик: Эльбрус, 1968. 108 с.
5. *Асанов Ю. Н.* Обычно-правовое регулирование сословных отношений в традиционном балкарском обществе // Вестник Института гуманитарных исследований Правительства Кабардино-Балкарской Республики и Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук. 2015. № 3(26). С. 35–42.
6. *Бабич И. Л.* Соотношение обычного права и шариата в правовой истории кабардинцев и балкарцев // Человек и общество на Кавказе: проблемы правового бытия: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2002. С. 86–95.
7. *Битова Е. Г.* Социальная история Балкарии XIX в. Нальчик: Эльбрус, 1997. 173 с.
8. Века совместной истории: народы Кабардино-Балкарии в российском цивилизационном процессе (1557–1917 гг.). Нальчик: Издательский отдел ИГИ КБНЦ РАН, 2017. 544 с.
9. *Доклаев Н. С.* Закрепление нормами обычного права сословной структуры карачаевцев и балкарцев в XVIII – первой половине XIX веков // Евразийский юридический журнал. 2012. № 8(51). С. 66–67.
10. История Северного Кавказа: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2017. 282 с.
11. История многовекового содружества: к 450-летию союза и единения народов Кабардино-Балкарии с Россией. Нальчик: Изд. М. и В. Котляровых, 2007. 720 с.
12. Карачаевцы. Балкарцы. Сер.: Народы и культуры / отв. редакторы: М. Д. Каракетов, Х.-М. А. Сабанчиев. Москва: Наука, 2014. 814 с.
13. Россия и народы Северного Кавказа в XVI – середине XIX века: социокультурная дистанция и движение к государственно-политическому единству. Нальчик: Издательский отдел ИГИ КБНЦ РАН, 2018. 268 с.
14. УЦГА АС КБР. Ф. И-2 «Управление Кабардинского округа». Оп. 1. Ед. хр. 746. Т. 1.
15. *Яхтанигов З. А.* Основные противоречия в источниках обычного права балкарцев // Северо-Кавказский юридический вестник. 2009. № 3. С. 46–49.

REFERENCES

1. Abazov A.Kh. *Narody Tsentral'nogo Kavkaza v sudebnoi sisteme Rossiiskoi imperii v kontse XVIII – nachale XX v.* [The peoples of the Central Caucasus in the judicial system of the Russian Empire in the late XVIII – early XX centuries]. Nal'chik: OOO «Pechatnyi dvor», 2016. 264 p. (In Russian)
2. Abazov A.Kh., Khacheritlov M.Zh. *Traditsionnye formy resheniya sporov i konfliktov v sudebnoy sisteme Terskoy oblasti v posledney treti XIX – nachale XX v.* [Traditional forms of resolving disputes and conflicts in the judicial system of the Terek region in the last third of the XIX – early XX centuries.]. In: *Istoricheskie, filosofskie, politicheskie i yuridicheskie nauki, kul'turologiya i iskusstvovedenie. Voprosy teorii i praktiki.* Tambov: Gramota, 2016. No. 6(68). V 2-kh ch. Ch. 1. Pp. 13–16. (In Russian)
3. *Adygi: Adygeytsy. Kabardintsy. Cherkesy. Shapsugi* [Adygi: Adygeas. Kabardians. Circassians. Shapsugs]. Ser.: *Narody i kul'tury.* / ot red. A.Kh. Abazov, A.V. Kushkhabiev i dr. Moscow: Nauka, 2022. 870 p. (In Russian)
4. Azamatov K.G. *Sotsial'no-ekonomicheskoe polozhenie i obychnoe pravo balkartsev v pervoy polovine XIX v.* [The socio-economic situation and customary law of the Balkars in the first half of the XIX century.]. Nal'chik: El'brus, 1968. 108 p. (In Russian)
5. Asanov Yu.N. *Obychno-pravovoe regulirovanie soslovnykh otnosheniy v traditsionnom balkarskom obshchestve* [Usual legal regulation of class relations in traditional Balkarian society]. In: *Vestnik Instituta gumanitarnykh issledovaniy Pravitel'stva Kabardino-Balkarskoy Respubliki i Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk.* 2015. No. 3(26). Pp. 35–42. (In Russian)
6. Babich I.L. *Sootnoshenie obychnogo prava i shariata v pravovoy istorii kabardintsev i balkartsev* [Ratio of customary law and sharia in the legal history of Kabardians and Balkarians]. In: *Chelovek i obshchestvo na Kavkaze: problemy pravovogo bytiya: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii.* Stavropol': Stavropol'skiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2002. Pp. 86–95. (In Russian)
7. Bitova E.G. *Sotsial'naya istoriya Balkarii XX v.* [The social history of Balkaria of the XIX century.]. Nal'chik: El'brus, 1997. 173 p. (In Russian)
8. *Veka sovместной истории: народы Kabardino-Balkarii v rossiyskom tsivilizatsionnom protsesse (1557–1917 gg.)* [Centuries of joint history: the peoples of Kabardino-Balkaria in the Russian civilizational process (1557–1917)]. Nal'chik: Izdatel'skiy otdel IGI KBNTs RAN, 2017. 544 p. (In Russian)
9. Doklaev N.S. *Zakreplenie normami obychnogo prava soslovnoy struktury karachaevtsev i balkartsev v XVIII – pervoy polovine XIX vekov* [Consolidation by customary law of the estate structure of Karachai and Balkars in the XVIII – first half of the XIX centuries]. In: *Evraziyskiy yuridicheskiy zhurnal.* 2012. No. 8(51). Pp. 66–67. (In Russian)
10. *Istoriya Severnogo Kavkaza: uchebnoe posobie* [History of the North Caucasus: a textbook]. Rostov-na-Donu: Yuzhnyy federal'nyy universitet, 2017. 282 p. (In Russian)
11. *Istoriya mnogovekovogo sodruzhestva: k 450-letiyu soyuza i edineniya narodov Kabardino-Balkarii s Rossiey* [The history of the centuries-old commonwealth: to the 450th anniversary of the union and unity of the peoples of Kabardino-Balkaria with Russia]. Nal'chik: izd. M. i V. Kotlyarovykh, 2007. 720 p. (In Russian)
12. *Karachaevtsy. Balkartsy* [Karachais. Balkars]. Ser.: *Narody i kul'tury* / otv. redaktory: M.D. Karaketov, Kh.-M.A. Sabanchiev. Moscow: Nauka, 2014. 814 p. (In Russian)

13. *Rossiya i narody Severnogo Kavkaza v XVI – seredine XIX veka: sotsiokul'turnaya distantiya i dvizhenie k gosudarstvenno-politicheskomu edinstvu* [Russia and the peoples of the North Caucasus in the XVI – mid-XIX centuries: sociocultural distance and movement towards state-political unity]. Nal'chik: Izdatel'skiy otdel IGI KBNTs RAN, 2018. 268 p. (In Russian)

14. UTsGA AS KBR. F. I-2 «*Upravlenie Kabardinskogo okruga*» [Kabardian District Administration]. Op. 1. Ed. khr. 746. T. 1. (In Russian)

15. Yakhtanigov Z.A. *Osnovnye protivorechiya v istochnikakh obychnogo prava balkartsev* [Main contradictions in sources of customary law of Balkars]. In: Severo-Kavkazskiy yuridicheskiy vestnik. 2009. No. 3. Pp. 46–49. (In Russian)

Информация об авторе

Байчекуева Азинат Жамаловна, аспирант, Научно-образовательный центр Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2;

baychekueva88@mail.ru

Information about the author

Baichekueva Azinat Zhamalovna, postgraduate student, Scientific and Educational Center of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street;

baychekueva88@mail.ru

УДК 811.512.142

DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-133-141

EDN: XDfMKU

Научная статья

Отражение религиозной лексики в топонимии Приэльбрусья

Л. М. Кабардокова

Институт гуманитарных исследований –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360000, Россия, г. Нальчик, ул. Пушкина, 18

Аннотация. Статья посвящена полиаспектному исследованию балкаро-карачаевских физико-географических наименований, образованных от историко-культурных (религиозных апеллятивов). Анализу подвергаются лексико-семантические особенности субстантивных компонентов изафетного типа, сочетающихся с инвентарными единицами морфологии в виде словообразовательных и словоизменительных аффиксов. В статье на основе изучения религиозных конструкций отмечается, что апеллятивные единицы участвуют в организации лексико-семантической структуры топонимических наименований «вторичной репрезентации». Изучены вопросы, связанные с функционированием религиозных географических названий, – перенос их на различные физико-географические объекты. Структурно-семантический анализ топонимов свидетельствует о том, что с точки зрения языка-источника производящими основами могут быть представлены как исконные караево-балкарские религиозные слова, так и заимствованные, отражающие языческие, христианские и мусульманские верования, связанные с определенным историческим периодом времени.

