



УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ И ЧИТАТЕЛИ!

Научный журнал «Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук» - рецензируемое периодическое научное издание.

Официальный учредитель - Адыгская (Черкесская) Международная академия наук (АМАН).

Соиздателями журнала являются: Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова; Институт экологии горных территорий им. А. К. Темботова РАН; Институт прикладной математики и автоматизации Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

Цели журнала: координация и интеграция творческой деятельности ученых и деятелей искусств, направленной на развитие науки, образования и культуры; содействие развитию науки и образования; содействие в подготовке кадров высшей квалификации в области науки, культуры и искусства; поддержка перспективных исследований, в том числе выполняемых молодыми учеными, деятелями науки и культуры.

Журнал «Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук» публикует оригинальные научные статьи (Full Articles) на русском, английском и кабардинском языках ряда разделов естественных, технических, медицинских, сельско-хозяйственных и гуманитарных наук, и отвечает требованиям, предъявляемым к современному научному периодическому изданию. Редколлегия журнала представлена ведущими учеными России, Абхазии, Казахстана, Узбекистана, Турции.

Журнал осуществляет научное рецензирование всех поступающих в редакцию материалов.

Политика редакционной коллегии базируется на современных юридических требованиях в отношении клеветы, авторского права, законности и плагиата, поддерживает Кодекс этики научных публикаций, сформулированный Комитетом по этике научных публикаций, и строится с учетом этических норм работы редакторов и издателей, закрепленных в Кодексе поведения и руководящих принципах наилучшей практики для редактора журнала и Кодексе поведения для издателя журнала, разработанных Комитетом по публикационной этике (*COPE Best Practice Guidelines for Journal Editors*).

Редакция журнала реализует принцип нулевой толерантности к плагиату. Мониторинг некорректного цитирования осуществляется с помощью системы «Антиплагиат».

Всем статьям присваивается цифровой идентификатор DOI.

Распространение - Российская Федерация, страны СНГ и Балтии.

Журнал индексируется и архивируется в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), рассылается в библиотеки ведущих научных и образовательных центров России, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Журнал предоставляет открытый доступ к полным текстам публикаций, т.к. открытый доступ к результатам исследований способствует увеличению глобального обмена знаниями.

Журнал зарегистрирован комитетом по печати Российской Федерации ПИ № 77-3923 от 30 июня 2000 г.



Материалы журнала доступны по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная

DEAR AUTHORS AND READERS!

The scientific Journal «Adyghe International Scientific Journal» is a peer-reviewed periodical scientific publication.

The official founder is the Adyghe (Circassian) International Academy of Sciences (AMAN).

The co-publishers of the journal are: Kabardin-Balkar State Agricultural University named after V. M. Kokov; Institute of Ecology of Mountainous Territories named after A. K. Tembotov of RAS; Institute of Applied Mathematics and Automation of Kabardin-Balkar Scientific Center of RAS.

The objectives of the Journal: coordination and integration of the creative activities of scientists and artists, aimed at the development of science, education and culture; promoting the development of science and education; assistance in the training of highly qualified personnel in the field of science, culture and art; support for promising research, including those carried out by young scientists, scientists and cultural workers.

The Journal «Adyghe International Scientific Journal» publishes original scientific articles (Full Articles) in Russian, English and Kabardian languages a number of sections of the natural, technical, medical, agricultural and human sciences, and meets the requirements for a modern scientific periodical. The Editorial Board of the journal is represented by leading scientists from Russia, Abkhazia, Kazakhstan, Uzbekistan, and Turkey.

The Journal conducts scientific review of all papers submitted to the Editorial Office.

The Editorial Board policy is based on modern legal requirements concerning libel, copyright, legality and plagiarism. It complies with the Code of Ethics for Scientific Publications, formulated by the Committee on the Ethics of Scientific Publications, and is implemented taking into account the ethical standards of work of editors and publishers enshrined in the Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editor developed by the Committee on Publication Ethics (*COPE Best Practice Guidelines for Journal Editors*).

The Editorial Board follows the principle of zero tolerance to plagiarism. The incorrect citation shall be monitored with the help of Antiplagiat system.

All articles are assigned a digital DOI.

The Journal is distributed in Russian Federation, CIS and Baltic countries.

The Journal is indexed and archived in Russian Index of Scientific Citation (RISC), sent to the libraries of leading scientific and educational centers in Russia, countries of near and far abroad.

The Journal offers direct open access to the full-text issues based, because open access to research results contributes to the global knowledge sharing.



All the materials of the Journal are available under Creative Commons «Attribution» 4.0 license



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Шхагапсоев Сафарбий Хасанбиевич - главный редактор, доктор биологических наук, депутат Парламента Кабардино-Балкарской Республики, профессор кафедры биологии, геоэкологии и молекулярно-генетических основ живых систем института химии и биологии Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова, академик РЭА, действительный член АМАН, Заслуженный деятель науки Кабардино-Балкарской Республики, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7815-1605> (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Версиров Батырбий Махмудович - заместитель главного редактора, доктор филологических наук, главный научный сотрудник отдела языка Адыгейского республиканского института гуманитарных исследований им. Т. М. Керашева, действительный член АМАН, Заслуженный деятель науки Кубани и Адыгеи (Майкоп, Республика Адыгея, Российская Федерация)

Псху Арсен Владимирович - заместитель главного редактора, доктор физико-математических наук, доцент, директор Института прикладной математики и автоматизации Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук, действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0506-3516> (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Кешоков Руслан Хатаович - заместитель главного редактора, доктор медицинских наук, профессор, исполнительный директор ООО «Каббалк - Интурист», действительный член АМАН (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Лосанова Фатима Мухамедовна - ответственный секретарь, научный сотрудник Института прикладной математики и автоматизации Кабардино-Балкарского научного центра РАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6342-7162> (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Бавижев Михаил Данильевич, доктор физико-математических наук, вице-президент, директор научно-исследовательского центра Акционерного общества «Научно-производственное предприятие «Радий», действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3074-5591> (Москва, Российская Федерация)

Гварамия Алеко Алексеевич, доктор физико-математических наук, профессор, ректор Абхазского государственного университета, академик АН Абхазии, РАЕН, действительный член АМАН (Сухум, Республика Абхазия)

Дадашев Райком Хасимханович, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник сектора физики и химии центра проблем материаловедения, академик РЭА, действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0192-5510> (Грозный, Чеченская Республика, Российская Федерация)

Джэналиев Мувашархан Танабаевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией уравнений математической физики Института математики МОН РК, действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8743-7026> (Алматы, Республика Казахстан)

Кальменов Тынысбек Шарипович, доктор физико-математических наук, профессор Института математики и математического моделирования, академик НАН РК, действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1821-2015> (Алматы, Республика Казахстан)

Нахушева Виктория Адамовна, доктор физико-математических наук, зам. нач. упр. Президиума Российской академии наук Аппарата Президиума Российской академии наук научно-организационного управления РАН, действительный член АМАН (Москва, Российская Федерация)

Озтюрк Ильхан, доктор математики, проректор Каппадокийского университета, действительный член АМАН (Муштафаша, Турция)

Рехвиашвили Серго Шотович, доктор физико-математических наук, эксперт ВАК, зам. директора по научной работе Института прикладной математики и автоматизации Кабардино-Балкарского научного центра РАН, действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1514-857X> (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Шибзухов Заур Мухадинович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор теоретической информатики и дискретной математики Московского государственного педагогического университета, действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5245-4387> (Москва, Российская Федерация)

Шумафов Магомед Мишаустович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математического анализа и методики преподавания математики Адыгейского государственного университета, факультет математики и компьютерных наук, действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8807-2126> (Майкоп, Республика Адыгея, Российская Федерация)

Шомахов Лев Аслангериевич, доктор технических наук, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова, действительный член АМАН (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Ишбирдин Айрат Римович, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и БЖД Башкирского государственного университета (Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация)

Кушхов Хасби Билялович, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой неорганической и физической химии Кабардино-Балкарского Государственного университета им. Х.М. Бербекова, действительный член АМАН (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Магомедов Магомед-Расул Дибирович, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник Прикаспийского института биологических ресурсов обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Дагестанского федерального исследовательского Российской академии наук (Махачкала, Республика Дагестан, Российская Федерация)

Онипченко Владимир Гертулович, доктор биологических наук, профессор, эксперт ВАК, заведующий кафедрой геоботаники и экологии ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4930-3112> (Москва, Российская Федерация)

Тайсумов Муса Анасович, доктор биологических наук, профессор, академик АН ЧР, вице-президент АН ЧР (Грозный, Чеченская Республика, Российская Федерация)

Темботова Фатимат Асланбиевна, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, член состава ВАК, действительный член АМАН, директор федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экологии горных территорий им. А. К. Темботова Российской академии наук, профессор кафедры биологии, геоэкологии и молекулярно-генетических основ живых систем института химии и биологии Кабардино-Балкарского Государственного Университета им. Х. М. Бербекова, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8068-7647> (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)



Чадаева Виктория Александровна, доктор биологических наук, заведующий лабораторией геоботанических исследований Института экологии горных территорий им. А. К. Темботова РАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0788-1395> (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Шеуджен Асхад Хазретович, доктор биологических наук, профессор, академик РАН, академик АМАН, заведующий кафедрой агрохимии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5116-197X> (Краснодар, Российская Федерация)

Хараева Заира Феликсовна, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии медицинского факультета Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова, действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2302-2491> (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Хашукоева Асият Зульфичовна, доктор медицинских наук, профессор кафедры акушерства и гинекологии лечебного факультета Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н. И. Пирогова, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7591-6281> (Москва, Российская Федерация)

Шогенова Мадина Суфьяновна, доктор медицинских наук, профессор кафедры факультетской терапии медицинского факультета Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова, заведующая аллергологическим отделением ГУЗ «Центр аллергологии» Министерства здравоохранения Кабардино-Балкарской Республики, действительный член АМАН (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Блиев Станислав Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по КБР, действительный член АМАН (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Тамახина Аида Яковлевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры товароведения, туризма и права ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052> (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Ханиева Ирина Мироновна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Агрономия» ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6415-5832> (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Абазов Алексей Хасанович, доктор исторических наук, старший научный сотрудник Кабардино-Балкарского научного центра РАН, профессор кафедры теории и истории государства Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова, действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4004-7009> (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Аванесова Фатима Нурдиновна, доктор психологических наук, действительный член АМАН (Армавир, Российская Федерация)

Ваков Хангери Ильясович, доктор филологических наук, профессор, главный научный сотрудник сектора кабардино-черкесской литературы Института гуманитарных исследований Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук, действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4194-1718> (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Дзамихов Касболат Фицевич, доктор исторических наук, профессор, директор Института гуманитарных исследований Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук, председатель диссертационного совета Д 212.076.03 при Кабардино-Балкарском государственном университете им. Х. М. Бербекова по защите докторских диссертаций, действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4920-6221> (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Кажаров Артур Гусманович, доктор исторических наук, доцент, профессор кафедры всеобщей истории Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова, действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5763-2194> (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Канокоев Арсен Баширович, доктор экономических наук, представитель органа исполнительной власти КБР в Совете Федерации, заместитель председателя Комитета СФ по международным делам, руководитель региональной группы по сотрудничеству с парламентами государств Арабского Востока в СФ, руководитель Российско-эмиратского делового совета, действительный член Академии экономических наук и предпринимательской деятельности, президент, действительный член АМАН (Москва, Российская Федерация)

Мисроков Замир Хасанович, доктор юридических наук, профессор, судья Конституционного Суда Кабардино-Балкарской Республики, Заслуженный юрист Кабардино-Балкарской Республики, профессор кафедры теории государства и права юридического факультета Кабардино-Балкарского государственного университета, действительный член АМАН (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Панеш Аскербий Дзепшевич, доктор исторических наук, главный научный сотрудник отдела истории Адыгейского республиканского института гуманитарных исследований имени Тембота Керашева, действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1362-8361> (Майкоп, Республика Адыгея, Российская Федерация)

Тлеуж Адам Хусейнович, доктор философских наук, директор Адыгейского республиканского института гуманитарных исследований имени Тембота Керашева, действительный член Академии социальных наук РФ, первый вице-президент, действительный член АМАН (Майкоп, Республика Адыгея, Российская Федерация)

Хафице Мухамед Мусабиевич, член Союза писателей и Союза журналистов Российской Федерации, заслуженный работник культуры РФ, заслуженный журналист КБР, КЧР, Республики Адыгея, вице-президент, действительный член АМАН (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Хуако Фатимет Нальбиевна, доктор филологических наук, профессор кафедры маркетинга, сервиса и туризма ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», действительный член АМАН, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7398-1004> (Майкоп, Республика Адыгея, Российская Федерация)

Чирг Асхад Юсуфович, доктор исторических наук, профессор кафедры истории, культурологии и музееведения Краснодарского государственного института культуры, действительный член АМАН (Майкоп, Республика Адыгея, Российская Федерация)



EDITORIAL BOARD

Shkhagapsoev Safarbi Khasanbievich – **Editor-in-Chief**, Doctor of Biology, Deputy of the Parliament of the Kabardino-Balkarian Republic, Professor of the Department of Biology, Geocology and Molecular Genetic Foundations of Living Systems, Institute of Chemistry and Biology, Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekova, Academician of REA, Full member of AIAS, Honored Scientist of the Kabardino-Balkarian Republic, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7815-1605> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Bersirov Batyrbiy Makhmudovich – **Deputy Editor-in-Chief**, Doctor of Philology, Chief Researcher of the Language Department of the Adyghe Republican Institute for Humanitarian Research named after T. M. Kerasheva, Full member of AIAS, Honored Scientist of Kuban and Adygea (Maikop, Republic of Adygea, Russian Federation)

Pskhu Arsen Vladimirovich – **Deputy Editor-in-Chief**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of Applied Mathematics and Automation of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0506-3516> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Keshokov Ruslan Khataovich – **Deputy Editor-in-Chief**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Executive Director of Kabbalk-Intourist LLC, Full member of AIAS (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Losanova Fatima Mukhamedovna - **Executive Editor**, Researcher of the Institute of Applied Mathematics and Automation of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6342-7162> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Bavizhev Mikhail Danilevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Vice President, Director of the Research Center of the Joint-Stock Company «Scientific and Production Enterprise «Radiy», Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3074-5591> (Moscow Russian Federation)