Ключевые слова: религионим, топоним, топонимический элемент, апеллятив, геоморфологические особенности, микротопонимы

Поступила 02.10.2023, одобрена после рецензирования 03.10.2023, принята к публикации 09.10.2023

Для цитирования. Кабардокова Л. М. Отражение религиозной лексики в топонимии Приэльбрусья // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 133–141. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-133-141

Original article

Reflection of religious vocabulary in toponymy of Elbrus region

L.M. Kabardokova

Institute of Humanitarian Researches –
branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360000, Russia, Nalchik, 18 Pushkin street

Abstract. The article is devoted to a multi-aspect study of Balkarian-Karachai physical and geographical names formed from historical and cultural (religious appellatives). Lexico-semantic features of the substantive components of the isaphete type, combined with inventory units of morphology in the form of word-forming and inflectional affixes, are analyzed. Based on the study of religious constructions, the article notes that appellative units participate in the organization of the lexical and semantic structure of toponymic names of "secondary representation". The issues related to the functioning of religious

geographical names – their transfer to various physical and geographical objects are studied. The structural and semantic analysis of toponyms indicates that from the point of view of the source language, the generating bases can be represented as native Karachay-Balkar religious words and borrowed ones reflecting pagan, Christian and Muslim beliefs associated with a certain historical period of time.

Keywords: religious name, toponym, toponymic element, appellative, geomorphological features, microtoponyms

Submitted 02.10.2023,

approved after reviewing 03.10.2023,

accepted for publication 09.10.2023

For citation. Kabardokova L.M. Reflection of religious vocabulary in toponymy of Elbrus region. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 5(115). Pp. 133–141. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-133-141

ВВЕДЕНИЕ

Одним из актуальных и неразработанных вопросов карачаево-балкарского языкознания в частности и современной тюркологии в целом является изучение топонимических названий, в составе которых употребляются как в препозиции, так и постпозиции историко-культурные апеллятивы, своеобразно раскрывающие различные стороны физико-географических объектов. Анализ картографических источников и справочных материалов по религиозной топонимии языческого, христианского и мусульманского периодов, несомненно, должен способствовать выяснению немаловажных аспектов формирования терминологической лексики карачаево-балкарского языка.

В ономастическом пространстве балкаро-карачаевские религиозные топонимы, выявляющие относительную консервативность, неразрывно связаны с названиями других классов. При этом между ними отмечается постоянный обмен производящими апеллятивами.

Религиозные топонимы, самостоятельно функционирующие в карачаево-балкарском и других тюркских языках, выходят в некоторых случаях за пределы своего первоначального назначения и употребляются в номенклатуре других отраслей знания. Так на основе этой топонимии образуется геологическая номенклатура, характеризующая геоморфологические особенности ландшафтов, горизонтов, месторождений.

Несмотря на то, что топонимия Балкарии и Карачая изолирована от топонимии других тюркоязычных регионов, она связана с ними множеством нитей, как лексических, так и типологических. Отличие общетюркских религиозных топонимов заключается в том, что интегрирующими оказываются и двусоставные номенклатурные единицы в целом, и их топонимические элементы, то есть, по словам А. В. Суперанской, «...на данной территории целиком повторяются топонимы других регионов...», топонимы данной территории строятся по тем же моделям, что и топонимы других территорий, при хронологическом несовпадении их образования» [1, с. 7].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Исследования, посвященные отражению религиозной лексики в топонимике карачаево-балкарского языка, активизировавшиеся в последние десятилетия, ведутся силами разных наук – фольклористики, этнологии и лингвистической географии. Инвариантность такого языка, соединяющего в себе множество форм, использует собственный материал и методы анализа.

В данной статье рассматриваются балкаро-карачаевские топонимические названия, в компонентном составе которых употребляются религиозные термины, взятые из языка

охотничьего календаря, языка христианской и мусульманской религии, создающие традиционную народную картину мира. В результате лексико-семантического анализа выявляются особенности функционирования физико-географических названий религиозной направленности, отмечается наполнение смыслового содержания указанного разряда лексики в определенных образах. Территории Балкарии и Карачая являются в этнолингвистическом плане наиболее интересными регионами России, богатыми физико-географическими названиями. На современном этапе развития топонимики как лингвистической дисциплины «ощущается необходимость в теоретической обработке накопленного объема фактической информации» [2, с. 32–46].

В образовании лексико-семантической структуры топонимических названий различной сложности участвуют в качестве апеллятивных основ многие разряды нарицательных единиц, в том числе и религиозные, своеобразно раскрывающие со всех сторон отличительные особенности терминологических компонентов. Для моделирования ономазиологической структуры, в которой рассматриваются принципы и закономерности обозначения предметов и выражения понятий с помощью лексических и лексико-фразеологических средств языка, необходимо определить компонентный состав производной лексической единицы и особенности перехода апеллятивных слов в терминологические. При топонимической номинации того или иного физико-географического объекта следует подвести то или иное название под определенную рубрику топографической классификации.

Известно, что язык и фольклор неразрывно связаны с историей и бытом носителей того или иного языка. Они могут «хранить обряды и обычаи, следы весьма древних социальных культур и служить тем ценным историческим источником, доносящим до нас информацию первостепенной важности» [3, с. 44].

При вторичной интерпретации географического названия и при выборе его отличительного признака особую важность приобретают различные факторы, в числе которых следует обратить внимание и на сакральный. Другими словами, в процессе создания ономазиологической структуры топонима следует учитывать различные виды деятельности человека. При изучении процесса формирования лексико-семантической структуры топонимических единиц применительно к структуре топонима и области ономазиологического компонента географического наименования наличие признака номинации определяется как мотивированные особенности в виде дифференциаторов.

Религиозные топонимические названия являются сложными наименованиями, состоящими из двух и более компонентов. Мотивация названия и механизм формирования религиозных топонимов предполагают наличие *'религиозного'* компонента, употребляемого постпозиционно в составе того или иного топонима. При образовании топонимов возможно употребление сакрального компонента с различными препозиционными словами, выступающими в значении некоторых самостоятельных частей речи. Религиозные термины в самостоятельном употреблении и в компонентном в составе отдельных разрядов лексики неоднократно становились объектом анализа в карачаево-балкарском языке в виде описательных обзоров. Однако вопрос их функционирования в составе топонимических конструкций выдвигается впервые и становится предметом специального исследования, подверженным семантическому подходу. Особенностью исследования религиозных терминов на морфологическом и лексическом уровнях является то, что здесь поддерживаются лексико-семантические, лексико-грамматические и словообразовательные связи с другими разрядами слов.

Каждый религиозный топоним, как правило, отражает какие-то особенности определенных реалий и относится к определенному историческому периоду времени, выражая семантическую обусловленность, мотивированность.

У кочевых и оседлых народов религиозный уклад, так же, как и хозяйственный, тесно связан с географической средой. Религиозные особенности народной картины мира – сфера мусульманской религии, отраженная в мусульманских образах с ландшафтным разнообразием повторяемостью выражается в географических названиях, в большинстве случаев имея связь с признаком топонимического объекта. Если река получила имя *Абай къацы* (местн. в бас. р. Чайнашки, лев. прит. р. Ч-Балк. у села О. Малк.; *Абай* – и. собств.; *къац (къач)* ‘идол’, ‘крест’ [4, с. 68]), то можно с уверенностью сказать, что топонимический термин связан «не только с христианской религией, но и с языческими представлениями, однако ее христианская «маркированность» для носителей русского языка психологически первична» [5, с. 78].