Gvaramiya Aleko Alekseevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Rector of the Abkhaz State University, Academician of the Academy of Sciences of Abkhazia, RANS, Full member of AIAS (Sukhum, Republic of Abkhazia)

Dadashev Raykom Khasimkhanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Physics and Chemistry Sector of the Center for Problems in Materials Science, Academician REA, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0192-5510> (Grozny, Chechen Republic, Russian Federation)

Dzhenaliev Muvasharkhan Tanabaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Equations of Mathematical Physics of the Institute of Mathematics of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8743-7026> (Almaty, Republic of Kazakhstan)

Kalmenov Tynysbek Sharipovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Institute of Mathematics and Mathematical Modeling, Academician of NAS RK, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1821-2015> (Almaty, Republic of Kazakhstan)

Nakhusheva Victoria Adamovna, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Deputy early ex. Presidium of the Russian Academy of Sciences of the Office of the Presidium of the Russian Academy of Sciences for Scientific and Organizational Management of the Russian Academy of Sciences, Full member of AIAS (Moscow, Russian Federation)

Ozturk Ilhan, Doctor of Mathematics, Vice Chancellor of Cappadocia University, Full member of AIAS (Mustafapasha, Turkey)

Rekhviashvili Sergo Shotovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, expert of the Higher Attestation Commission, deputy. Director for Research of the Institute of Applied Mathematics and Automation of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1514-857X> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Shibzukhov Zaur Mukhadinovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Professor of Theoretical Informatics and Discrete Mathematics, Moscow State Pedagogical University, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5245-4387> (Moscow, Russian Federation)

Shumafov Magomet Mishautovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Mathematical Analysis and Methods of Teaching Mathematics, Adyghe State University, Faculty of Mathematics and Computer Science, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8807-2126> (Maikop, Republic of Adygea, Russian Federation)

Shomakhov Lev Aslangerievich, Doctor of Technical Sciences, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokova, Full member of AIAS (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Ishbirdin Airat Rimovich, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Ecology and BZhD, Bashkir State University (Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation)

Kushkhov Khasbi Bilyalovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Department of Inorganic and Physical Chemistry Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekova, Full member of AIAS (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Magomedov Magomed-Rasul Dibirovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member RAS, Chief Researcher of the Caspian Institute of Biological Resources, a separate division of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Dagestan Federal Research Russian Academy of Sciences (Makhachkala, Republic of Dagestan, Russian Federation)

Onipchenko Vladimir Gertrudovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Expert of the Higher Attestation Commission, Head of the Department of Geobotany and Ecology of the Moscow State University named after M. V. Lomonosov, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4930-3112> (Moscow, Russian Federation)

Taisumov Musa Anasovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Academy of Sciences of the Chechen Republic, Vice-President of the Academy of Sciences of the Chechen Republic (Grozny, Chechen Republic, Russian Federation)

Tembotova Fatimat Aslanbievna, Doctor of Biological Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Member of the Higher Attestation Commission, Full member of AIAS, Director of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Institute of Ecology of Mountainous Territories named after A. K. Tembotov of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Department of Biology, Geocology and Molecular Genetic Foundations of Living Systems of the Institute of Chemistry and Biology of the Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekova, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8068-7647> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)



Chadayeva Victoria Alexandrovna, Doctor of Biological Sciences, Head of Laboratory of Geobotanical Research of the Institute of Ecology of Mountain Territories. A. K. Tembotov RAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0788-1395> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Sheudzhen Askhad Khazretovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Full member of AIAS, Head of the Department of Agrochemistry of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin», ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5116-197X> (Krasnodar, Russian Federation)

Kharaeva Zaira Feliksovna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Microbiology, Virology and Immunology, Faculty of Medicine, Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekova, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2302-2491> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Khashukoeva Asiyat Zulchifovna, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Obstetrics and Gynecology of the Medical Faculty of the Russian National Research Medical University named after N. I. Pirogova, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7591-6281> (Moscow, Russian Federation)

Shogenova Madina Sufyanovna, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Faculty Therapy of the Medical Faculty of the Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekova, Head of the Allergology Department of the Allergology Center of the Ministry of Health of the Kabardino-Balkarian Republic, Full member of AIAS (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Bliev Stanislav Grigorievich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov», branch of the Federal State Budgetary Institution «Rosselkhoztsentr» for the KBR, Full member of AIAS (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Tamakhina Aida Yakovlevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Commodity Science, Tourism and Law of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov», Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Khanieva Irina Mironovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, FSBEI HE Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6415-5832> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Avanesova Fatima Nurdinovna, Doctor of Psychology, Full member of AIAS (Armavir, Russian Federation)

Abazov Alexey Khasanovich, Doctor of Historical Sciences, Senior Research Fellow of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Professor of the Department of Theory and History General History of the Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekova, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4004-7009> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Bakov Hangeri Ilyasovich, Doctor of Philology, Professor, Chief Researcher of the Sector of Kabardino-Circassian Literature of the Institute for Humanitarian Research of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4194-1718> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Dzamikhov Kasbolat Fitsevich, Doctor of Historical Sciences, Professor, Director of the Institute for Humanitarian Research of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Chairman of the Dissertation Council D 212.076.03 at the Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov for the defense of doctoral dissertations, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4920-6221> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Kazharov Artur Gusmanovich, Doctor of Historical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of General History of the Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekova, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5763-2194> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Kanokov Arsen Bashirovich, Doctor of Economics, representative of the executive authority of the KBR in the Federation Council, Deputy Chairman of the Federation Council Committee on International Affairs, head of the regional group for cooperation with the parliaments of the states of the Arab East in the Federation Council, head of the Russian-Emirates Business Council, full member of the Academy of Economic Sciences and business activities, President, Full member of AIAS (Moscow, Russian Federation)

Misrokov Zamir Khasanovich, Doctor of Law, Professor, Judge of the Constitutional Court of the Kabardino-Balkarian Republic, Honored Lawyer of the Kabardino-Balkarian Republic, Professor of the Department of Theory of State and Law, Faculty of Law, Kabardino-Balkarian State University, Full member of AIAS (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Panesh Askerbiy Dzepshevich, Doctor of Historical Sciences, Chief Researcher of the Department of History of the Adyge Republican Institute for Humanitarian Research named after Tembot Kerashev, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1362-8361> (Maikop, Republic of Adygea, Russian Federation)

Tleuzh Adam Khuseinovich, Doctor of Philosophy, Director of the Adyge Republican Institute for Humanitarian Research named after Tembot Kerashev, Full member of the Academy of Social Sciences of the Russian Federation, First Vice-President, Full member of AIAS (Maikop, Republic of Adygea, Russian Federation)

Khafitse Mukhamed Musabievich, member of the Union of Writers and the Union of Journalists of the Russian Federation, Honored Worker of Culture of the Russian Federation, Honored Journalist of the KBR, KChR, Republic of Adygea, Vice-President, Full member of AIAS (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Khuako Fatimet Nalbievna, Doctor of Philology, Professor of the Department of Marketing, Service and Tourism, Maikop State Technological University, Full member of AIAS, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7398-1004> (Maikop, Republic of Adygea, Russian Federation)

Chirg Askhad Yusufovich, Doctor of Historical Sciences, Professor of the Department of History, Cultural Studies and Museum Studies of the Krasnodar State Institute of Culture, Full member of AIAS (Maikop, Republic of Adygea, Russian Federation)



<http://doklady.aman-circassian.ru>

ISSN 1726-9946 (Print)

doi: <https://doi.org/10.47928/1726-9946>

ISSN 2949-0928 (Online)

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- Геккиева С. Х., Керефов М. А.** К вопросу существования решения первой краевой задачи для уравнения влагопереноса Аллера – Лыкова с оператором дробного дискретно распределенного дифференцирования 11
- Ласурия Р. А., Голава М. Р.** Сильная аппроксимация функций двойными рядами Фурье в обобщённых гёльдеровых пространствах 23
- Хуштова Ф. Г.** Некоторые формулы дробного интегрирования от одной функции Фокса с пятью параметрами 36

Физика

- Rekhviashvili S. Sh.** Rotation of a spiral galaxy without dark matter 45

Химия

- Quradha M. M., Qahtan A. M. F., Kushkhov Kh. B., Mukozheva R. A.** Antioxidant activity of silver nanoparticles synthesized from crud methanolic extract of *rumex nervosus* 49
- Кушхов Х. Б., Хотов А. А., Кахтан А. М. Ф.** Исследование механизма совместного электровосстановления ионов Du^{3+} и Co^{2+} в эвтектическом расплаве $KCl-NaCl-CsCl$ при 823 К 58

Экология

- Шхагапсоев С. Х., Мурзаканова А. М., Тхагалегов А. Х.** Антропогенная трансформация ксерофильного флористического комплекса Кабардино-Балкарии (Центральный Кавказ) 72

Филология

- БакIуу Хъ. И.** Дыгъужь Къурмэн и Iуэху еплъыкIэр и тхыгъэхэм къызэрыхэщыр 82
- Хуако Ф. Н.** К творчеству Мухадина Кандура (1935–2023 гг.) 91

История

- Хагажеев М. А.** Некоторые особенности решения имущественных и наследственных споров в горских словесных судах Кубанской и Терской областей в 1871–1918 гг. 100

Рецензии

- Белоцерковская И. Н.** О книге С. Х. Шхагапсоева «Ботанические сады и гербарный фонд Кабардино-Балкарии» 112

Юбиляры

- К 65-летию Фатимат Асланбиевны Темботовой 114
- К 70-летию Султана Нажмуудиновича Асхабова 116

- Указатель статей, опубликованных в томе 23 за 2023 год (на рус. яз.)** . . 119
- Указатель статей, опубликованных в томе 23 за 2023 год (на англ. яз.)** . 121
- Алфавитный указатель авторов тома 23 за 2023 год (на рус. яз.)** 123
- Алфавитный указатель авторов тома 23 за 2023 год (на англ. яз.)** 125
- Информация для авторов и читателей (на рус. яз.)** 127
- Информация для авторов и читателей (на англ. яз.)** 129

<http://doklady.aman-circassian.ru>

ISSN 1726-9946 (Print)

[doi: https://doi.org/10.47928/1726-9946](https://doi.org/10.47928/1726-9946)

ISSN 2949-0928 (Online)

CONTENTS**Mathematics**

- Gekkieva S. Kh., Kerefov M. A.** On the question of the existence of a solution to the first boundary value problem for the Aller–Lykov moisture transfer equation with the operator of fractional discretely distributed differentiation 11
- Lasuria R. A., Golava M. R.** Strong approximation of functions by double Fourier series in generalized Hölder spaces 23
- Khushtova F. G.** On some formulas for fractional integration of one Fox function with five parameters 36

Physics

- Rekhviashvili S. Sh.** Rotation of a spiral galaxy without dark matter 45

Chemistry

- Quradha M. M., Qahtan A. M. F., Kushkhov Kh. B., Mukozheva R. A.** Antioxidant activity of silver nanoparticles synthesized from crud methanolic extract of rumex nervosus 49
- Kushkhov H. B., Hotov A. A., Qahtan A. M. F.** Study of the mechanism of joint electroreduction of Dy^{3+} and Co^{2+} ions in the eutectic KCl-NaCl-CsCl melt at 823 K 58

Ecology

- Shkhagapsoev S. Kh., Murzakanova A. M., Tkhagalegov A. H.** Anthropogenic transformation of xerophilic floristic complex of Kabardino-Balkaria (Central Caucasus) 72

Philology

- Bakov H. I.** The peculiarity of creative individuality Circassian poet and writer Kurman Duguzhev 82
- Khuako F. N.** To the work of Mukhadin Kandur (1935–2023) 91

History

- Khagazheev M. A.** Some features of the resolution of property and inheritance disputes in the mountain verbal courts of the Kuban and Tersk regions in 1871–1918 . . 100

Reviews

- Belotserkovskaya I. N.** About the book "Botanical Gardens and Herbarium Fund of Kabardino-Balkaria" by S. Kh. Shkhagapsoev 112

Anniversaries

- To the 65th anniversary of Fatimat Aslanbievna Tembotova 114
- To the 70th anniversary of Sultan Nazhmudinovich Askhabov 116

- Index of articles Published in Volume 23 for 2023 (In Russ.)** 119
- Index of articles Published in Volume 23 for 2023 (In Eng.)** 121
- Alfabetic index of authors in Volume 23 for 2023 (In Russ.)** 123
- Alfabetic index of authors in Volume 23 for 2023 (In Eng.)** 125
- Information for authors and readers of the Journal (In Russ.)** 127
- Information for authors and readers of the Journal (In Eng.)** 129



<http://doklady.aman-circassian.ru>

ISSN 1726-9946 (Print)

doi: <https://doi.org/10.47928/1726-9946>

ISSN 2949-0928 (Online)

ПСАЛЪАЩХЪЭХЭР

Математикэ

- Геккиевэ С. Хь., КIэрэф М. А.** Къутахуэ къытещыкIахуэхэр зыхэт Аллеррэ Лыковрэ я псылагъэр къезыхьэкI зэхуэдэныгъэм и япэ гъунапкъэ хьисэным и щыжахуэр зэрыщыIэфыным теухуауэ 11
- Ласурия Р. А., Голава М. Р.** Гельдер и къызэщIэзыубыдэ щыIэпIэм щащI Фурье и тIуащIэ зэхэлхьэныгъэхэмкIэ къару зыщIэлъ аппроксимацие ящI функциехэр 23
- Хъушт Ф.Гь.** Параметритху зиIэ Фокс и функциер къутахуэу зэрызэхэплхьэф языныкъуэ зэхуэдэныгъэхэр 36

Физикэ

- Рехвиашвили С. Ш.** Спиральнэ галактикэм материе фIыцIэр щымыгъуу зэрыкIэрахъуэр 45