Лексико-семантическая характеристика топонимов данного разряда основ заключается в том, что прежде всего нужно исследовать религиозные апеллятивы в составе терминологических конструкций. Именно они составляют содержательную структуру топонимов.

Слово *къац (къач)* отмечается в карачаево-балкарском литературном языке, а также в карачаево-балкарских диалектах, что отражено в словарях различного типа. Основным путем проникновения религиозных апеллятивов в нормативный язык является их употребление в составе специальной географической литературы, где широко используются местные термины. Исходное мотивационное значение религиозного компонента топонима *Абай къацы* выявляется без мотивационного контекста, семантической микросистемы. Семантика «божьих» микропонимов разнообразна и пестра, то есть это такие наименования, которые обозначают культовые места, являющиеся языческими, христианскими, мусульманскими. Ср. мотивировку названия *Намазлыкъ-таш* в Чегемском ущелье – название камня, напоминающего форму молитвенного коврика, шкуры, на которой совершают намаз, камня с углублениями, следами ног и пальцев на камне.

Камень *Намазлыкъ-таш* воспринимается носителями карачаево-балкарского языка как объект, имеющий сверхъестественные свойства, и получает двухкомпонентное название, образованное от апеллятивных основ *намазлыкъ* ‘молитвенный’ и *таш* ‘камень’. Данный физико-географический реликт является предметом безусловного признания, поклонения. Отражение в названии топонимического комплекса и топонимических преданий народных представлений о мусульманской религии свидетельствует о былом существовании на этом месте религиозного святилища. Топоним *Намазлыкъ-таш*, образованный от апеллятива *намазлыкъ* ‘молитвенный’, может быть связан с культовым местом и имеет мотивировку «сдвоенного наименования», являющегося неофициальным названием. Топонимы, связанные с религиозными представлениями, актуализируют представления о «божественном происхождении» волшебного камня, имеющего форму молитвенного коврика. Лексема *намазлыкъ* по своей лексико-семантической структуре, экспрессивным оттенкам не имеет другого, тождественного варианта. Можно обратить внимание на факт своеобразного семантического выравнивания лексем на уровне апеллятивных основ *намазлыкъ* ‘молитвенный коврик’ и *намазлыкъ-таш* ‘молитвенный камень’ на базе экспрессивных оттенков. Помимо позитивной экспрессивной коннотации, обусловленной наличием религиозного компонента в составе конструкции, подчеркивается, кроме того, употребление слова *таш* ‘камень’, предполагающего денотативную оценку свойств физико-географического объекта. Название *Намазлыкъ-таш* можно рассматривать как комплексно мотивированный.

винованное, сочетающее позитивные коннотации, заключенные в составляющих компонентах конструкции. Религиозные топонимы, отмеченные выше, могут заключать в себе «модернизированное» значение, обозначая нейтральные, никому не принадлежащие, «ничейные» участки физико-географических объектов.

Религиозные топонимы в карачаево-балкарском языке выявляют широкий семантический спектр – от обозначений языческих культовых объектов до интерпретации мусульманских номенклатурных единиц, например, *Абсаты*, местн. в уроч. Тууз-Сырт в Чегемском ущелье. Здесь находилось каменное изображение (на плите) божества охоты *Абсаты (Апсаты)* [4, с. 70], *Апсаты*, по М. Ч. Джуртубаеву (1991) – «отец добычи, отец промысловых животных», «бог охоты и диких животных», «покровитель зверей» [4, с. 99], *Абсолту*, местн. в селе В. Чегем [4, с. 70]. Дж. Н. Коков и С. О. Шахмурзаев считают, что название *Абсолту* происходит от слова *Апсаты* – это участок в с. Верхний Чегем из первоначального *Апсаты* – бог диких животных (в мифологии) [6, с. 23]. В этих названиях отражаются разнообразные и весьма интересные данные, относящиеся к периоду языка охотничьего календаря. В них передается интерпретация древних верований балкарского народа, многие названия содержат информацию, связанную с общением человека с природой. В религиозных топонимических наименованиях сохраняются следы проникновения человека в окружающую его физико-географическую среду. В этих названиях употребляются религиозные апеллятивы, которые в настоящее время стали редкими или вовсе утратились. От мифологических апеллятивов, имеющих отношение к языку охотничьего календаря, веет глубокой древностью, гипотезой «субстратного происхождения» слова *намазлыкъ*, если не считать, что аффикс наличия *-лыкъ* является общетюркской инвентарной единицей. Можно привести целую группу слов, в основе которых лежит термин *намаз*, раскрывающий особенности материальной и духовной культуры балкарцев. В этом отношении заслуживают внимания в Балкарии следующие топонимы, связанные с *Апсаты*: *Апсаты-таши* ‘камень *Апсаты*’, местн. в начале Дуутского ущелья; *Апсаты* – теоним; *таш* ‘камень’, здесь ‘святилище’; *Апсаты-Къая* ‘скала *Апсаты*’; *Апсаты-Кёл* ‘озеро *Апсаты*’; *Апсаты-Джеру* ‘место *Апсаты*’; *Апсаты-Терек* ‘дерево *Апсаты*’; *Апсаты-Юйю* ‘дом *Апсаты*’ и *Апсаты-Джолу* ‘дорога *Апсаты*’. Термин *Апсаты* может восходить к древнетюркской эпохе, свидетельством чего является то, что подобный образ и мифы, связанные с этими понятиями, рассматриваются у киргизов, казахов, алтайцев (миф о Коджа-джаше и белой оленихе, матери-оленихе и т.д.). Само слово *Абсаты* можно анализировать с точки зрения тюркской этимологии: тюрк. *аб* (*ав*, *ау*) ‘охота’ + *саты* (*санты*) ‘святой’ [4, с. 99–100].

Целый ряд топонимических названий религиозного происхождения встречается на территории Карачая: например, *Апсаты-клиса*, местн. в урочище *Къылиан-аягъы* в Карт-Джурте; *Апсаты* – и. собств.; *клиса* ‘церковь’; *Апсатыны-къачлары*, местн. над поселком, пригородом гор. Карачаевска в квартале Бойня; *Апсаты* – теоним; *къачлары* ‘кресты’ [4, с. 100].

Подавляющее большинство религиозных наименований местностей, нашедших отражение в различных топонимических материалах, мотивируются исконно балкаро-карачаевскими физико-географическими, этнокультурными и историко-культурными апеллятивами и раскрываются средствами карачаево-балкарского языка (определенное число из общего количества).

Исследование результатов балкаро-карачаевской религиозной топонимии с точки зрения исторической тюркологии, карачаево-балкарского языкознания и тюркской диалек-

тологии свидетельствует о том, что названия, вошедшие в широкое употребление, выступают как в самостоятельной форме, так и адаптированной применительно к субстратным источникам.

В балкаро-карачаевской системе собственных географических названий с религиозными компонентами отмечаются и иноязычные наименования, указывающие на имевшиеся в прошлом непосредственные связи с другими племенами и народами. Из названий нетюркского происхождения наибольшую группу составляют арабо-персидские апеллятивные компоненты, перешедшие в номенклатурные единицы. Это такие названия, как **Харам-дунпур**: 1) уроч. в окр. пос. Ак-Кала; 2) холм на прав. бер. р. Кубань [4, с. 381]; **харам** 1) 'проклятый'; 2) 'запрещенный, запретный', 'недозволенный религией'; 3) 'поганый, скверный, отвратительный'; 4) перен. 'своекорыстный, недоброжелательный, хитрый, вредный, злонамеренный'; 5) 'приобретенный нечестным путем', 'недобрый, нечестный' [7, с. 790–791]; **дунпур** 'холм', 'бугор', 'курган' [8, с. 692]; **Харам-кёл**, озеро на сев. склонах хр. Мусса-Ачитара в бас. р. Ганачхир [4, с. 381]; **кёл**: 1) 'озеро'; 2) 'пруд' [9, с. 270]; **Харам-кьулакь**, балка: 1) на лев. бер. р. Эльтаркач; 2) на прав. бер. р. Дуут [4, с. 381]; **кьулакь** 'балка', 'ложбина', 'овраг' [9, с. 692]; **Харам-тала**, поляна на прав. бер. р. Дуут к югу от селища Дуут [4, с. 381]; **тала** 'поляна' [7, с. 333]; **Харам-тёбе**: 1) местн. в бас. р. Мара недалеко от аула О. Мара; 2) холм в бас. р. Джёгетей; **тёбе** 'холм', 'бугор, пригорок', 'надмогильный холмик', 'курган', 'муравейник' [7, с. 790–791]; **Намазлыкь**, уроч. к сев.-вост. от аула **Хумара**; **намазлыкь** 'коврик, на котором совершают молебен мусульмане' [4, с. 292].

Балкаро-карачаевские религиозные топонимы сохраняют с точки зрения апеллятивных компонентов не только собственные устаревшие формы, но и арабо-персидские заимствования, имеющие прозрачную семантику и легко переводимые на карачаево-балкарский язык.

С точки зрения повторяемости выделяются антропоним **Ансаты** и историко-культурные апеллятивы **харам** и **намазлыкь**. Отличительной особенностью балкаро-карачаевской религиозной топонимии, существенно отличающей ее от многих других систем, является то, что в отдельных случаях встречаются и глагольные названия, например, микротопоним **Намаз кьылгъан дорбун** 'место, где совершается намаз'. Семантическую структуру составляет обозначение значительного, исключительного события. Глагол в топонимии большей частью употребляется в форме причастий на **-гъан/-ген**. Особенно noteworthy наименований подобного рода является эфемерность глагольных единиц. Очевидными причинами непродуктивности и недолговечности названий-предложений являются их громоздкость и отсутствие языковой экономии. О таких названиях В. А. Никонов говорит, что они «не живут долго и в бесчисленном множестве исчезают, если из них не успевают выкристаллизоваться собственно название, уже отвечающее требованиям, которые выработались в языке для этого разряда слов» [10, с. 19].

Пласт глагольных названий в балкаро-карачаевской топонимии с религиозными компонентами, по данным картографических и справочных источников, встречающихся на местности, подтверждает мнение Э. М. Мурзаева о том, что «географические названия полного предложения – категория микротопонимическая» [11, с. 226]. Многие балкаро-карачаевские микротопонимы еще не отстоялись, имея зачаточные особенности. Выявляя определенные научные данные, эти номенклатурные единицы свидетельствуют о попытке носителей карачаево-балкарского языка мотивированно интерпретировать заимствованные географические наименования.

Рассматривая религиозные пласты терминологической лексики карачаево-балкарского языка языческого периода, М. З. Улаков и Л. Х. Махиева отмечают, что культу бога-покровителя охоты и диких животных Апсаты – одному из наиболее почитаемых мифологических образов – придавалось большое значение. Строго запрещалось его имя и тех зверей, на которых собирались охотиться [12, с. 99–105]. Среди географических наименований, восходящих к историко-культурным апеллятивам в балкаро-карачаевской топонимии, образованных первоначально как культ природных стихий, встречается микротопоним *Азан сырты*, местность близ хутора Тамакла. *Азан* – призыв к молитве, сырт ‘хребет’, большей частью употребляется в значении ‘горный хребет’.

Э. М. Мурзаев пишет, что «на первобытные анимистические верования наложились исламские религиозные догмы (ислам распространился на значительные области тюркоязычного ареала). Все это нашло отражение в топонимии» [13, с. 159].

Многочисленные топонимические материалы свидетельствуют о том, что во всех территориях тюркоязычного ареала, куда проник ислам, мусульманские (арабские и персидские) названия и термины имели широкое употребление. Появились топонимы *Ак-Мечит* ‘белая мечеть’ в Киргизии, также *Ак-Мечеть* – в прошлом назывался г. Симферополь, *Ташт-и-Сулейман* ‘трон пророка Соломона’ в Ошской обл., святая могила *Дамлимазар* в Марьинской обл. Слово *мазар* ‘могила, кладбище, гробница’ отмечается в топонимии и других республик: р. *Мазарчай* в Азербайджане, *Мазар* в Самаркандской обл., *Мазартаги* в Ферганской обл. В русских диалектах Поволжья появилось слово *мазарки* ‘мусульманское кладбище’. Географических названий с *мазар* встречается множество в Средней Азии, Казахстане, Поволжье и Украине [13, с. 165].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Религиозная лексика занимает значительное место не только в словарном составе карачаево-балкарского языка, но и как разновидность народного творчества, как форма передачи опыта предыдущих поколений носителей языка, остается основой, фундаментом топонимических образований. В словарном составе карачаево-балкарского языка употребляются арабо-персидские заимствования, выступающие как апеллятивные компоненты географических названий. Группа исконно балкаро-карачаевских топонимов с религиозной семантикой крайне малочисленна, они охватывают в основном языческие термины охотничьего календаря.

Проведенное исследование свидетельствует о том, что топонимические названия с религиозной семантикой в карачаево-балкарском языке отличаются множеством номинаций и широким спектром функционирования.

Наряду с религиозными лексемами, утратившими в составе физико-географических наименований первоначальное значение, встречаются и другие лексемы, выявляющие устойчивые выражения с компонентом-религионимом. Семантическая характеристика наиболее употребительных топонимов свидетельствует о том, что географические апеллятивы играют основную роль в формировании религиозных наименований, обладая большой информационной ценностью. Принцип семантической мотивированности является одним из условий успешного семантического анализа, топонимической номинации. Некоторые апеллятивы из языка охотничьего календаря, имеющие определенные смысловые сдвиги в составе религиозных конструкций, употребляются в диалектных и региональных формах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суперанская А. В. Ономастический континуум // Тюркская ономастика. Алма-Ата: Наука, 1984. 248 с.
2. Березович Е. Л. Русская ономастика на современном этапе: критические заметки // Известия РАН. Серия литературы и языка. 2001. Т. 60. № 6. С. 32–46.
3. Дзуганова Р. Х. Топонимические термины в адыгском нартском эпосе // Вестник КБИГИ. 2019. № 1(40). С. 44–51.
4. Хапаев С. А. Географические названия Карачая и Балкарии. Москва: Эльбрусид, 2013. 576 с.
5. Березович Е. Л. Библейская лексика в топонимии Русского Севера // Известия Уральского государственного университета, 1997. № 5. С. 77–87.
6. Коков Дж. Н., Шахмурзаев С. О. Балкарский топонимический словарь. Нальчик: Эльбрус, 1970. 170 с.
7. Толковый словарь карачаево-балкарского языка. В трех томах. Т. III. С – Я. Нальчик: Эль-Фа, 2005. 1157 с.
8. Толковый словарь карачаево-балкарского языка. В трех томах. Т. I. А-Ж. Нальчик: Эль-Фа, 1996. 1016 с.
9. Толковый словарь карачаево-балкарского языка. В трех томах. Т. II. З – Р. Нальчик: Эль-Фа, 2002. 1168 с.
10. Никонов В. А. Введение в топонимику. Москва: Наука, 1965. 181 с.
11. Мурзаев Э. М. Г. Ярринг. Несколько заметок о тюркских местных названиях Центральной Азии // Народы Азии и Африки, 1963. № 1.
12. Улаков М. З., Махиева Л. Х. Некоторые вопросы религиозной терминологии (на материале современного карачаево-балкарского языка) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2019. № 3(89). С. 99–105.
13. Мурзаев Э. М. Тюркские географические названия. Москва: Восточная литература, 1996. 254 с.