Химие

- Курадха М. М., Кахтан А. М. Ф., Къуцхьэ Хь. Б., Мыкъуэжь Р. А.** ШэгъэфIэIум (*Rumex nervosus*) и метанол тKуаткIуэм къыхаха дыжбын напкъыгъуэхэр фIэIугъэ жьджэрагъым зэрыпэщIэтыр 49
- Къуцхьэ Хь. Б., Хъуэт А. А., Кахтан А. М. Ф.** 823 К-м деж KCl-NaCl-CsCl эвтектикэ тKуаткIуэм хэлъ Ду икIи Со уэз Iыхьэ цыкIухэр электрокъарукIэ къызэрызэдэщIэрэщIэж щыкIэм и IуэхукIэ 58

Экологие

- Щхьэгъэпсо С. Хь., Мурзэкъан А. М., Тхьэгъэлэдж А. Хь.** Щыхум и IэщIагъэм къыхэкI Iуэхугъуэхэм Къэбэрдей-Балъкъэрым (Кавказ Курыт) и къэ-кIыгъэ дунейм зэрызригъэхъуэжым и IуэхукIэ 72

Бзэ щIэныгъэ

- БакIуу Хь. И.** Дыгъужь Къурмэн и Iуэху еплъыкIэр и тхыгъэхэм къызэрыхэщыр 82
- ХъуакIо Ф. Н.** Мухадин Кандур и къэгъэщIыныгъэм ехьэлIауэ (1935-2023 гъгъ.) 91

Тхыдэ

- Хьэгъэжей М. А.** Кубань, Тэрч областхэм 1871–1918 гъэхэм мылкъум щIэиным щхьэ-кIэ зэныкъуэкъухэм я Iуэхур бгырыс псалгэ судхэм зэрызэфIагъэкI Iэмалхэр . 100

Рецензэхэр

- Белоцерковскэ И. Н.** «Къэбэрдей-Балъкъэрым и ботаническэ хадэхэмрэ гербар-нэ гъэтIылыгъэхэмрэ» цIэр зезыхьэ Щхьэгъэпсо С. Хь. и тхылъым теухуауэ 112

Зи махуэшхуэ дгъэлапIэхэр



- Тембот Фатимэт Аслъэнби и пхъур илгъэс 65 зэррикъум ехьэлIауэ 114
- Асхабов Султан Нажмудин и къуэр илгъэс 70 зэррикъум ехьэлIауэ 116

- Статьяхэр зыгъэлапIэхэр (урысыбзэкIэ)** 119
- Статьяхэр зыгъэлапIэхэр (англыбзэкIэ)** 121
- АлфавиткIэ тхакIуэхэр уэзыгъэлапIэхэр (урысыбзэкIэ)** 123
- АлфавиткIэ тхакIуэхэр уэзыгъэлапIэхэр (англыбзэкIэ)** 125
- ТхакIуэхэмрэ еджакIуэхэмрэ папщIэ щIапхьэр (урысыбзэкIэ)** 127
- ТхакIуэхэмрэ еджакIуэхэмрэ папщIэ щIапхьэр (англыбзэкIэ)** 129



МАТЕМАТИКА

УДК 517.95

 DOI: 10.47928/1726-9946-2024-24-1-11-22 EDN: INICMW

Научная статья

К вопросу существования решения первой краевой задачи для уравнения влагопереноса Аллера – Лыкова с оператором дробного дискретно распределенного дифференцирования

С. Х. Геккиева¹, М. А. Керефов²¹Институт прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН, г. Нальчик, Россия²Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова, г. Нальчик, Россия¹gekkiwa_s@mail.ru, ²kerefov@mail.ru

Аннотация. В работе исследована первая краевая задача для уравнения влагопереноса Аллера – Лыкова с оператором дробного дискретно распределенного дифференцирования. Дробные производные, входящие в уравнение, понимаются в смысле Римана – Лиувилля. Рассматриваемое уравнение является обобщением классического уравнения Аллера – Лыкова. В нем учитывается коллоидная капиллярно-пористая структура почвы, в том числе, наличие потоков против потенциала влажности. Существование решения первой краевой задачи доказано методом Фурье.



Ключевые слова: производная дробного порядка, задача Коши, дифференциальное уравнение дробного порядка, уравнение влагопереноса Аллера – Лыкова.

Финансирование. Работа не выполнялась в рамках фондов.

Конкурирующие интересы. Конфликтов интересов в отношении авторства и публикации нет

Авторский вклад и ответственность. Авторы участвовали в написании статьи и полностью несут ответственность за предоставление окончательной версии статьи в печать.

Для цитирования. Геккиева С. Х., Керефов М. А. К вопросу существования решения первой краевой задачи для уравнения влагопереноса Аллера – Лыкова с оператором дробного дискретно распределенного дифференцирования // Доклады АМАН. 2024. Т. 24, № 1. С. 11–22.

 DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-11-22>;  EDN: INICMW© Геккиева С. Х.,
Керефов М. А., 2024



MATHEMATICS

MSC 35E99

Original article

On the question of the existence of a solution to the first boundary value problem for the Aller – Lykov moisture transfer equation with the operator of fractional discretely distributed differentiation

Sakinat Kh. Gekkieva¹, Marat A. Kerefov²¹*Institute of Applied Mathematics and Automation of KBSC RAS, Nalchik, Russia*²*Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov, Nalchik, Russia*¹*gekkiava_s@mail.ru, ²kerefov@mail.ru*

Abstract. The paper investigates the first boundary value problem for the Aller–Lykov moisture transfer equation with the operator of fractional discretely distributed differentiation. Fractional derivatives included in the equation are understood in the Riemann–Liouville sense. The equation in question is a generalization of the classical Aller–Lykov equation. It takes into account the colloidal capillary-porous structure of the soil, including the presence of flows against the moisture potential. The existence of a solution to the first boundary value problem is proved by the Fourier method.



Keywords: fractional order derivative, Cauchy problem, fractional order differential equation, Aller – Lykov moisture transfer equation.

Funding. The work was not carried out within the framework of funds

Competing interests. There are no conflicts of interest regarding authorship and publication.

Contribution and Responsibility. All authors contributed to this article. Authors are solely responsible for providing the final version of the article in print. The final version of the manuscript was approved by all authors.

For citation. *Gekkieva S. Kh., Kerefov M. A.* On the question of the existence of a solution to the first boundary value problem for the Aller – Lykov moisture transfer equation with the operator of fractional discretely distributed differentiation. *Adyghe Int. Sci. J.* 2024. Vol. 24, No. 1. Pp. 11–22.

 DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-11-22>;  EDN: INICMW

© Gekkieva S. Kh.,
Kerefov M. A., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Введение. Вопросы тепловлагопереноса в почвах являются фундаментальными при решении многих задач гидрологии, агрофизики, строительной физики и других областей науки. Исследователи при этом концентрируют свое внимание на возможности отражения в характере исходных уравнений специфических особенностей изучаемых массивов, их структуры, физических свойств, протекающих в них процессов (см. [1, гл. 6]). В связи с этим возникает качественно новый класс дифференциальных уравнений состояния и переноса с дробной производной, являющихся основой большинства математических моделей, описывающих широкий класс физических и химических процессов в средах с фрактальной структурой и памятью (см. [2, гл. 5]). Настоящая работа посвящена исследованию обобщенного уравнения влагопереноса Аллера – Лыкова:

$$A_1 D_{0t}^\alpha u + D_{0t}^\beta u = \frac{\partial}{\partial x} \left(D(u) \frac{\partial u}{\partial x} + A D_{0t}^\gamma \frac{\partial u}{\partial x} \right) + f(x, t), \quad (1)$$

где $u(x, t)$ — влажность почвы в долях единицы на глубине x в момент времени t ; коэффициент A_1 принимает значение $A_1 = Cx^2$, где C — константа, зависящая от коэффициента диффузии, а также пористости тела, его капиллярных свойств и вязкости жидкости [2, § 5.9, с. 197]; $D(u)$ — коэффициент диффузии; A — варьируемый коэффициент Аллера; $f(x, t)$ — плотность источников влаги; D_{0t}^γ — оператор дробного дифференцирования Римана – Лиувилля [2, с. 9]; $1 < \alpha < 2$; $0 < \beta, \gamma < 1$.

Для функции $u(x, t)$, зависящей от двух переменных, оператор частного дифференцирования $D_{0t}^\nu u(x, \tau)$ по переменной t определяется так же, как и для функции одной переменной, при этом вторая переменная x рассматривается как параметр. Так, для случая $0 < \nu < 1$ имеем

$$D_{0t}^\nu u(x, \tau) = \frac{1}{\Gamma(1 - \nu)} \frac{\partial}{\partial t} \int_0^t \frac{u(x, \tau)}{(t - \tau)^\nu} d\tau.$$

Уравнение (1) при $\alpha = 2, \beta = 1, \gamma = 1$ совпадает с уравнением влагопереноса Аллера – Лыкова, предложенным В. Я. Куликом [3] для описания процессов испарения и инфильтрации. Уравнение (1) было получено как пример «качественно нового уравнения влагопереноса», исходя из коллоидной капиллярно-пористой структуры почвы [2, с. 197].

Уравнения влагопереноса в локальной постановке рассматривались в работах многих авторов и решались методом разделения переменных, методом априорных оценок, а также численными методами [4], [5]. В работах [6]–[8], исследовано уравнение влагопереноса Аллера – Лыкова с дробной по времени производной с различного рода граничными условиями. При $1 < \alpha < 2, \beta = \gamma = \alpha - 1$ в [9] доказаны существование и единственность решения первой краевой задачи для уравнения (1) с постоянными коэффициентами. В работе [10] исследована вторая краевая задача. В [11] для обобщенных уравнений Аллера и Аллера – Лыкова с краевыми условиями первого рода получены решения систем разностных уравнений с постоянными коэффициентами, возникающих при использовании метода прямых. Получены априорные оценки, из которых следует сходимость решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами дробного порядка. В [12] исследованы локальные и нелокальные краевые задачи для обобщенного уравнения типа Аллера – Лыкова.

Постановка задачи. В области $Q = \{(x, t) : 0 < x < 1, 0 < t < T\}$ рассмотрим соответствующее (1) однородное уравнение

$$A_1 D_{0t}^\alpha u + D_{0t}^\beta u = \frac{\partial}{\partial x} \left(D(u) \frac{\partial u}{\partial x} + A D_{0t}^\gamma \frac{\partial u}{\partial x} \right). \quad (2)$$

В целом ряде реальных ситуаций, как отмечает В. Я. Кулик в [3], зависимость A_1 и D от координаты x практически устраняется (например, когда влажность меняется в небольшом диапазоне). В дальнейшем будем предполагать, что $A_1 = \text{const}$, $D(u) = D = \text{const}$ в случае, когда $A_1 = A = D \equiv 1$.

Определение 1. Регулярным решением уравнения (2) в области Q назовем функцию $u = u(x, t)$ из класса $D_{0t}^{\alpha-2}u(x, t)$, $D_{0t}^{\alpha-1}u(x, t)$, $D_{0t}^{\beta-1}u(x, t) \in C(\overline{Q})$, $D_{0t}^\alpha u(x, t)$, $D_{0t}^\beta u(x, t)$, $u_{xx}(x, t)$, $D_{0t}^\gamma u_{xx}(x, t) \in C(Q)$, которая удовлетворяет уравнению (2) во всех точках $u(x, t) \in Q$.

Сформулируем первую краевую задачу.

Задача 1. В области Q найти регулярное решение $u(x, t)$ уравнения

$$D_{0t}^\alpha u + D_{0t}^\beta u = u_{xx} + D_{0t}^\gamma u_{xx}, \quad 0 < x < 1, \quad 0 < t < T, \quad (3)$$

удовлетворяющее краевым условиям

$$u(0, t) = u(1, t) = 0, \quad 0 < t < T, \quad (4)$$

и начальным условиям

$$D_{0t}^{\alpha-2}u(x, t)|_{t=0} = \tau(x), \quad \left(D_{0t}^{\alpha-1}u(x, t) + D_{0t}^{\beta-1}u(x, t) \right)|_{t=0} = \nu(x), \quad 0 \leq x \leq 1, \quad (5)$$

где $\tau(x)$, $\nu(x)$ — заданные функции, $1 < \alpha < 2$, $0 < \beta, \gamma < 1$, $\alpha > \beta > \gamma$.

Для решения задачи 1 применим метод разделения переменных. Для начала найдем класс нетривиальных решений уравнения (3), удовлетворяющих однородным граничным условиям (4), представимых в виде

$$u(x, t) = X(x)T(t). \quad (6)$$

Подставляя предполагаемую форму решения (6) в уравнение (3), получаем следующие уравнения для определения функций $X(x)$, $T(t)$:

$$X'' + \lambda X = 0, \quad X(0) = 0, \quad X(l) = 0, \quad (7)$$

$$D_{0t}^\alpha T + D_{0t}^{\alpha_1} T + \lambda D_{0t}^{\alpha_2} T + \lambda T = 0, \quad (8)$$

где $\alpha_1 = \beta$, $\alpha_2 = \gamma$.

Как известно, решение спектральной задачи (7) имеет вид

$$X_n(x) = \sin(\pi k x), \quad \lambda = \lambda_k = (\pi k)^2, \quad k = 1, 2, \dots \quad (9)$$

Прежде, чем выпишем общее решение уравнения (8), отметим, что обыкновенные дифференциальные уравнения дробного порядка с постоянными коэффициентами исследовались достаточно интенсивно. Для них найдены явные представления решений начальных

и краевых задач в терминах обобщенных функций Миттаг-Леффлера и функций Райта. Подробное изложение этих результатов и библиографию по теме можно найти в работах [13], [14]. Для нашей работы, чтобы избежать технически непростого аппарата теории специальных функций, возникающих при решении этих уравнений, позволим себе решить уравнение (8), редуцируя его к интегральному уравнению Вольтерра 2-го рода со степенным ядром, и решить его методом последовательных приближений.

Пусть $T_k(t)$ — решение уравнения (8), соответствующее собственному значению λ_k . Подействуем на уравнение (8) оператором дробного интегрирования порядка α [15, с. 15], учитывая результаты [14, §§ 2, 3], при $\alpha_2 \leq \alpha - 1 \leq \alpha_1$ получим:

$$T_k(t) + D_{0t}^{\alpha_1 - \alpha} T_k(t) + \lambda_k D_{0t}^{\alpha_2 - \alpha} T_k(t) + \frac{\lambda_k}{\Gamma(\alpha)} \int_0^t \frac{T_k(\tau)}{(t - \tau)^{1 - \alpha}} d\tau =$$

$$= \frac{t^{\alpha - 1}}{\Gamma(\alpha)} \lim_{t \rightarrow 0} (D_{0t}^{\alpha - 1} T(t) + D_{0t}^{\alpha_1 - 1} T(t)) + \frac{t^{\alpha - 2}}{\Gamma(\alpha - 1)} \lim_{t \rightarrow 0} D_{0t}^{\alpha - 2} T(t) = \frac{t^{\alpha - 1}}{\Gamma(\alpha)} \nu_k + \frac{t^{\alpha - 2}}{\Gamma(\alpha - 1)} \tau_k$$

или

$$T_k(t) + \lambda_{ik} \int_0^t T_k(\tau) \left(\frac{(t - \tau)^{\alpha - \alpha_1 - 1}}{\Gamma(\alpha - \alpha_1)} + \frac{(t - \tau)^{\alpha - \alpha_2 - 1}}{\Gamma(\alpha - \alpha_2)} + \frac{(t - \tau)^{\alpha - 1}}{\Gamma(\alpha)} \right) d\tau = f(t), \quad (10)$$

где

$$f(t) = \frac{t^{\alpha - 1}}{\Gamma(\alpha)} \nu_k + \frac{t^{\alpha - 2}}{\Gamma(\alpha - 1)} \tau_k, \quad (D_{0t}^{\alpha - 1} T(t) + D_{0t}^{\alpha_1 - 1} T(t))|_{t=0} = \nu_k, \quad D_{0t}^{\alpha - 2} T_k(t)|_{t=0} = \tau_k.$$

Применим к (10) теорию интегральных уравнений Вольтерра. Вводя обозначение

$$K_1(t, \tau) = \left[\frac{(t - \tau)^{\alpha - \alpha_1 - 1}}{\Gamma(\alpha - \alpha_1)} + \frac{(t - \tau)^{\alpha - \alpha_2 - 1}}{\Gamma(\alpha - \alpha_2)} + \frac{(t - \tau)^{\alpha - 1}}{\Gamma(\alpha)} \right] H(t - \tau), \quad (11)$$

где $H(z) = \begin{cases} 1, & z \geq 0, \\ 0, & z < 0, \end{cases}$ — функция Хевисайда, и определяя далее последовательность ядер $\{K_n(t, \tau)\}_1^\infty$ посредством рекуррентных соотношений

$$K_{n+1}(t, \tau) = \int_\tau^t K_n(t, t_1) K_1(t_1, \tau) dt_1, \quad (12)$$

методом индукции докажем, что

$$K_{n+1}(t, \tau) = \left[\sum_{s=0}^{n+1} \sum_{l=0}^{n-s+1} \binom{n+1}{s, l} \frac{(t - \tau)^{(n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2 - 1}}{\Gamma((n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2)} \right] H(t - \tau), \quad (13)$$

где $\binom{n+1}{s, l} = \frac{(n+1)!}{s!l!(n+1-s-l)!}$ — триномиальный коэффициент.

Действительно для $n = 0$ представление (13) следует из (11). Предположим, что формула (13) верна для любого $p \leq n$

$$K_p(t, \tau) = \left[\sum_{s=0}^p \sum_{l=0}^{p-s} \binom{p}{s, l} \frac{(t - \tau)^{p\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2 - 1}}{\Gamma(p\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2)} \right] H(t - \tau), \quad p \leq n. \quad (14)$$

Подставляя формулу (14) в (12), после элементарных преобразований получаем, что формула (13) верна и для любого $p = n + 1$. Это доказывает справедливость (13) для любых n .

Итак, для резольвенты уравнения (10) имеем формулу

$$\begin{aligned} R(t, \tau, \lambda) &= \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda^n) K_{n+1}(t, \tau) = \\ &= \left[\sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda^n) \sum_{s=0}^{n+1} \sum_{l=0}^{n-s+1} \binom{n+1}{s, l} \frac{(t - \tau)^{(n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2 - 1}}{\Gamma((n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2)} \right] H(t - \tau). \end{aligned}$$

Таким образом, интегральное уравнение (10) имеет единственное решение, представленное в виде:

$$\begin{aligned} T_k(t) &= f(t) - \lambda \int_0^t R(t, \tau, \lambda) f(t) d\tau = \frac{t^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)} \nu_k + \frac{t^{\alpha-2}}{\Gamma(\alpha-1)} \tau_k - \\ &- \int_0^t \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^{n+1} \sum_{l=0}^{n-s+1} \binom{n+1}{s, l} \frac{\tau^{\alpha-1} (t - \tau)^{(n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2 - 1}}{\Gamma(\alpha) \Gamma((n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2)} \nu_k d\tau - \\ &- \int_0^t \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^{n+1} \sum_{l=0}^{n-s+1} \binom{n+1}{s, l} \frac{\tau^{\alpha-2} (t - \tau)^{(n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2 - 1}}{\Gamma(\alpha-1) \Gamma((n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2)} \tau_k d\tau = \\ &= \nu_k \left[\frac{t^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)} + \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^{n+1} \sum_{s=0}^{n+1} \sum_{l=0}^{n-s+1} \binom{n+1}{s, l} \frac{t^{(n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2 - 1}}{\Gamma((n+2)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2)} \right] + \\ &+ \tau_k \left[\frac{t^{\alpha-2}}{\Gamma(\alpha-1)} + \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^{n+1} \sum_{s=0}^{n+1} \sum_{l=0}^{n-s+1} \binom{n+1}{s, l} \frac{t^{(n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2 - 2}}{\Gamma((n+2)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2 - 1)} \right]. \end{aligned}$$

Итак, решения уравнения (8), соответствующие собственным значениям λ_k , имеют вид

$$\begin{aligned} T_k(t) &= \nu_k t^{\alpha-1} \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^n \sum_{l=0}^{n-s} \binom{n}{s, l} \frac{t^{n\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2}}{\Gamma((n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2)} + \\ &+ \tau_k t^{\alpha-2} \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^n \sum_{l=0}^{n-s} \binom{n}{s, l} \frac{t^{n\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2}}{\Gamma((n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2 - 1)}. \end{aligned}$$

Возвращаясь к задаче (3)–(5) заключаем, что функции

$$\begin{aligned}
 u_k(x, t) &= X_k(x)T_k(t) = \\
 &= \left(\nu_k t^{\alpha-1} \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^n \sum_{l=0}^{n-s} \binom{n}{s, l} \frac{t^{n\alpha-l\alpha_1-s\alpha_2}}{\Gamma((n+1)\alpha-l\alpha_1-s\alpha_2)} + \right. \\
 &\left. + \tau_k t^{\alpha-2} \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^n \sum_{l=0}^{n-s} \binom{n}{s, l} \frac{t^{n\alpha-l\alpha_1-s\alpha_2}}{\Gamma((n+1)\alpha-l\alpha_1-s\alpha_2-1)} \right) \sin(\pi kx)
 \end{aligned}$$

являются частными решениями уравнения (3), удовлетворяющими граничным условиям (4), что проверяется непосредственной подстановкой.

Обратимся теперь к решению задачи (3)–(5) в общем случае. Составим ряд

$$\begin{aligned}
 u(x, t) &= \sum_{k=1}^{\infty} T_k(t)X_k(x) = \\
 &= \sum_{k=1}^{\infty} \left(\nu_k t^{\alpha-1} \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^n \sum_{l=0}^{n-s} \binom{n}{s, l} \frac{t^{n\alpha-l\alpha_1-s\alpha_2}}{\Gamma((n+1)\alpha-l\alpha_1-s\alpha_2)} + \right. \\
 &\left. + \tau_k t^{\alpha-2} \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^n \sum_{l=0}^{n-s} \binom{n}{s, l} \frac{t^{n\alpha-l\alpha_1-s\alpha_2}}{\Gamma((n+1)\alpha-l\alpha_1-s\alpha_2-1)} \right) \sin(\pi kx). \quad (15)
 \end{aligned}$$

Функция $u(x, t)$ удовлетворяет граничным условиям, так как им удовлетворяют все члены ряда (15). Требуя выполнения начальных условий (5), получаем:

$$\lim_{t \rightarrow 0} D_{0t}^{\alpha-2} u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} X_k(x)\tau_k = \sum_{k=1}^{\infty} \tau_k \sin(\pi kx) = \tau(x),$$

$$\lim_{t \rightarrow 0} (D_{0t}^{\alpha-1} u(x, t) + D_{0t}^{\alpha_1-1} u(x, t)) = \sum_{k=1}^{\infty} X_k(x)\nu_k = \sum_{k=1}^{\infty} \nu_k \sin(\pi kx) = \nu(x).$$

Таким образом, в силу (9), получаем: разложимость начальной функции в ряд Фурье по синусам

$$\tau(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \tau_k \sin(\pi kx), \quad \nu(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \nu_k \sin(\pi kx) \quad (16)$$

является необходимым условием разрешимости задачи 1 в классе функций, представимых в виде ряда (15).

Представления (16) имеют место тогда и только тогда, когда

$$\tau(0) = \tau(1), \quad \nu(0) = \nu(1),$$

$$\tau_k = 2 \int_0^1 \tau(x) \sin(\pi kx) dx, \quad \nu_k = 2 \int_0^1 \nu(x) \sin(\pi kx) dx.$$

Как известно из теории рядов Фурье [16, с. 696], если функция $\tau(x)$ имеет непрерывные производные до третьего порядка и удовлетворяет условиям $\tau(0) = \tau(1) = \tau''(0) = \tau''(1)$, а $\nu(x)$ имеет непрерывные производные до второго порядка и $\nu(0) = \nu(1) = 0$, то представленная формулой (15) функция $u(x, t)$ будет обладать необходимыми производными, которые могут быть вычислены дифференцированием почленно в правой части (15).

Для обоснования метода Фурье нам понадобится лемма [17, с. 136] об асимптотических свойствах функции типа Миттаг-Леффлера $E_\rho(z; \mu) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{\Gamma(\mu + k\rho^{-1})}$.

Лемма 1. Пусть $\rho > \frac{1}{2}$, μ — вещественная постоянная и α_1 — фиксированное число из интервала $(\frac{\pi}{2\rho}, \min\{\pi, \frac{\pi}{\rho}\})$. Тогда справедливы следующие оценки:

1. Если $|\arg z| \leq \alpha_1$ и $|z| \geq 0$, то

$$|E_\rho(z; \mu)| \leq M_1 (1 + |z|)^{\rho(1-\mu)} e^{\operatorname{Re} z^\rho} + \frac{M_2}{1 + |z|},$$

2. Если $\alpha_1 \leq |\arg z| \leq \pi$ и $|z| \geq 0$, то

$$|E_\rho(z; \mu)| \leq \frac{M_2}{1 + |z|},$$

где M_1 и M_2 — постоянные, не зависящие от z .

Продолжим обоснование Метода Фурье.

Покажем, что ряд (15) и ряды производных $D_{0t}^\alpha u$, $D_{0t}^\beta u$, u_{xx} , $D_{0t}^\gamma u_{xx}$, которые получаются из него, будут равномерно сходиться.

Для доказательства равномерной сходимости ряда (15) получим следующее соотношение, при этом также будем использовать известные оценки коэффициентов Фурье [16, с. 647], свойства гамма-функции и формулу разложения тринома $(x + y + z)^n = \sum_{s=0}^n \sum_{l=0}^{n-s} \binom{n}{s, l} x^s y^l z^{n-s-l}$:

$$\begin{aligned} |u_k| &\leq \left| \nu_k t^{\alpha-1} \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^n \sum_{l=0}^{n-s} \binom{n}{s, l} \frac{t^{n\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2}}{\Gamma((n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2)} \right| + \\ &+ \left| \tau_k t^{\alpha-2} \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^n \sum_{l=0}^{n-s} \binom{n}{s, l} \frac{t^{n\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2}}{\Gamma((n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2 - 1)} \right| \leq \\ &\leq ct^{\alpha-1} |\nu_k| \left| \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^n \sum_{l=0}^{n-s} \binom{n}{s, l} \frac{t^{n\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2}}{\Gamma((n+1)\alpha - l_0\alpha_1 - s_0\alpha_2)} \right| + \\ &+ ct^{\alpha-2} |\tau_k| \left| \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^n \sum_{l=0}^{n-s} \binom{n}{s, l} \frac{t^{n\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2}}{\Gamma((n+1)\alpha - l_1\alpha_1 - s_1\alpha_2 - 1)} \right| \leq \\ &\leq ct^{\alpha-1} \frac{M_3}{k^2} \left| \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \frac{(t^\alpha + t^{\alpha-\alpha_1} + t^{\alpha-\alpha_2})^n}{\Gamma((n+1)\alpha - l_0\alpha_1 - s_0\alpha_2)} \right| + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + ct^{\alpha-2} \frac{M_4}{k^2} \left| \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \frac{(t^\alpha + t^{\alpha-\alpha_1} + t^{\alpha-\alpha_2})^n}{\Gamma((n+1)\alpha - l_1\alpha_1 - s_1\alpha_2 - 1)} \right| \leq \\
 = & t^{\alpha-1} \frac{M_5}{k^2} \left| \sum_{n=0}^{\infty} \frac{[-\lambda t^\alpha (1 + t^{-\alpha_1} + t^{-\alpha_2})]^n}{\Gamma((n+1)\alpha - l_0\alpha_1 - s_0\alpha_2)} \right| + t^{\alpha-2} \frac{M_6}{k^2} \left| \sum_{n=0}^{\infty} \frac{[-\lambda t^\alpha (1 + t^{-\alpha_1} + t^{-\alpha_2})]^n}{\Gamma((n+1)\alpha - l_1\alpha_1 - s_1\alpha_2 - 1)} \right| = \\
 = & \sum_{n=0}^{\infty} \left(t^{\alpha-1} \frac{M_5}{k^2} \left| E_{\frac{1}{\alpha}} [-\lambda t^\alpha (1 + t^{-\alpha_1} + t^{-\alpha_2}); \alpha - l_0\alpha_1 - s_0\alpha_2] \right| + \right. \\
 & \left. + t^{\alpha-2} \frac{M_6}{k^2} \left| E_{\frac{1}{\alpha}} [-\lambda t^\alpha (1 + t^{-\alpha_1} + t^{-\alpha_2}); \alpha - l_1\alpha_1 - s_1\alpha_2 - 1] \right| \right),
 \end{aligned}$$