REFERENCES

1. Superanskaya A.V. *Onomasticheskiy kontinuum* [Onomastic continuum]. Tyurkskaya onomastika. Alma-Ata: Nauka, 1984. 248 p. (In Russian)
2. Berezovich E.L. Russian onomastics at the present stage: critical notes. *Izvestiya RAN. SLYA*. 2001. Vol. 60. No. 6. Pp. 32–46. (In Russian)
3. Dzuganova R.Kh. Toponymic terms in the Adyghe Nart epos. *Vestnik KBIGI* [Bulletin of the KBIGI]. No. 1(40). 2019. Pp. 44–51. (In Russian)
4. Khapaev S.A. *Geograficheskiye nazvaniya Karachaya i Balkarii* [Geographical names of Karachay and Balkaria]. Moscow: Elbrusoid, 2013. 576 p. (In Russian)
5. Berezovich E.L. Biblical vocabulary in the toponymy of the Russian North. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta*. 1997. No. 5. Pp. 77–87. (In Russian)
6. Kokov G.N., Shakhmurzaev S.O. *Balkarskiy toponimicheskiy slovar'* [Balkar toponymic dictionary]. Nal'chik: El'brus, 1970. 170 p. (In Russian)
7. *Tolkovyy slovar' karachayevo-balkarskogo yazyka* [Explanatory dictionary of the Karachay-Balkar language. In three volumes]. Vol. III. Nal'chik: El'-Fa, 2005. 1157 p. (In Russian)
8. *Tolkovyy slovar' karachayevo-balkarskogo yazyka* [Explanatory dictionary of the Karachay-Balkar language. In three volumes]. Vol. I. Nal'chik: El'-Fa, 1996. 1016 p. (In Russian)

9. *Tolkovyy slovar' karachayevo-balkarskogo yazyka* [Explanatory dictionary of the Karachay-Balkar language. In three volumes]. Vol. II. Nal'chik: El'-Fa, 2002. 1168 p. (In Russian)
10. Nikonov V.A. *Vvedeniye v toponimiku* [Introduction to toponymy]. Moscow: Nauka, 1965. 181 p. (In Russian)
11. Murzaev E.M. G. Yarring. A few notes on the Turkic local names of Central Asia. *Narody Azii i Afriki* [Peoples of Asia and Africa]. 1963. No. 1. (In Russian)
12. Ulakov M.Z., Makhieva L.H. Some questions of religious terminology (based on the material of modern Karachay-Balkar language). *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 3(89). 2019. Pp. 99–105. (In Russian)
13. Murzaev E.M. *Tyurkskiye geograficheskiye nazvaniya* [Turkic geographical names]. Moscow: Vostochnaya literatura, 1996. 254 p. (In Russian)

Информация об авторе

Кабардокова Лейла Магомедовна, старший лаборант, Институт гуманитарных исследований – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;
360000, Россия, Нальчик, ул. Пушкина, 18;
Kabardokova1988@bk.ru

Information about the author

Kabardokova Leilya Magomedovna, senior laboratory assistant, Institute of Humanitarian Researches – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;
360000, Russia, Nalchik, 18 Pushkin street;
Kabardokova1988@bk.ru

УДК 811

DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-142-149

EDN: XOQXZS

Научная статья

О создании академической грамматики современного карачаево-балкарского языка

Б. А. Мусуков, Л. Х. Махиева

Институт гуманитарных исследований –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360000, Россия, г. Нальчик, ул. Пушкина, 18

Аннотация. Статья посвящена исследованию актуальных проблем, связанных с созданием новой «Граматики современного карачаево-балкарского языка» на родном языке. В ней рассматриваются интегрирующие особенности карачаево-балкарского языка и его общенародной основы, представляющей совокупность живых диалектов и говоров, участвующих в формировании и развитии литературного языка и литературно-стилистических норм. В работе анализируются три основных аспекта фонетики, характерные особенности системы гласных и согласных, различные фонетические явления. По разделу «Морфология» подробно анализируются основные теоретические вопросы морфологии карачаево-балкарского языка, связанные с классификацией знаменательных и служебных частей речи.

Ключевые слова: литературный язык, система гласных, система согласных, части речи, морфология, фонетика, словообразование

Поступила 05.09.2023, одобрена после рецензирования 07.09.2023, принята к публикации 02.10.2023

Для цитирования. Мусуков Б. А., Махиева Л. Х. О создании академической грамматики современного карачаево-балкарского языка // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 142–149. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-142-149

Original article

On the creation of an academic grammar of the modern Karachay-Balkar language

B.A. Musukov, L.Kh. Makhieva

Institute of Humanitarian Researches –
branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360000, Russia, Nalchik, 18 Pushkin street

Abstract. The article is devoted to the study of topical issues related to the creation of a new grammar of the modern Karachay-Balkarian language in the native language. It examines the integrating features of the Karachay-Balkar language and its national basis, which is a set of living dialects and dialects involved in the formation and development of the literary language and literary and stylistic norms. The paper analyzes three main aspects of phonetics, the characteristic features of the system of vowels and consonants, and various phonetic phenomena. The section "Morphology" analyzes the main theoretical issues of the morphology of the Karachay-Balkarian language in details, related to the classification of significant and auxiliary parts of speech.

Keywords: literary language, vowel system, consonant system, parts of speech, morphology, phonetics, word formation

Submitted 05.09.2023,

approved after reviewing 07.09.2023,

accepted for publication 02.10.2023

For citation. Musukov B.A., Makhieva L.Kh. On the creation of an academic grammar of the modern Karachay-Balkar language. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2023. No. 5(115). Pp. 142–149. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-5-115-142-149

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время сопоставительное исследование единиц разных уровней карачаево-балкарского языка становится особенно актуальным и необходимым, так как научные поиски, связанные с методом типологического сопоставления, дают наиболее значимые в научно-теоретическом и продуктивные в прикладном отношении результаты.

Коллективная «Грамматика карачаево-балкарского языка» на родном языке предназначена в качестве учебного пособия для научных сотрудников научно-исследовательских институтов, аспирантов, студентов карачаево-балкарских филологических кафедр средних и высших учебных заведений.

В работе дается сопоставительный анализ данных карачаево-балкарского языка с данными некоторых тюркских языков, относящихся к западно-кыпчакской группе кыпчакских языков.

Анализируемые в работе источники могут дать представление о карачаево-балкарском языке, что убедительно доказывается в материалах различных разделов. Рассматривается морфологическая структура карачаево-балкарских письменных источников и фольклорных материалов, близких к народно-разговорному языку, и детально исследуются все категории частей речи в плане словообразования, словоизменения и формообразования.

В статье вкратце характеризуется степень изученности морфологической структуры карачаево-балкарского языка, тщательно описываются корневые и производные формы морфологической структуры карачаево-балкарских слов. На основе анализа письменных источников карачаево-балкарского языка авторы классифицируют в формально-функциональном отношении грамматические категории, относящиеся к разным частям речи.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В разное время в развитии тюркологической науки большое значение имели академические грамматики, обеспечивавшие целостное представление о грамматическом и синтаксическом строе изучаемого языка. В современном карачаево-балкарском языке, несомненно, как и в других тюркских языках, с их появлением начался процесс нормализации литературных норм. Одновременно с их разработкой началось изучение фонетики, морфологии и синтаксиса. «Грамматика карачаево-балкарского языка» (1966), написанная коллективом авторов под руководством Н. А. Баскакова на карачаево-балкарском языке, явилась первым опытом научных исследований [1]. В дальнейшем сотрудниками сектора карачаево-балкарского языка Кабардино-Балкарского научно-исследовательского института (ныне ИГИ КБНЦ РАН) с привлечением ведущих специалистов из Института языкознания АН СССР (Т. А. Бертагаева, К. М. Мусаева) и др., Азербайджанского госуниверситета (М. Ш. Ширалиева), Карачаево-Черкесского научно-исследовательского института (Х. И. Суюнчева), Карачаево-Черкесского пединститута (И. Х. Урусбиева) в 1976 году была издана на русском языке «Грамматика карачаево-балкарского языка», разработанная коллективом авторов под общей редакцией профессора Н. А. Баскакова [2].

В семидесятые, восьмидесятые годы данная «Грамматика» представляла собой первый опыт относительно полного изложения основных разделов карачаево-балкарского языка, которые были разработаны с учетом достижений современной лингвистической науки того периода.