где фиксированные $s_i, l_i \in \mathbb{N}, i = 0, 1$, такие, что

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{\Gamma((n+1)\alpha - l_0\alpha_1 - s_0\alpha_2)} &= \max_{\substack{l=0, n-s \\ s=0, n}} \left\{ \frac{1}{\Gamma((n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2)} \right\}, \\
 \frac{1}{\Gamma((n+1)\alpha - l_1\alpha_1 - s_1\alpha_2 - 1)} &= \max_{\substack{l=0, n-s \\ s=0, n}} \left\{ \frac{1}{\Gamma((n+1)\alpha - l\alpha_1 - s\alpha_2 - 1)} \right\}.
 \end{aligned}$$

Рассмотрим ряд

$$\begin{aligned}
 & \sum_{k=1}^{\infty} \left(t^{\alpha-1} \frac{M_5}{k^2} \left| E_{\frac{1}{\alpha}} [-\lambda t^\alpha (1 + t^{-\alpha_1} + t^{-\alpha_2}); \alpha - l_0\alpha_1 - s_0\alpha_2] \right| + \right. \\
 & \left. + t^{\alpha-2} \frac{M_6}{k^2} \left| E_{\frac{1}{\alpha}} [-\lambda t^\alpha (1 + t^{-\alpha_1} + t^{-\alpha_2}); \alpha - l_1\alpha_1 - s_1\alpha_2 - 1] \right| \right). \tag{17}
 \end{aligned}$$

Используя вторую оценку из леммы 1, получим

$$|u_k| \leq \frac{M_5 M_2 t^{\alpha-1}}{k^2 [1 + |\lambda t^\alpha (1 + t^{-\alpha_1} + t^{-\alpha_2})|]} + \frac{M_6 M_2 t^{\alpha-2}}{k^2 [1 + |\lambda t^\alpha (1 + t^{-\alpha_1} + t^{-\alpha_2})|]}$$

Из сходимости мажорантного ряда, имеющего порядок $\frac{1}{k^4}$, следует и равномерная сходимость ряда (17), а значит и ряда (15) при $t \geq t_0 > 0$, где t_0 — любое число.

Равномерная сходимость рядов

$$\begin{aligned}
 D_{0t}^\alpha u(x, t) &\sim \sum_{k=1}^{\infty} D_{0t}^\alpha u_k, & D_{0t}^\beta u(x, t) &\sim \sum_{k=1}^{\infty} D_{0t}^\beta u_k, \\
 u_{xx}(x, t) &\sim \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\partial^2 u_k}{\partial x^2}, & D_{0t}^\gamma u_{xx}(x, t) &\sim \sum_{k=1}^{\infty} D_{0t}^\gamma \frac{\partial^2 u_k}{\partial x^2}
 \end{aligned}$$

доказывается аналогично, и отсюда следует возможность почленного дифференцирования ряда (15) и применения обобщенного принципа суперпозиции, т. е. функция $u(x, t)$, определяемая рядом (15), удовлетворяет уравнению (3).

Таким образом, имеет место следующая теорема.

Теорема 1. Пусть $\tau \in \mathbb{C}^3[0, 1]$, $\nu \in \mathbb{C}^2[0, 1]$ и выполнены условия согласования $\tau(0) = \tau(1) = \tau''(0) = \tau''(1) = 0$, $\nu(0) = \nu(1) = 0$, тогда функция, определяемая рядом (15):

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \left(\nu_k t^{\alpha-1} \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^n \sum_{l=0}^{n-s} \binom{n}{s, l} \frac{t^{n\alpha-l\beta-s\gamma}}{\Gamma((n+1)\alpha-l\beta-s\gamma)} + \right. \\ \left. + \tau_k t^{\alpha-2} \sum_{n=0}^{\infty} (-\lambda)^n \sum_{s=0}^n \sum_{l=0}^{n-s} \binom{n}{s, l} \frac{t^{n\alpha-l\beta-s\gamma}}{\Gamma((n+1)\alpha-l\beta-s\gamma-1)} \right) \sin(\pi k x),$$

где $\tau_k = 2 \int_0^1 \tau(x) \sin(\pi k x) dx$, $\nu_k = 2 \int_0^1 \nu(x) \sin(\pi k x) dx$, $\lambda = \lambda_k = (\pi k)^2$, $1 < \alpha < 2$, $0 < \beta, \gamma < 1$, $\alpha > \beta > \gamma$, $\gamma \leq \alpha - 1 \leq \beta$, представляет регулярное решение задачи 1.

Список использованных источников

1. Чудновский А. Ф. Теплофизика почв. М.: Наука, 1976. 353 с.
2. Нахушев А. М. Дробное исчисление и его применение. М.: Физматлит, 2003. 272 с.
3. Кулик В. Я. Исследование движения почвенной влаги с точки зрения инвариантности относительно непрерывных групп преобразований // В сб. «Исследование процессов обмена энергией и веществом в системе почва-растение-воздух». Л.: Наука, 1972. 315 с.
4. Архестова С. М., Шхануков-Лафшиев М. Х. Разностные схемы для уравнения влагопереноса Аллера – Лыкова с нелокальным условием // Изв. КБНЦ РАН. 2012. Т. 3. С. 7–16.
5. Лафшиева М. М., Кереев М. А., Дышекова Р. В. Разностные схемы для уравнения влагопереноса Аллера – Лыкова с нелокальным условием // Владикавказский математический журнал. 2017. Т. 19, вып. 1. С. 50–58.
6. Геккиева С. Х. Нелокальная краевая задача для обобщенного уравнения влагопереноса Аллера – Лыкова // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2018. Т. 24, № 4. С. 19–28.
7. Кереев М. А., Нахушева Ф. М., Геккиева С. Х. Краевая задача для обобщенного уравнения влагопереноса Аллера – Лыкова с сосредоточенной теплоемкостью // Вестн. СамУ. Естественнонауч. сер. 2018. Т. 24. № 3. С. 23–29.
8. Геккиева С. Х., Кереев М. А. Краевая задача для нелокального уравнения влагопереноса Аллера – Лыкова // Итоги науки и техн. Сер. Современ. мат. и ее прил. Темат. обз. 2019. Т. 167. С. 27–33.
9. Gekkieva S. Kh., Kerefov M. A. Dirichlet boundary value problem for Aller–Lykov moisture transfer equation with fractional derivative in time. Ufa Math. J. 2019. Vol. 11. No. 2. Pp. 71–81.
10. Кереев М. А., Геккиева С. Х. Вторая краевая задача для обобщенного уравнения влагопереноса Аллера – Лыкова // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки. 2019. Т. 23, № 4. С. 607–621.
11. Кереев М. А., Геккиева С. Х. Численно-аналитический метод решения краевой задачи для обобщенных уравнений влагопереноса // Вестн. Удмуртского университета. Математика. Механика. Комп. науки. 2021. Т. 31, № 1. С. 19–34.
12. Геккиева С. Х., Кереев М. А., Нахушева Ф. М. Локальные и нелокальные краевые задачи для обобщенного уравнения Аллера – Лыкова // Уфимск. матем. журн. 2023. Т. 15, Вып. 1. С. 22–34.
13. Kilbas A. A., Srivastava H. M., Trujillo J. J. Theory and applications of fractional differential equations. North-Holland Math. Stud. Vol. 204. Elsevier, Amsterdam, 2006. 499 p.

14. *Псху А. В.* Начальная задача для линейного обыкновенного дифференциального уравнения дробного порядка // Матем. сб. 2011. Т. 202, № 4. С. 111–122.
15. *Псху А. В.* Уравнения в частных производных дробного порядка. М.: Наука, 2005. 199 с.
16. *Смирнов В. И.* Курс высшей математики. Т. 2, СПб.: БХВ-Петербург, 2008. 848 с.
17. *Джэрбашян М. М.* Интегральные преобразования и представления функций в комплексной области. М.: Наука, 1966. 672 с.

Поступила 23.01.2024; одобрена после рецензирования 07.03.2024; принята к публикации 15.03.2024.

Об авторах:

Геккиева Сакинат Хасановна, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела вычислительных методов, Институт прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН (360000, Россия, г. Нальчик, ул. Шортанова, 89А), <https://orcid.org/0000-0002-2135-2115>, gekkieva_s@mail.ru

Керефов Марат Асланбиевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова (360004, Россия, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173), <https://orcid.org/0000-0002-7442-5402>, kerefov@mail.ru

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. *Chudnovskiy A. F.* Teplofizika pochv (Thermophysics of soils). Moscow: Nauka, 1976. 353 p.
2. *Nakhushev A. M.* Drobnoe ischislenie i ego primeneniye (Fractional calculus and its applications). Moscow: Fizmatlit, 2003. 272 p.
3. *Kulik V. Ja.* Investigation of soil moisture movement from the point of view of invariance with respect to continuous transformation groups, Issledovanie processov obmena jenergiej I veshhestvom v sisteme pochva-rasteniye-vozduh (Investigation of energy and substance exchange processes in the soil-plant-air system). Leningrad: Nauka, 1972. 315 p. (in Russian).
4. *Arkhestova S. M., Shkhanukov-Lafishev M. Kh.* Difference schemes for moisture transport equation of Aller-Lykov with non-local condition. Izvestiya KBNTs RAN. 2012. No. 3 (47). Pp. 7–16. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17822798> (in Russian)
5. *Lafisheva M. M., Kerefov M. A., Dyshekova R. V.* Difference schemes for the Aller – Lykov moisture transfer equations with a nonlocal condition. Vladikavkazskiy matematicheskiy zhurnal. 2017. Vol. 19, issue 1. Pp. 50–58. <http://mi.mathnet.ru/vmj607> (in Russian)
6. *Gekkieva S. Kh.* Nonlocal boundary-value problem for the generalized Aller – Lykov moisture transport equation. Vestnik KRAUNC. Fiz.-mat. nauki. 2018. No. 4 (24). Pp. 19–28. <https://doi.org/10.18454/2079-6641-2018-24-4-19-28>. (in Russian)
7. *Kerefov M. A., Nakhusheva F. M., Gekkieva S. Kh.* Boundary value problem for the Aller – Lykov moisture transport generalized equation with concentrated heat capacity, Vestnik Samarskogo universiteta. Estestvennonauchnaya seriya. 2018. Vol. 24, No. 3. Pp. 23–29. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36731739>. (in Russian)
8. *Gekkieva S. Kh., Kerefov M. A.* Boundary-value problem for the Aller–Lykov nonlocal moisture transfer equation. Proceedings of the IV International Scientific Conference "Actual Problems of Applied Mathematics". Kabardino-Balkar Republic, Nalchik, Elbrus Region, May 22–26. 2018. Part III, Itogi Nauki i Tekhniki. Ser. Sovrem. Mat. Pril. Temat. Obz., 167, VINITI, Moscow, 2019. Pp. 27–33. <https://doi.org/10.36535/0233-6723-2019-167-27-33>

9. *Gekkieva S. Kh., Kerefov M. A.* First boundary value problem for the Aller-Lykov moisture transfer equation with a time-fractional derivative. *Ufimskiy matematicheskiy zhurnal*. 2019. Vol. 11, No. 2. Pp. 72–82. <http://mi.mathnet.ru/ufa472>. (in Russian)
10. *Kerefov M. A., Gekkieva S. Kh.* Second boundary-value problem for the generalized Aller – Lykov equation, *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya Fiziko-matematicheskiye nauki*. 2019. Vol. 23, No. 4. Pp. 607–621. <https://doi.org/10.14498/vsgtu1686>. (in Russian)
11. *Kerefov M. A., Gekkieva S. Kh.* Numerical-analytical method for solving boundary value problem for the generalized moisture transport equation. *Vestn. Udmurtsk. Univ. Mat. Mekh. Komp. Nauki*. 2021. Vol. 23, No. 1. Pp. 19–34. <https://doi.org/10.35634/vm210102>. (in Russian)
12. *Gekkieva S. Kh., Kerefov M. A., Nakhushева F. M.* Local and nonlocal boundary value problems for generalized Aller–Lykov equation. *Ufmsk. Mat. Zh.* 2023. Vol. 15, No. 1. Pp. 22–34. <https://doi.org/10.13108/2023-15-1-21>
13. *Kilbas A. A., Srivastava H. M., Trujillo J. J.* Theory and applications of fractional differential equations. North-Holland Math. Stud. Vol. 204. Elsevier, Amsterdam. 2006. 499 p.
14. *Pskhu A. V.* Initial-value problem for a linear ordinary differential equation of noninteger order. *Mat. Sb.* 2011. Vol. 202, No. 4. Pp. 111–122. <https://doi.org/10.1070/SM2011v202n04ABEH004156>
15. *Pskhu A. V.* *Uravneniya v chastnykh proizvodnykh drobnogo poryadka* (Partial differential equations of fractional order). Moscow: Nauka, 2005. 199 p.
16. *Smirnov V. I.* *Kurs vysshey matematiki* (Higher Mathematics Course). Vol. 2. SPb.: BKhV-Peterburg, 2008. 848 p.
17. *Dzhrbashyan M. M.* *Integral'nye preobrazovaniya i predstavleniya funktsiy v kompleksnoy oblasti* (Integral transformations and representations of functions in the complex domain). Moscow: Nauka, 1966. 672 p.

Submitted 23.01.2024; approved after reviewing 07.03.2024; accepted for publication 15.03.2024.

About the authors:

Sakinat Khasanovna Gekkieva, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher at the Department of Computational Methods, Institute of Applied Mathematics and Automation of Kabardin-Balkar Scientific Centre of RAS (89A, Shortanova str., Nal'chik, 360000, Russian Federation), <https://orcid.org/0000-0002-2135-2115>, gekkieva_s@mail.ru


Marat Aslanbievich Kerefov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Mathematics and Computer Science, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov (173, Chernyshevskogo str., Nal'chik, 360004, Russian Federation), <https://orcid.org/0000-0002-7442-5402>, kerefov@mail.ru


The authors have read and approved the final version of the manuscript.



МАТЕМАТИКА

УДК 517.5

 DOI: 10.47928/1726-9946-2024-24-1-23-35

 EDN: QFMIGO



Научная статья

Сильная аппроксимация функций двойными рядами Фурье в обобщённых гёльдеровых пространствах

Р. А. Ласурия, М. Р. Голава

*Абхазский государственный университет, г. Сухум, Республика Абхазия
rlasuria67@yandex.ru*



Аннотация. Исследуются некоторые вопросы сильной аппроксимации функций двойными рядами Фурье в обобщённых гёльдеровых пространствах. Установлены точные по порядку оценки функционалов сильной суммируемости двойных рядов Фурье, а также их аппроксимационные свойства в указанных пространствах.

Ключевые слова: ряд Фурье, сильная аппроксимация, гёльдеровы пространства, наилучшее приближение.

Финансирование. Работа не выполнялась в рамках фондов.

Конкурирующие интересы. Конфликтов интересов в отношении авторства и публикации нет.

Авторский вклад и ответственность. Авторы участвовали в написании статьи и полностью несут ответственность за предоставление окончательной версии статьи в печать.

Для цитирования. Ласурия Р. А., Голава М. Р. Сильная аппроксимация функций двойными рядами Фурье в обобщённых гёльдеровых пространствах // Доклады АМАН. 2024. Т. 24, № 1. С. 23–35.  DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-23-35>;  EDN: QFMIGO

© Ласурия Р. А.,
Голава М. Р., 2024





MATHEMATICS

MSC 34A08, 34B05

Original article

Strong approximation of functions by double Fourier series in generalized Hölder spaces

Robert A. Lasuria, Mariana R. Golava*Abhaszsky state university, Sukhum, Republic Abkhazia
rlasuria67@yandex.ru*

Abstract. We study some problems of strong approximation of the functions of double Fourier series in the generalized Hölder spaces. Order-accurate estimates for the strong summability functionals of double Fourier series are established, as well as their approximation properties in the indicated spaces.

Keywords: Fourier series, strong approximation, Hölder spaces, best approximation.

Funding. The work was not carried out within the framework of funds.

Competing interests. There are no conflicts of interest regarding authorship and publication.

Contribution and Responsibility. All authors contributed to this article. Authors are solely responsible for providing the final version of the article in print. The final version of the manuscript was approved by all authors.

For citation. *Lasuria R. A., Golava M. R.* Strong approximation of functions by double Fourier series in generalized Hölder spaces. *Adyghe Int. Sci. J.* 2024. Vol. 24, No. 1. Pp. 23–35.

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-23-35>; EDN: QFMIGO

© Lasuria R. A.,
Golava M. R., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

1. Обозначения и определения. Пусть $T := [-\pi, \pi]$, $T^2 = T \times T$, $C(T^2)$ – пространство непрерывных 2π -периодических по каждой из переменных x и y функций на квадрате периодов T^2 с нормой

$$\|f\|_C = \|f\|_{C(T^2)} := \max_{(x,y) \in T^2} |f(x,y)|,$$

$$S[f] := \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} \gamma_{ij} A_{ij}(f; x, y)$$

– двойной ряд Фурье функции f , где

$$\gamma_{ij} := \begin{cases} 1/4, & i = j = 0; \\ 1/2, & i > 0, j = 0 \vee i = 0, j > 0; \\ 1, & i > 0, j > 0, \end{cases}$$

$A_{ij}(f; x, y) := a_{ij}(f) \cos ix \cos jy + b_{ij}(f) \sin ix \cos jy + c_{ij}(f) \cos ix \sin jy + d_{ij}(f) \sin ix \sin jy$,

$$a_{ij}(f) := \frac{1}{\pi^2} \int_{T^2} f(x,y) \cos ix \cos jy dx dy,$$

$$b_{ij}(f) := \frac{1}{\pi^2} \int_{T^2} f(x,y) \sin ix \cos jy dx dy,$$

$$c_{ij}(f) := \frac{1}{\pi^2} \int_{T^2} f(x,y) \cos ix \sin jy dx dy,$$

$$d_{ij}(f) := \frac{1}{\pi^2} \int_{T^2} f(x,y) \sin ix \sin jy dx dy,$$

$$i, j \in \mathbb{N}_0 := \{0, 1, 2, \dots\}.$$

Пусть, далее, $r := \sqrt{h^2 + s^2}$, $h > 0$, $s > 0$, $\omega(r)$ – положительная и возрастающая по $r > 0$ функция.

$$\Delta_{hs} f(x, y) := f(x+h, y+s) - f(x, y),$$

$$H_{\omega}(T^2) := \left\{ f \in C(T^2) : |f|_{\omega(T^2)} := \sup_{r>0} \frac{\|\Delta_{hs} f\|_{C(T^2)}}{\omega(r)} < +\infty \right\}$$

– обобщённое гёльдерово пространство с нормой

$$\|f\|_{\omega} = \|f\|_{\omega(T^2)} := \|f\|_{C(T^2)} + |f|_{\omega(T^2)}.$$

В дальнейшем

$$\omega(f; t) := \sup_{\sqrt{h^2+s^2} \leq t} \|\Delta_{hs} f\|_{C(T^2)}$$

– радиальный модуль непрерывности функции $f \in C(T^2)$,

$$E_{mn}(f) := \inf_{t_{mn}} \|f - t_{mn}\|_{C(T^2)}$$

– величина наилучшего приближения функции $f \in C(T^2)$ тригонометрическими полиномами не выше m относительно переменной x и не выше n относительно y .

2. Постановка задачи. Вопросы скорости сходимости различных методов суммирования рядов Фурье функций одной переменной в гёльдеровых пространствах и их обобщениях начали рассматривать Э. Прёсдорф, Л. Лейндлер, Р. Мохопатра и П. Чандра, А. Мейер, В. Тотик [1]–[4]. Подробная библиография работ в этом направлении отражена в работе [5].

Рассмотрим последовательность функционалов сильной суммируемости рядов Фурье функций одной переменной вида

$$R_\nu^{n,(q)}(f; \alpha) = R_\nu^{n,(q)}(f; x; \alpha) := \left(\sum_{k=n}^{\infty} \alpha_k(\nu) |\rho_k(f, x)|^q \right)^{\frac{1}{q}}, \quad q > 0, \quad n \in \mathbb{N}_0, \quad (1)$$

где $\rho_n(f) = \rho_n(f; x) := f(x) - S_n(f; x)$, $S_n(f; x)$ – частичные суммы порядка n одномерного ряда Фурье, $\alpha = (\alpha_n(\nu))$, $n \in \mathbb{N}_0$, $\nu \in V \subset \mathbb{R}$, – произвольная последовательность неотрицательных функций, заданных на множестве V . Пусть, далее,

$$H_\omega(T) := \left\{ f \in C(T) : |f|_\omega := \sup_{h>0} \frac{\|\Delta_h f\|_{C(T)}}{\omega(h)} < +\infty \right\},$$

где $\Delta_h f(x) := f(x+h) - f(x)$, $\omega(t)$ – положительная и возрастающая при $t > 0$ функция. $H_\omega(T)$ – банахово пространство относительно нормы

$$\|f\|_\omega := \|f\|_{C(T)} + |f|_\omega.$$

Аппроксимационные свойства величин, подобных (1) в пространстве $H_\omega(T)$ исследовались в работах [6]–[11] (см. также [5]). Так, в работе автора [8] установлен следующий результат.

Теорема А. Пусть $0 \leq \theta < 1$, $\alpha = (\alpha_k(\nu))$, $k \in \mathbb{N}_0$, $\nu \in V$ – последовательность неотрицательных функций, невозрастающая по k при каждом фиксированном $\nu \in V$, $\omega(t)$, $\omega^*(t)$ – положительные и возрастающие при $t > 0$ функции. Тогда для каждой функции $f \in H_\omega(T) \subset H_{\omega^*}(T)$, для всех $q \geq 1$ и $n \in \mathbb{N}_0$ имеет место соотношение

$$\|R_\nu^{n,(q)}(f; \alpha)\|_{\omega^*} = O(1) \sup_{h>0} \frac{(\omega(h))^\theta}{\omega^*(h)} \times \left\{ (n+1) \alpha_n(\nu) \left(\omega\left(\frac{1}{n+1}\right) \right)^{q(1-\theta)} + \sum_{k=n}^{\infty} \alpha_k(\nu) \left(\omega\left(\frac{1}{k+1}\right) \right)^{q(1-\theta)} \right\}^{\frac{1}{q}}, \quad (2)$$

где $O(1)$ – величина, равномерно ограниченная по $n \in \mathbb{N}_0$, $\nu \in V$ и зависящая, вообще говоря, от q, f, θ .

Если $\omega^*(t) = t^\gamma$, $0 < \gamma \leq 1$, $\omega(t) = t^\alpha$, $0 < \alpha \leq 1$, то $H_{\omega^*} := H_\gamma$, $H_\omega := H_\alpha$.

Следствие А ([5], [8]). Пусть $0 \leq \gamma < \alpha \leq 1$. Тогда для каждой функции $f \in H_\alpha$, для всех $q \geq 1$ и $n \in \mathbb{N}_0$ имеют место соотношения

$$\left\| \left\{ \frac{1}{n+1} \sum_{k=0}^n |\rho_k(f)|^q \right\}^{\frac{1}{q}} \right\|_\gamma = \begin{cases} O(1) \frac{1}{(n+1)^{\alpha-\gamma}}, & \alpha - \gamma < \frac{1}{q}, \\ O(1) \left(\frac{\ln(n+1)}{n+1} \right)^{\alpha-\gamma}, & \alpha - \gamma = \frac{1}{q}, \\ O(1) \frac{1}{(n+1)^{\frac{1}{q}}}, & \alpha - \gamma > \frac{1}{q}, q > 1. \end{cases} \quad (3)$$

$$\|f\|_\omega := \|f\|_\alpha.$$

Утверждение следствия А является усилением соответствующего результата из работы [11] (следствие 3.2) в отношении сильных средних арифметических с показателем $q \geq 1$.

Введем теперь в рассмотрение последовательность функционалов сильной суммируемости двойных рядов Фурье

$$R_{\mu\nu}^{mn,(q)}(f; \alpha) = R_{\mu\nu}^{mn,(q)}(f; x, y, \alpha) := \left(\sum_{i=m}^{\infty} \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_{ij}(\mu, \nu) |\rho_{ij}(f; x, y)|^q \right)^{\frac{1}{q}}, \quad q > 0, \quad (4)$$

где $(\mu, \nu) \in E \subset \mathbb{R}^2$, $\rho_{ij}(f) = \rho_{ij}(f; x, y) := f(x, y) - S_{ij}(f; x, y)$, $S_{mn}(f) = S_{mn}(f; x, y)$ – прямоугольные частичные суммы порядков m и n по переменным x и y соответственно.

Здесь ставится задача об исследовании аппроксимационных свойств величин (4) и установлении аналогов соотношений (2) и (3) для каждой функции из $H_\omega(T^2) \subset H_{\omega^*}(T^2)$ по норме пространства $H_{\omega^*}(T^2)$.

3. Предложения и вспомогательные утверждения. Приведем утверждение относительно включения $H_\omega(T^2) \subset H_{\omega^*}(T^2)$.

Предложение 1. Пусть $\omega(r)$, $\omega^*(r)$ – положительные и возрастающие при $r > 0$ функции такие, что существуют постоянные $A > 0$ и $0 \leq \theta < 1$, при которых

$$\omega^\theta(r) \leq A\omega^*(r).$$

Тогда справедливо включение $H_\omega(T^2) \subset H_{\omega^*}(T^2)$.

Доказательство. Пусть $f \in H_\omega(T^2)$, $r = \sqrt{h^2 + s^2}$. В принятых условиях имеем

$$\begin{aligned} \sup_{r>0} \frac{\|\Delta_{hs}f\|_C}{\omega^*(r)} &\leq \sup_{r>r_0} \frac{\|\Delta_{hs}f\|_C}{\omega^*(r)} + \sup_{r\leq r_0} \frac{\|\Delta_{hs}f\|_C}{\omega^*(r)} \leq \\ &\leq \frac{2\|f\|_C}{\omega^*(r_0)} + \sup_{r\leq r_0} \frac{\|\Delta_{hs}f\|_C}{\omega^*(r)} \leq \frac{2\|f\|_C}{\omega^*(r_0)} + \sup_{r\leq r_0} \frac{\|\Delta_{hs}f\|_C}{\omega^*(r)} \cdot \frac{(\omega(r))^\theta (\omega(r))^{1-\theta}}{\omega(r)} \leq \\ &\leq A_1 + A \sup_{r\leq r_0} \frac{\|\Delta_{hs}f\|_p}{\omega(r)} \cdot (\omega(r_0))^{1-\theta} \leq A_1 + A_2 = A_3 < +\infty. \end{aligned}$$

Отсюда вытекает, что $f \in H_{\omega^*}(T^2)$.

Из предложения 1 следует, что если $\omega(r) = r^\alpha$, $\omega^*(r) = r^\gamma$, $r > 0$, $0 \leq \gamma < \alpha \leq 1$, $\theta = \frac{\gamma}{\alpha}$, то

$$\frac{(\omega(r))^\theta}{\omega^*(r)} = 1,$$

и, значит, $H_\alpha(T^2) \subset H_\gamma(T^2)$.

Приведём одно вспомогательное утверждение, не лишённое, по-видимому, и самостоятельного интереса.