Со времени издания первой «Грамматики карачаево-балкарского языка» прошло более пятидесяти лет, и совершенно естественно, что она стала библиографической редкостью. За это время карачаево-балкарское языкознание обогатилось многими исследованиями академического уровня, такими как «Современный карачаево-балкарский язык» в двух частях (2016, 2018 гг.), отдельными монографиями, учебниками, учебными пособиями, словарями различного типа, множеством статей на актуальные темы современного карачаево-балкарского языка. Все это свидетельствует о том, что давно назрела необходимость создания новой академической «Грамматики карачаево-балкарского языка» (на родном языке).

Из-за того, что в ранее изданных грамматиках не нашли своего однозначного решения многие теоретические и практические вопросы, отдельные точки зрения исследователей остались нераскрытыми, требуя дополнительной интерпретации. В этих работах прослеживается значительный разнобой в терминологическом описании одних и тех же понятий (терминов), не соответствующих рассматриваемым темам, так как вопросы терминологической лексики в карачаево-балкарском языкознании к тому времени не были исследованы на необходимом научном уровне.

Учитывая все это и глубоко осознавая несоответствие устаревших грамматик современному уровню развития лингвистики и новым реалиям тюркологии и карачаево-балкарского языкознания, в настоящее время коллектив сотрудников сектора карачаево-балкарского языка Института гуманитарных исследований ИГИ КБНЦ РАН плодотворно занимается разработкой современной академической «Грамматики» на родном языке.

По своей структуре и концепции новая «Грамматика современного карачаево-балкарского языка» принципиально будет отличаться от ранее изданных (в 1966 г. – на карач.-балк. яз. и в 1976 г. – на русск. яз.). В ней будут совмещаться задачи теоретического характера и практического описания материалов современного карачаево-балкарского языка, соответствующих современным разработкам. Выявляя и исправляя недостатки ранее изданных грамматик, отдельные разделы авторы исследуют на родном языке впервые при новом терминологическом сопровождении. Совершенно оправданным является и то, что в написании данной работы авторы опираются на изданные ранее труды ведущих ученых в области истории языка, русистики и тюркского языкознания, на материалы и монографические исследования, научные статьи, посвященные различным грамматическим и синтаксическим вопросам карачаево-балкарского языка и разносистемных языков. Развитие тюркологии последних лет показывает, что некоторые вопросы грамматического строя современного карачаево-балкарского языка не стали предметом специального исследования.

Например, одним из спорных и по-разному в языке трактуемых вопросов следует считать вопрос звукоподражательных слов, которые, как правило, смешиваются с междометиями, в результате чего состав звукоподражательных слов неоправданно расширяется. Учитывая, что в ранее изданных грамматиках имеется ряд неточностей по орфографии и пунктуации, авторы новой академической «Грамматики» будут строго придерживаться свода правил орфографии и пунктуации карачаево-балкарского языка, изданного в 1991 году [3].

Перечисленные проблемы предопределяют изучение различных спорных вопросов в карачаево-балкарском языке, чем и обусловлена актуальность данного исследования.

Перед коллективом авторов ставятся новые задачи, связанные с полным описанием современного состояния грамматического строя современного карачаево-балкарского языка в соответствии с нормативными рекомендациями.

«Грамматика» 1966 г. сыграла большую роль в изучении карачаево-балкарского языка. В новой работе в конкретных главах подводятся итоги тому, что было сделано в предыдущие десятилетия в карачаево-балкарской грамматической науке. За этот период были собраны новые, ранее неизвестные материалы, благодаря которым расширились наши знания о языке; грамматическая теория также продвинулась намного вперед, произошли значительные изменения в области языковых норм. Все эти особенности сделали актуальной задачу разработки новой академической грамматики. «Грамматика» 1966 г. ставила в первую очередь теоретические задачи, не претендуя на полноту всестороннего исследования, она была предназначена прежде всего для специалистов. Готовящаяся к разработке «Грамматика» будет описательной и нормативной. Она ставит своей задачей соединение научного описания грамматического строя современного карачаево-балкарского языка с нормативными рекомендациями и оценками.

Теоретические разделы снабжаются новым иллюстративным материалом из художественной литературы, устного народного творчества, а также примерами из словарей разного типа.

Одной из особенностей нового исследования является то, что в нем в соответствии с поставленными задачами используются отсутствовавшая в «Грамматике» 1966 г. унифицированная лингвистическая терминология и материалы изданного переводного «Карачаево-балкарско-русского словаря лингвистических терминов» [4]. Функционирование новой терминологии будет способствовать более углубленному раскрытию многих малоисследованных вопросов изучаемого языка.

«Грамматика» рассчитана на широкое применение как среди специалистов-языковедов по карачаево-балкарскому, тюркским и разносистемным языкам, так и научных работников, преподавателей и студентов вузов, аспирантов, а также заинтересованного круга читателей, которые проявляют интерес к особенностям современного карачаево-балкарского языка.

Убедительным доказательством интенсивного, плодотворного развития карачаево-балкарского языка в последние десятилетия является написание ряда капитальных трудов, посвященных различным проблемам карачаево-балкарского языкознания.

К их числу относится работа над созданием «Грамматики карачаево-балкарского языка» на родном языке, посвященной различным проблемам карачаево-балкарского языкознания. В написании этого труда принимают участие все сотрудники сектора карачаево-балкарского языка ИГИ КБНЦ РАН.

Работа представляет собой первую наиболее полную академическую грамматику карачаево-балкарского языка, будет содержать обширный иллюстративный материал, взятый из произведений балкарской литературы и устного народного творчества.

Она существенно отличается как по теоретическому содержанию, так и примерам от «Грамматики карачаево-балкарского языка» 1966 г. В ней исследуются с точки зрения актуальных теоретических требований интегрирующие особенности карачаево-балкарского языка, например, употребление усилительных конструкций, образованных по модели как частичной редупликации, так и полного повтора, различные структурные типы производных основ в системе залогообразования, выявляющие словообразовательное и словоизменительное значения, вновь сложившиеся произносительные нормы.

Раздел фонетики включает в себя актуальные вопросы описательной фонетики карачаево-балкарского языка. Анализируются три основных аспекта фонетики карачаево-балкарского языка: акустический, анатомио-физиологический и лингвистический. Рассматриваются характерные особенности системы гласных и согласных, различные фонетические явления в карачаево-балкарском слове (закон гармонии гласных: нёбной и губной), а также выявляемые при сочетании компонентов слов, на стыках корневой и аффиксальной морфем и в других позициях: ассимиляция, диссимиляция, озвончение глухих, выпадение звуков, протеза. Изучаются такие категории фонетики, как словесное и фразовое ударение, интонационное оформление слова. Определяя систему карачаево-балкарских гласных и согласных, авторы грамматики исходят не только из фонологических противопоставлений, но и из данных экспериментальной фонетики. Данные экспериментального изучения фонетики карачаево-балкарского языка свидетельствуют о том, что хотя и общепринято считать постоянным местом словесного ударения конец слова, наряду с этим карачаево-балкарское ударение, как и в других тюркских языках, может фактически падать на любой слог.

Основную часть грамматики составляет раздел «Морфология». В нем подробно рассматриваются основополагающие теоретические вопросы морфологии карачаево-балкарского языка: грамматическое учение о слове, учение о структуре слова, формы словоизменения, способы выражения грамматических значений, уделяется внимание соотношению грамматической формы и грамматического значения, проблеме состава слова.

В работе исследуются общие вопросы словообразования, способы формального выражения слов, анализируется двойственная природа залоговых аффиксов в системе внутриглагольного словообразования: словоизменительная и словообразовательная. Уделяется внимание в области словопроизводства вопросу аффиксальной омонимии, когда один и тот же аффикс выступает одновременно как показатель и внутриглагольного словообразования, и отыменной деривации глаголов. В грамматике уделяется внимание вопросу изолированных форм, которые, лексикализуясь, переходят в разряд словообразовательных единиц, анализируются модификации значений, осуществляемые аффиксами пространственных падежей в зависимости от аффиксального сопровождения лексической основы. В ней анализируются вопросы трансформированного повтора, когда парно-повторные конструкции образуются по двум моделям: 1) по модели частичной редупликации, 2) по модели полного повтора.