Лемма 1. Пусть $0 \leq \theta < 1$. Тогда для каждой функции $f \in H_\omega(T^2)$ при всех $m, n \in \mathbb{N}_0$ и $q > 0$ справедливо неравенство

$$\left\| \left(\frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=m}^{2m} \sum_{j=n}^{2n} |\rho_{ij}(\Delta_{hs}f)|^q \right)^{\frac{1}{q}} \right\|_C \leq C_q |f|_\omega (\omega(r))^\theta \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{1-\theta}, \quad (5)$$

где $r = \sqrt{h^2 + s^2} > 0$, C_q – положительная постоянная, зависящая только от q .

Доказательство. Воспользуемся неравенством, установленным Л. Д. Гоголадзе [12]

$$\left\| \left(\frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=m}^{2m} \sum_{j=n}^{2n} |\rho_{ij}(f)|^q \right)^{\frac{1}{q}} \right\|_C \leq C_q E_{mn}(f), \quad f \in C(T^2), \quad (6)$$

В силу известного неравенства Джексона [13, с. 136],

$$E_{mn}(f) \leq C_1 \omega \left(f; \sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right),$$

где C_1 – абсолютно положительная постоянная, вследствие (6) будем иметь

$$\left\| \left(\frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=m}^{2m} \sum_{j=n}^{2n} |\rho_{ij}(f)|^q \right)^{\frac{1}{q}} \right\|_C \leq C_{q,1} \omega \left(f; \sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right). \quad (7)$$

Применяя оценку (7) к функции $\Delta_{hs}f$, находим

$$\left\| \left(\frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=m}^{2m} \sum_{j=n}^{2n} |\rho_{ij}(\Delta_{hs}f)|^q \right)^{\frac{1}{q}} \right\|_C \leq C_{q,1} \omega \left(\Delta_{hs}f; \sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right). \quad (8)$$

Вследствие же неравенств

$$\begin{aligned} \omega \left(\Delta_{hs} f; \sqrt{u^2 + v^2} \right) &\leq 2 \|\Delta_{hs} f\|_C, \\ \omega \left(\Delta_{hs} f; \sqrt{u^2 + v^2} \right) &\leq 2\omega \left(f; \sqrt{u^2 + v^2} \right) \end{aligned}$$

и условия $f \in H_\omega(T^2)$ получаем

$$\left\| \left(\frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=m}^{2m} \sum_{j=n}^{2n} |\rho_{ij}(\Delta_{hs} f)|^q \right)^{\frac{1}{q}} \right\|_C \leq 2C_{q,1} \|\Delta_{hs} f\|_C \leq 2C_{q,1} |f|_\omega \omega(r), \quad r = \sqrt{h^2 + s^2}, \quad (9)$$

и, значит,

$$\begin{aligned} \left\| \left(\frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=m}^{2m} \sum_{j=n}^{2n} |\rho_{ij}(\Delta_{hs} f)|^q \right)^{\frac{1}{q}} \right\|_C &\leq 2C_{q,1} \omega \left(f; \sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \leq \\ &\leq 2C_{q,1} |f|_\omega \omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right). \end{aligned} \quad (10)$$

Стало быть, на основании (9), (10) из (8) окончательно получаем

$$\begin{aligned} \left\| \left(\frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=m}^{2m} \sum_{j=n}^{2n} |\rho_{ij}(\Delta_{hs} f)|^q \right)^{\frac{1}{q}} \right\|_C &\leq \\ C_q |f|_\omega (\omega(r))^\theta &\left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{1-\theta}. \end{aligned}$$

Лемма 1 доказана.

4. Основные результаты и следствия. Обозначим

$$K(f, \omega, \omega^*, q, \theta) := C_q \|f\|_\omega \left(2^\theta + \sup_{r>0} \frac{(\omega(r))^\theta}{\omega^*(r)} \right), \quad r = \sqrt{h^2 + s^2}. \quad (11)$$

Сформулируем утверждение, содержащее оценку нормы величин $R_{\mu\nu}^{mn,(q)}(f; \alpha)$, определяемых равенством (4), в метрике пространства $H_{\omega^*}(T^2)$, где $f \in H_\omega(T^2)$.

Теорема 1. Пусть $0 \leq \theta < 1$, $\alpha = (\alpha_{ij}) = (\alpha_{ij}(\mu, \nu))$, $i, j \in \mathbb{N}_0$, $(\mu, \nu) \in E \subset \mathbb{R}^2$ – двойная последовательность неотрицательных функций, удовлетворяющая в каждой фиксированной точке $(\mu, \nu) \in E$ условиям

$$\alpha_{ij} - \alpha_{(i+1)j} \geq 0, \quad \alpha_{ij} - \alpha_{i(j+1)} \geq 0, \quad i, j \in \mathbb{N}_0. \quad (12)$$

Тогда для каждой функции $f \in H_\omega(T^2) \subset H_{\omega^*}(T^2)$ при всех $m, n \in \mathbb{N}_0$ и $q \geq 1$ имеет

место неравенство

$$\begin{aligned} & \|R_{\mu\nu}^{mn,(q)}(f; \alpha)\|_{\omega^*} \leq K(f, \omega, \omega^*, q, \theta) \times \\ & \times \left\{ (m+1)(n+1) \alpha_{nm} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \right. \\ & + (m+1) \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_{mj} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(j+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \\ & + (n+1) \sum_{i=m}^{\infty} \alpha_{in} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(i+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} \\ & \left. + \sum_{i=m}^{\infty} \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_{ij} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(i+1)^2} + \frac{1}{(j+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} \right\}^{\frac{1}{q}}, \end{aligned} \tag{13}$$

где $K(f, \omega, \omega^*, q, \theta)$ – множитель, определенный равенством (11).

Доказательство. Оценим величину

$$\|R_{\mu\nu}^{mn,(q)}(f; \alpha)\|_{\omega^*} = \|R_{\mu\nu}^{mn,(q)}(f; \alpha)\|_C + \sup_{r>0} \frac{\|\Delta_{hs} R_{\mu\nu}^{mn,(q)}(f; \alpha)\|_C}{\omega(r)}, \tag{14}$$

где $r = \sqrt{h^2 + s^2}$.

Применяя известное неравенство

$$\left| \|a\|_{l_q} - \|b\|_{l_q} \right| \leq \|a - b\|_{l_q}, \quad q \geq 1,$$

где

$$l_q := \left\{ a = a_{ij} : \|a\|_{l_q} := \left(\sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} |a_{ij}|^q \right)^{\frac{1}{q}} < +\infty \right\},$$

с учетом условий (12), получаем

$$\begin{aligned} \|\Delta_{hs} R_{\mu\nu}^{mn,(q)}(f; x, \alpha)\|_p & \leq \left\{ \sum_{i=m}^{\infty} \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_{ij} |\rho_{ij}(f; x+h, y+s) - \rho_{ij}(f; x, y)|^q \right\}^{\frac{1}{q}} = \\ & = \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{i=2^k m}^{2^{k+1} m} \sum_{j=2^l n}^{2^{l+1} n} \alpha_{ij} |\rho_{ij}(\Delta_{hs} f; x, y)|^q \right\}^{\frac{1}{q}}. \end{aligned}$$

В силу леммы 1 имеем

$$|\Delta_{hs} R_{\mu\nu}^{mn,(q)}(f; x, y; \alpha)| \leq$$

$$\begin{aligned}
 &\leq \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{l=0}^{\infty} \alpha_{(2^k m)(2^l n)} (2^k m + 1) (2^l n + 1) \left(C_q |f| (\omega(r))^\theta \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{1-\theta} \right)^q \right\}^{\frac{1}{q}} = \\
 &\leq C_q |f|_\omega (\omega(r))^\theta \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{l=0}^{\infty} \alpha_{(2^k m)(2^l n)} (2^k m + 1) (2^l n + 1) \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} \right\}^{\frac{1}{q}} = \\
 &= C_q |f|_\omega (\omega(r))^\theta \left\{ (m+1)(n+1) \alpha_{mn} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \right. \\
 &\quad + (m+1) \sum_{l=1}^{\infty} \alpha_{m(2^l n)} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(2^l n + 1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} (2^{l-1} n + 1) + \\
 &\quad + (n+1) \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_{(2^k m)n} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(2^k m + 1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} (2^{k-1} m + 1) + \\
 &\quad \left. + \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{l=1}^{\infty} \alpha_{(2^k m)(2^l n)} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(2^k m + 1)^2} + \frac{1}{(2^l n + 1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} (2^{k-1} m + 1) (2^{l-1} n + 1) \right\}^{\frac{1}{q}} = \\
 &= C_q |f|_\omega (\omega(r))^\theta \left\{ (m+1)(n+1) \alpha_{mn} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \right. \\
 &\quad + (m+1) \sum_{l=1}^{\infty} \sum_{j=2^{l-1} n}^{2^l n} \alpha_{m(2^l n)} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(2^l n + 1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \\
 &\quad + (n+1) \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{i=2^{k-1} m}^{2^k m} \alpha_{(2^k m)n} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(2^k m + 1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \\
 &\quad \left. + \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{l=1}^{\infty} \sum_{i=2^{k-1} m}^{2^k m} \sum_{j=2^{l-1} n}^{2^l n} \alpha_{(2^k m)(2^l n)} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(2^k m + 1)^2} + \frac{1}{(2^l n + 1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} \right\}^{\frac{1}{q}} = \\
 &= C_q |f|_\omega (\omega(r))^\theta \left\{ (m+1)(n+1) \alpha_{mn} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \right. \\
 &\quad + (m+1) \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_{mj} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(j+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + (n+1) \sum_{i=m}^{\infty} \alpha_{in} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(i+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \\
 &\quad \left. + \sum_{i=m}^{\infty} \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_{ij} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(i+1)^2} + \frac{1}{(j+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} \right\}^{\frac{1}{q}}.
 \end{aligned}$$

Вследствие этого получаем

$$\begin{aligned}
& \|R_{\mu\nu}^{mn,(q)}(f; \alpha)\|_{\omega^*} \leq C_q |f|_{\omega} \sup_{r>0} \frac{(\omega(r))^\theta}{\omega^*(r)} \times \\
& \times \left\{ (m+1)(n+1) \alpha_{mn} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \right. \\
& + (m+1) \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_{mj} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(j+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \\
& + (n+1) \sum_{i=m}^{\infty} \alpha_{in} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(i+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \\
& \left. + \sum_{i=m}^{\infty} \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_{ij} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(i+1)^2} + \frac{1}{(j+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} \right\}^{\frac{1}{q}}. \tag{15}
\end{aligned}$$

С помощью аналогичных рассуждений, учитывая (7) находим

$$\begin{aligned}
& \|R_{\mu\nu}^{mn,(q)}(f; \alpha)\|_C \leq C_q \left\{ (m+1)(n+1) \alpha_{mn} \left(\omega \left(f; \sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^q + \right. \\
& + (m+1) \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_{mj} \left(\omega \left(f; \sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(j+1)^2}} \right) \right)^q + \\
& + (n+1) \sum_{i=m}^{\infty} \alpha_{in} \left(\omega \left(f; \sqrt{\frac{1}{(i+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^q + \\
& \left. + \sum_{i=m}^{\infty} \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_{ij} \left(\omega \left(f; \sqrt{\frac{1}{(i+1)^2} + \frac{1}{(j+1)^2}} \right) \right)^q \right\}^{\frac{1}{q}}. \tag{16}
\end{aligned}$$

Вследствие неравенств

$$\begin{aligned}
& \omega \left(f; \sqrt{u^2 + v^2} \right)_p \leq 2 \|f\|_C, \\
& \omega \left(f; \sqrt{u^2 + v^2} \right) \leq |f|_{\omega} \omega \left(\sqrt{u^2 + v^2} \right),
\end{aligned}$$

где $f \in H_{\omega}(T^2)$, из (16) получаем

$$\|R_{\mu\nu}^{mn,(q)}(f; \alpha)\|_C \leq C_q 2^\theta \|f\|_{\omega} \left\{ (m+1)(n+1) \alpha_{mn} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \right.$$

$$\begin{aligned}
 & + (m+1) \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_{mj} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(j+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \\
 & + (n+1) \sum_{i=m}^{\infty} \alpha_{in} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(i+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} + \\
 & + \left. \sum_{i=m}^{\infty} \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_{ij} \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(i+1)^2} + \frac{1}{(j+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} \right\}^{\frac{1}{q}}. \quad (17)
 \end{aligned}$$

Сопоставляя соотношения (15), (17) с (14), окончательно приходим к соотношению (13). Теорема 1 доказана.

Полагая в соотношении (13) $m = 0$, $n = 0$, $R_{\mu\nu}^{(q)}(f; \alpha) := R_{\mu\nu}^{00,(q)}(f; \alpha)$ получаем такое утверждение.

Следствие 1. Пусть $0 \leq \theta < 1$ и последовательность α удовлетворяет условиям (12). Тогда для каждой функции $f \in H_{\omega}(T^2) \subset H_{\omega^*}(T^2)$, при всех $q \geq 1$ справедливо неравенство

$$\|R_{\mu\nu}^{(q)}(f; \alpha)\|_{\omega^*} \leq K(f, \omega, \omega^*, q, \theta) \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} \alpha_{ij}(\mu, \nu) \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(i+1)^2} + \frac{1}{(j+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} \right\}^{\frac{1}{q}}. \quad (18)$$

Пусть теперь

$$\alpha = \alpha_{ij}(m+1, n+1) := \begin{cases} \frac{1}{(m+1)(n+1)}, & 0 \leq i \leq m; 0 \leq j \leq n, \\ 0, & i > m, j > n. \end{cases}$$

В этом случае для сильных средних арифметических с показателем $q \geq 1$ для каждой функции $f \in H_{\omega}(T^2) \subset H_{\omega^*}(T^2)$ из (18) получаем оценку

$$\begin{aligned}
 & \left\| \left(\frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n |\rho_{ij}(f)| \right)^{\frac{1}{q}} \right\|_{\omega^*} \leq \\
 & \leq K(f, \omega, \omega^*, q, \theta) \left\{ \frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n \left(\omega \left(\sqrt{\frac{1}{(i+1)^2} + \frac{1}{(j+1)^2}} \right) \right)^{q(1-\theta)} \right\}^{\frac{1}{q}}. \quad (19)
 \end{aligned}$$

Если же $\alpha = \alpha_{ij}(\mu, \nu) = (1-\mu)(1-\nu)\mu^i\nu^j$, $0 < \mu < 1$, $0 < \nu < 1$, то из (18) следует соответствующая оценка для сильных средних Абе́ля – Пуассона.