Исследуя вопросы именного и глагольного словосложения, авторы уделяют внимание одному из сложных вопросов грамматики и лексикологии карачаево-балкарского языкознания и тюркологии – определению границ сложного слова и словосочетания.

В работе авторами будет последовательно дана классификация частей речи с учетом современных достижений тюркской морфологии, будут рассматриваться все выделяемые в карачаево-балкарском языкознании части речи. Положения и выводы сопровождаются иллюстративными материалами, в некоторых случаях при необходимости будет использована этнографическая и историческая лексика.

Анализируя классификацию частей речи, авторы исходят из того, что грамматические категории тюркских языков не совпадают с грамматическими категориями индоевропейских языков. Поэтому схема грамматических категорий одной группы языков не применима к другой. Это положение в современной тюркологии не всегда берется во внимание, из-за чего на грамматические категории тюркских языков во многих академических и учебных грамматиках переносятся названия категорий других, в особенности флективных языков, несмотря на существенные различия.

В грамматике карачаево-балкарского языка также будет рассматриваться вопрос о границах корня, функционировании аффиксов и звукоподражательных слов.

В классификации аффиксов как инвентарных единиц морфологии, как средств формального выражения авторы придерживаются концепции о функционировании трех групп аффиксов (словообразовательных, словоизменительных и формообразовательных), взятой из флективных языков, хотя подобное деление в тюркологии не находит единодушного одобрения.

В общей части грамматики в классификации частей речи будет приниматься во внимание широко распространенный в тюркологии тройной принцип выделения частей речи, учитывающий морфологические, семантические и синтаксические особенности. Однако при конкретном исследовании отдельных частей речи авторы принимают во внимание главным образом семантические признаки их выделения. Например, имя существительное (*терек* 'дерево', *алма* 'яблоко', *кертме* 'груша') интерпретируется как часть речи, выражающая название предметов и понятий. Среди исследователей карачаево-балкарского языка существует единое мнение относительно числа частей речи. В учебниках, грамматиках выделяются десять частей речи. Следует отметить, что в дальнейшей работе над учебниками карачаево-балкарского языка основные принципы выделения частей речи (10 частей речи), разрабатываемые в данной грамматике, должны сыграть положительную научно-теоретическую роль. Заслуживает внимания в главе об именах существительных рассмотрение их лексико-семантических групп.

Семантический критерий отражается и на выделении служебных частей речи, объединенных под общим названием.

В главу «Служебные части речи» войдут послелогии, союзы, частицы, звуко-, образоподражательные слова. В работе будут описаны основные свойства этого разряда слов, составляющих одну из особенностей лексики карачаево-балкарского языка, сохранившей древние структуры.

Рассматриваемый труд свидетельствует не только о возросшем уровне лингвистики в Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесии, но и о степени развития уже устоявшейся карачаево-балкарской лингвистической терминологии.

Данная работа, являющаяся результатом изучения коллективом авторов особенностей карачаево-балкарского языка, начатая сравнительно недавно, будет использоваться в полной мере в сравнительно-исторических и ареальных исследованиях в связи с отсутствием достаточного количества соответствующих материалов.

Грамматика карачаево-балкарского языка – это новый шаг на пути восполнения пробела в исследовании малоизученных вопросов карачаево-балкарского языка.

Системность грамматики заключается в стремлении представить с самого начала языковые единицы в их взаимосвязи – в виде системы общей или частной. Основанием для деления грамматических групп служат лингвистические признаки, куда относятся как формальные признаки, так и содержательные особенности. Системность в карачаево-балкарской грамматике на родном языке предполагает в описании каждого раздела наличие терминологической системы не только по горизонтали (внутри отдельных уровней), но и по вертикали (между отдельными уровнями), то есть это принято называть взаимодействием уровней. Наибольшим выражением взаимодействия можно считать взаимодействие морфологического и синтаксического уровней языка. Если морфологический уровень содержит описание строевых особенностей языка в образовании слов и их изменении с перечислением парадигм, то синтаксический уровень полностью раскрывает значения (функции) тех же падежей и времен, так как они реализуются в составе предложений. В

грамматике карачаево-балкарского языка будет отражаться соотношение между элементами языковой системы на разных уровнях или разных подсистемах языка: фонемы в составе морфем, слово как синтагма в морфологической структуре предложения, как «морфология высшего порядка» [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успешное исследование многих вопросов литературного карачаево-балкарского языка невозможно представить без надежной источниковой базы – широкого круга лингвистически аннотированных и квалифицированно изданных научно-практических текстов по всем стилям и периодам его развития. Данные карачаево-балкарского языка на родном языке до сих пор не используются в полной мере в сравнительно-исторических и ареальных исследованиях в связи с отсутствием достаточного количества соответствующих публикаций. Поэтому данная работа – это новый шаг на пути восполнения пробела в исследовании малоизученных вопросов карачаево-балкарской морфологии. Новая «Грамматика» впервые знакомит широкий круг читателей с грамматическим строем карачаево-балкарского языка, одного из наименее изученных тюркских языков.

Исследование не является повторением изданной ранее на карачаево-балкарском языке грамматики. Это новая, самостоятельная работа, учитывающая особенности предшествующих трудов по карачаево-балкарскому языку, а также научно-теоретические разработки в области грамматики других тюркских языков, изданные в последние годы.

Иллюстративный материал в большинстве случаев извлечен методом сплошной выборки из балкарской и карачаевской художественной литературы и фольклорных текстов.

В данном учебном пособии дается сравнительно-историческое освещение развития аффиксальных морфем, выступающих в роли показателей грамматических категорий карачаево-балкарского языка. Авторы руководствуются комплексом исследовательских приемов, позволяющих рассматривать проблемы грамматики с современной точки зрения с учетом исторических особенностей. Различные аспекты исследования грамматических вопросов позволяют авторам весьма широко и свободно пользоваться сравнительным иллюстративным материалом, извлеченным из различных источников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Къарачай-малкъар тилни грамматикасы. Фонетика. Морфология. Синтаксис. Нальчик: Къабарты-Малкъар китап басма, 1966. 399 б.
2. Грамматика карачаево-балкарского языка. Фонетика. Морфология. Синтаксис. Нальчик: Эльбрус, 1976. 571 с.
3. Ахматов И. Х., Гузеев Ж. М. Малкъар тилни орфография эм пунктуация жорукълары. Нальчик, 1991. 221с.
4. Улаков М. З., Махиева Л. Х. Карачаево-балкарско-русский словарь лингвистических терминов. Нальчик, 2008. 104 с.
5. Бодуэн де Куртене И. А. Отрывки из лекций по фонетике и морфологии // Филол. зап. Воронеж, 1882. Вып. 2–3. С. 33–38.

REFERENCES

1. Karachai-malkar tilni grammaras. Phonetics. Morphology. Syntax. Nalchik: Kabarty-Malkar kitap basma. 1966. 399 p. (In Balk.)

2. *Grammatika karachayevo-balkarskogo yazyka. Fonetika. Morfologiya. Sintaksis* [Grammar of the Karachay-Balkar language. Phonetics. Morphology. Syntax]. Nalchik: El'brus, 1976. 571 p. (In Balk.)
3. Akhmatov I.Kh., Guzeev Zh.M. *Malkar tilni spelling em punctuation zhoruklary*. Nalchik, 1991. 221p. (In Balk.)
4. Ulakov M.Z., Makhieva L.Kh. *Karachayevo-balkarsko-russkiy slovar' lingvisticheskikh terminov* [Karachay-Balkar-Russian Dictionary of Linguistic Terms]. Nalchik, 2008. 104 p. (In Russian)
5. Baudouin de Courtenay I.A. Excerpts from lectures on phonetics and morphology. *Filologicheskiye zapiski* [Philol. App]. Voronezh, 1882. No. 2–3. Pp. 33–38. (In Russian)

Информация об авторах

Мусуков Борис Абдулкеримович, д-р филол. наук, вед. науч. сотр., зав. сектором карачаево-балкарского языка, Институт гуманитарных исследований – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, Нальчик, ул. Пушкина, 18;

bmusukov@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1765-0176>

Махиева Людмила Хамангериевна, канд. филол. наук, вед. науч. сотр. сектора карачаево-балкарского языка, Институт гуманитарных исследований – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. Пушкина, 18;

liudmila.makhiieva@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6186-0395>

Information about the authors

Musukov Boris Abdulkarimovich, Doctor of Philological Sciences, Leading Researcher, Head of the Sector of the Karachay-Balkarian language, Institute of Humanitarian Researches – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 18 Pushkin street;

bmusukov@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1765-0176>

Makhieva Lyudmila Khamangerievna, Candidate of Philological Sciences, Leading Researcher of the Karachay-Balkar Language Sector of Institute of Humanitarian Researches – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 18 Pushkin street;

liudmila.makhiieva@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6186-0395>

Сергею Владимировичу Дохолян – 60 лет



Сергей Владимирович Дохолян – доктор экономических наук (2001), профессор (2004), заслуженный деятель науки Республики Дагестан (2009), заместитель председателя экономического совета при главе Республики Дагестан, главный научный сотрудник Института социально-экономических проблем народонаселения ФНИСЦ РАН.

С. В. Дохолян – известный ученый-экономист, талантливый организатор науки и образования. Научно-исследовательскую деятельность начал после окончания в 1985 году инженерно-экономического факультета Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства, поступив в 1989 году в аспирантуру при Всесоюзном научно-исследовательском и

проектно-конструкторском институте экономики, информации и автоматизированных систем управления рыбного хозяйства (г. Москва), которую окончил в 1992 году, успешно защитив диссертацию.

В 1998 году поступил в докторантуру при Дагестанском государственном университете, которую окончил в 2001 году, успешно защитив диссертацию. Научную деятельность С. В. Дохолян совмещал с работой на предприятиях промышленности Дагестана (1985–2003 гг.), применяя свои теоретические знания на практике.

В период с 2002-го по 2013 год Сергей Владимирович работал ведущим научным сотрудником, заведующим отделом Института социально-экономических исследований ДНЦ РАН, успешно совмещая научную работу с педагогической. С 2009 года он заведовал кафедрой «Экономика и управление в АПК» в Дагестанском государственном аграрном университете им. М. М. Джамбулатова.

Полученный научно-педагогический опыт, профессионализм и организаторский талант ученого снискали заслуженное уважение коллег и сотрудников. В 2013–2018 гг. С. В. Дохолян успешно руководил Институтом социально-экономических исследований ДНЦ РАН.

Его профессиональная деятельность включает также успешную организацию работы и руководство диссертационным советом, в котором защищались молодые ученые со всей страны.

Им создана научная школа, в рамках которой защищено 40 кандидатских и 1 докторская диссертация.

Многогранность научных интересов и профессионализм зарекомендовали С. В. Дохоляна как высококвалифицированного специалиста в различных областях профессиональной деятельности: он был экспертом Российского научного фонда (РНФ), Российского гуманитарного научного фонда (РГНФ), Агентства стратегических инициатив по продвижению новых проектов, является экспертом по вопросам безопасности и геополитики Северного Кавказа Европейского геополитического форума (The European Geopolitical Forum) (г. Брюссель), Центра современной кавказской политики (ЦСКП

«Кавказ»)), член экспертно-аналитического совета при Председателе Правительства Республики Дагестан, член коллегии Министерства торговли, инвестиций и предпринимательства Республики Дагестан.

С. В. Дохолян является главным редактором журнала «Региональные проблемы преобразования экономики», включенного в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий по экономике и социологии, членом Союза журналистов России, членом редакционных советов журналов «Экономика: вчера, сегодня, завтра», «Проблемы развития АПК региона», «Вопросы структуризации экономики», член редакционной коллегии журнала «Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН».

Коллектив КБНЦ РАН, друзья и коллеги поздравляют Сергея Владимировича с юбилеем, от всей души желают ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов в научной и педагогической деятельности!

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 16 000 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 15.02.2023, п. 1163):

группа специальностей 2.3. Информационные технологии и телекоммуникации:

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации (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. Агротехника, 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 окончательный макет направляется на корректуру. Окончательный вариант предоставляется автору на вычитку.

5. Полнотекстовые версии статей, публикуемых в журнале, размещаются в Интернете в свободном доступе на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU, Киберленинка. Статьи по математике, физике, информатике, математическому моделированию в экономике и по наукам о земле размещаются на сайте www.mathnet.ru (<http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=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. Материалы предоставляются в редакционно-издательский отдел. 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 (специальность 5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике); MSC2020 (по специальностям в области 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 – не более 150–250 слов, в ней четко должны отражаться новизна, актуальность и методика научного исследования;

- ключевые слова на русском и английском языках – не более 10–15 слов;

- основной текст статьи (примерная схема): введение, цели и задачи исследования, методы исследования, результаты исследования, выводы (заключение).

В аннотации и заключении не допускается использование громоздких формул, ссылок на текст работы или список литературы.

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, должность, название подразделения, полное название места работы (может быть более одного), рабочий адрес, контактный телефон.

8. Список литературы должен содержать только те источники, на которые имеются ссылки в тексте работы, расположенные в порядке цитирования, и не более 20. 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 25 % от общего количества источников за последние 5 лет (как самого автора, так и сторонних авторов, работающих в данном направлении). Исключение 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. Том *. Город: Издательство, Год. ... с.
- коллективная монография – Название книги / Фамилия И.О. автора; 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. Nazvanie stat'i [Title of article]. Zaglavie jurnala [Title of Journal]. Year. Vol. ... No. ...iss. ... Pp. ...-... (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. Nazvanie [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. Nazvanie [Title of paper]. Nazvanie zhurnala, Year, Pages p, available at: [http:...](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;
- статья должна быть набрана шрифтом Times New Roman, размер 14, полуторный интервал;
- таблицы, алгоритмы, рисунки, схемы и т.п. должны быть выполнены в формате А4 книжной ориентации.

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.

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 16000 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 February 15, 2023, p. 1163) :

group of specialties 2.3. Information technology and telecommunications:

- 2.3.1. System analysis, management and information processing (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 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.

5. Full-text versions of articles published in the journal are posted on the Internet in free access on the website of the Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU. Articles on mathematics, physics, computer science, mathematical modeling in economics and geosciences are posted on the website 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. Materials are submitted to the Editorial and Publishing Department. 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); MSC2020 (for specialties in 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**;

- annotation in Russian and English – no more than 150–250 words; it should clearly reflect the novelty, relevance and methodology of scientific research;

- keywords in Russian and English – no more than 10–15 words;

- main text of the article (approximate scheme): introduction, goals and objectives of the research, research methods, research results, conclusions.

The annotation and conclusion should not contain cumbersome formulas, references to the text of the work or the list of references.

Information about the authors: 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.

8. The list of references should contain only those sources to which there are references in the text of the work, arranged in the order of citation, no more than 20 altogether. 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 25% 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). 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. volume *. City: Publisher, Year. ... p.

- collective monograph – Title of the book / Surname and initials of the name and patronymic of the author; 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:

magazine article

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Nazvanie stat'i [Title of article]. Zaglavie jurnala [Title of Journal]. Year. Vol. ... No. ... issue. ... Pp. ...-... (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. Nazvanie [Title of paper]. Nazvanie zhurnala [Title of journal], 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;

- tables, algorithms, figures, diagrams, etc. must be in A4 format, portrait orientation.

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 the same author is published in each issue.

14. Articles violating these formatting rules are not considered.

Научный журнал

**ИЗВЕСТИЯ
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО
НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН**

№ 5(115) 2023

Журнал входит в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени доктора и кандидата 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



Подписано в печать 20.10.2023 г. Дата выхода в свет: 31.10.2023 г.

Формат бумаги 60x84 ¹/₈. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 18.36. Тираж 300 экз.

Цена свободная

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-14936 от 20.03.2003 г. в Министерстве 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
Подписной индекс 20145