Пусть, далее, $\theta = \frac{\gamma}{\alpha}$. Тогда в случае пространств Липшица – Гёльдера $H_{\gamma}(T^2)$ для сильных средних арифметических на основании неравенства (19) получаем такое утверждение.

Следствие 2. Пусть $0 \leq \gamma < \alpha \leq 1$, $q \geq 1$. Тогда для каждой функции $f \in H_\alpha(T^2)$ имеют место соотношения

$$\left\| \left(\frac{1}{(m+1)(n+1)} \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n |\rho_{ij}(f)|^q \right)^{\frac{1}{q}} \right\|_\gamma = \begin{cases} O(1) \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right)^{\alpha-\gamma}, & \alpha - \gamma < 1, \\ O(1) \left(\sqrt{\left(\frac{\ln(m+1)}{m+1}\right)^2 + \left(\frac{\ln(n+1)}{n+1}\right)^2} \right)^{\alpha-\gamma}, & \alpha - \gamma = \frac{1}{q}, \\ O(1) \left(\sqrt{\frac{1}{(m+1)^2} + \frac{1}{(n+1)^2}} \right)^{\frac{1}{q}}, & \alpha - \gamma > \frac{1}{q}, \quad (q > 1). \end{cases}$$

Замечание. Все определения и утверждения данной работы сохраняют силу и в N -мерном случае при $N > 2$ и доказываются аналогичным образом.

Список использованных источников

1. Prössdorf S. Zur Konvergenz der Fourierreihen Hölderstetiger. Math. Nachr. 1975. Vol. 69. Pp. 7–14.
2. Leindler L. Generalizations of Prössdorf's theorems. Stud. Math. Hung. 1979. Vol. 14. Pp. 431–439.
3. Mohapatra R., Chandra P. Degree of approximation of functions in the Hölder metric. Acta Math. Hung. 1983. Vol. 41, No. 1–2. Pp. 67–74.
4. Leindler L., Meir A., Totik V. On approximations of continuous functions in Lipschitz norms. Acta Math. Hung. 1985. Vol. 45, No. 3–4. Pp. 441–443.
5. Ласурия Р. А. Аппроксимация и группы отклонений рядов Фурье в обобщенных гёльдеровых пространствах // АГУ, К.: МИТРА, 2017. 288 с.
6. Gorzenska M., Lesiniewicz M., Rempulska L. Strong approximation of functions in Hölder spaces. Acta Sci. Math. (Szeged). 1993. Vol. 58. Pp. 233–241.
7. Gorzenska M., Lesiniewicz M., Rempulska L. Strong approximation in Hölder norms. Math. Nachr. 1994. Vol. 170. Pp. 127–132.
8. Ласурия Р. А. Оценки группы уклонений в обобщённой гёльдеровой метрике // Укр. мат. журн. 2001. Вып. 53, № 9. С. 1210–1217.
9. Ласурия Р. А. Группы отклонений рядов Фурье в обобщенных гёльдеровых пространствах // Укр. мат. журн. 2016. Вып. 68, № 8. С. 1056–1067.
10. Szal B. On the strong approximation by matrix mean in the generalized Hölder metric. Rendiconti del Circ. / Math. di Palermo. 2007. Vol. 56, No. 2. Pp. 287–304.
11. Szal B. On the rate of strong summability by matrix means in the generalized Hölder metric. J. of Inequal in pure and appl. Math. 2008. Vol. 9, No. 1. Pp. 1–27.
12. Гоголадзе Л. Д. О сильном суммировании простых и кратных тригонометрических рядов Фурье. Некоторые вопросы теории функций. Тб. ун-т. 1981. С. 5–30
13. Тиман М. Ф. Аппроксимация и свойства периодических функций. К.: Наук. думка, 2009. 376 с.

Поступила 05.12.2023; одобрена после рецензирования 21.02.2024; принята к публикации 01.03.2024.

Об авторах:

Ласурия Роберт Андреевич, доктор физико-математических наук, член-корреспондент АНУ, профессор, Лауреат Государственной премии им. Г. А. Дзидзария в области естественных наук, заслуженный работник Высшей школы Республики Абхазия, ORCID: 0000-0003-2388-6070, rlasuria67@yandex.ru

Голава Мариана Рамиковна, преподаватель, соискатель кафедры математического анализа, физико-математического факультета, Абхазский государственный университет (г. Сухум, Республика Абхазия), ORCID: 0000-0002-8704-6444, marianagolava@yandex.ru

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. *Prössdorf S.* Zur Konvergenz der Fourierreihen Hölderstetiger. *Math. Nachr.* 1975. Vol. 69. Pp. 7–14.
2. *Leindler L.* Generalizations of Prössdorf's theorems. *Stud. Math. Hung.* 1979. Vol. 14. Pp. 431–439.
3. *Mohapatra R., Chandra P.* Degree of approximation of functions in the Hölder metric. *Acta Math. Hung.* 1983. Vol. 41, No. 1–2. Pp. 67–74.
4. *Leindler L., Meir A., Totik V.* On approximations of continuous functions in Lipschitz norms. *Acta Math. Hung.* 1985. Vol. 45, No. 3–4. P. 441–443.
5. *Lasuria R. A.* *Approksimaciya i gruppy otklonenij ryadov Fur'e v obobshchennyh gyl'derovyh prostranstvah* [Approximation and deviation groups of Fourier series in generalized Hölder spaces]. AGU, K.: MITRA, 2017. 288 p. (in Russian)
6. *Gorzenska M., Lesiniewicz M., Rempulska L.* Strong approximation of functions in Hölder spaces. *Acta Sci. Math. (Szeged)*. 1993. Vol. 58. P. 233–241.
7. *Gorzenska M., Lesiniewicz M., Rempulska L.* Strong approximation in Hölder norms. *Math. Nachr.* 1994. Vol. 170. Pp. 127–132.
8. *Lasuria R. A.* Estimates of the evasion group in the generalized Hölder metric. *Ukr. mat. zhurn.* 2001. Vol. 53, No. 9. Pp. 1210–1217. (in Russian)
9. *Lasuria R. A.* Deviation groups of Fourier series in generalized Hölder spaces. *Ukr. mat. jurn.* 2016. Vol. 68, No. 8. Pp. 1056–1067. (in Russian)
10. *Szal B.* On the strong approximation by matrix mean in the generalized Hölder metric. *Rendiconti del Circ. / Math. di Polermo*. 2007. Vol. 56, No. 2. Pp. 287–304.
11. *Szal B.* On the rate of strong summability by matrix means in the generalized Hölder metric. *J. of inequal in pure and appl. Math.* 2008. Vol. 9, No. 1. Pp. 1–27.
12. *Gogoladze L. D.* On strong summation of simple and multiple trigonometric Fourier series. Some questions of the theory of functions. *Tb. un. university*. 1981. Pp. 5–30. (in Russian)
13. *Timan M. F.* *Approksimaciya i svoystva periodicheskikh funkcij* [Approximation and properties of periodic functions]. K.: Nauk. Dumka, 2009. 376 p.

Submitted 05.12.2023; approved after reviewing 21.02.2024; accepted for publication 01.03.2024.

About the authors:

Robert Andreevich Lasuriya, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Corresponding Member of the Academy of Sciences of Ukraine, Professor, Laureate of the State Prize named after G.A. Dzidzarya in the field of natural sciences, honored worker of the Higher School of the Republic of Abkhazia, ORCID: 0000-0003-2388-6070, rlasuria67@yandex.ru

Mariana Ramikovna Golava, Teacher, competitor of the Department of Mathematical Analysis, Physics and Mathematics Faculty, Abhaszsky state university, Sukhum, the Republic of Abkhazia, ORCID: 0000-0002-8704-6444, marianagolava@yandex.ru

The authors have read and approved the final version of the manuscript.



МАТЕМАТИКА

УДК 517.58

DOI: 10.47928/1726-9946-2024-24-1-36-44

EDN: RMXQDU



Научная статья

Некоторые формулы дробного интегрирования от одной функции Фокса с пятью параметрами

Ф. Г. Хуштова

*Институт прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН г. Нальчик, Россия
khushtova@yandex.ru*

Аннотация. В работе получены формулы дробного интегрирования Римана–Лиувилля и Эрдейи–Кобера от одной специальной функции Фокса, содержащей пять параметров. Приводится интегральное представление рассматриваемой функции через интеграл Меллина–Барнса, выписываются условия, при которых он сходится абсолютно, и асимптотические разложения для этой функции при большом и малом значениях аргумента. Доказываемые в работе формулы получены с использованием указанного интегрального представления Меллина–Барнса и известных формул интегрирования от степенных функций. При частных значениях параметров рассматриваемая функция переходит в некоторые известные элементарные и специальные функции.

Ключевые слова: функция Фокса, дробное интегрирование Римана–Лиувилля, дробное интегрирование Эрдейи–Кобера.

Финансирование. Работа не выполнялась в рамках фондов.

Конкурирующие интересы. Конфликтов интересов в отношении авторства и публикации нет.

Авторский вклад и ответственность. Автор участвовал в написании статьи и полностью несет ответственность за предоставление окончательной версии статьи в печать.

Для цитирования. Хуштова Ф. Г. Некоторые формулы дробного интегрирования от одной функции Фокса с пятью параметрами // Доклады АМАН. 2024. Т. 24, № 1. С. 36–44.

 DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-36-44>; EDN: RMXQDU

© Хуштова Ф. Г., 2024



MATHEMATICS

MSC 32A10; 32A37

Original article

On some formulas for fractional integration of one Fox function with five parameters

Fatima G. Khushtova

*Institute of Applied Mathematics and Automation of KBSC RAS Nalchik, Russia
khushtova@yandex.ru*

Abstract. The study obtained Riemann–Liouville and Erdelyi–Kober formulas for fractional integration of five-parameter special Fox function. The paper gives an integral representation of the function under consideration in terms of the Mellin–Barnes integral, conditions for absolute convergence, and asymptotic expansions both for large and small values of the argument. We obtained the formulas proved, using the above integral representation and known power rules for integration. For partial parameters, we got some well-known elementary and special functions.



Keywords: Fox function, Riemann–Liouville fractional integration, Erdelyi–Kober fractional integration.

Funding. The work was not carried out within the framework of funds.

Competing interests. There are no conflicts of interest regarding authorship and publication.

Contribution and Responsibility. The author participated in the writing of the article and is fully responsible for submitting the final version of the article to the press.

For citation. *Khushtova F. G.* On some formulas for fractional integration of one Fox function with five parameters. *Adyghe Int. Sci. J.* 2024. Vol. 24, No. 1. Pp. 36–44.

 DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-36-44>;  EDN: RMXQDU

© Khushtova F. G., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

1. Введение. Решения многих задач математической физики, техники и экономики выражаются через так называемые специальные функции. Объектом исследования данной работы является специальная функция гипергеометрического типа, зависящая от пяти параметров. Основные свойства этой функции, такие как представление через интеграл Меллина–Барнса, представление через степенные ряды, асимптотические свойства при большом и малом значениях аргумента, формулы дифференцирования целого порядка, некоторые рекуррентные соотношения были рассмотрены в работе [1]. В этой работе для нее докажем некоторые формулы дробного интегрирования.

2. Вспомогательные сведения. Далее

$$\Gamma(s) = \int_0^{\infty} e^{-t} t^{s-1} dt, \quad \operatorname{Re} s > 0, \quad (1)$$

– *гамма-функция* [2, с. 15], [3, с. 5], [4, с. 11],

$$B(a, b) = \int_0^1 t^{a-1} (1-t)^{b-1} dt, \quad \operatorname{Re} a > 0, \quad \operatorname{Re} b > 0, \quad (2)$$

– *бета-функция* [2, с. 23], [3, с. 5], [4, с. 25]. Функции (1) и (2) связаны формулой [3, с. 9]

$$B(a, b) = \frac{\Gamma(a)\Gamma(b)}{\Gamma(a+b)}.$$

Пусть $\varphi(x) \in L(a, b)$, $\alpha > 0$.

Определение 2.1. *Операторы дробного интегрирования Римана–Лиувилля* порядка α от функции $\varphi(x)$ определяются по формулам [5, с. 9], [6, с. 14]

$$D_{ax}^{-\alpha} \varphi(t) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x (x-t)^{\alpha-1} \varphi(t) dt,$$

$$D_{bx}^{-\alpha} \varphi(t) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_x^b (t-x)^{\alpha-1} \varphi(t) dt.$$

В монографиях [7, с. 42], [8, с. 44], [9, с. 69] для операторов дробного интегрирования Римана–Лиувилля приняты обозначения $(I_{a+}^{\alpha} \varphi)(x)$, $(I_{b-}^{\alpha} \varphi)(x)$ соответственно.

Определение 2.2. *Операторы дробного интегрирования Эрдейи–Кобера* от функции $\varphi(x)$ определяются по формулам [7, с. 246], [8, с. 46], [9, с. 105]:

$$I_{0+;2,\beta}^{\alpha} \varphi(x) = \frac{2}{\Gamma(\alpha)} x^{-2(\alpha+\beta)} \int_0^x (x^2 - t^2)^{\alpha-1} t^{2\beta+1} \varphi(t) dt,$$

$$I_{-;2,\beta}^{\alpha} \varphi(x) = \frac{2}{\Gamma(\alpha)} x^{2\beta} \int_x^{\infty} (t^2 - x^2)^{\alpha-1} t^{1-2(\alpha+\beta)} \varphi(t) dt.$$

Известны равенства [10, с. 238]

$$\int_0^x (x^p - t^p)^{a-1} t^{b-1} dt = x^{p(a-1)+b} p^{-1} B\left(a, \frac{b}{p}\right), \quad p > 0, \operatorname{Re} a > 0, \operatorname{Re} b > 0, \quad (3)$$

$$\int_x^\infty (x^p - t^p)^{a-1} t^{b-1} dt = x^{p(a-1)+b} p^{-1} B\left(a, 1 - a - \frac{b}{p}\right), \quad p > 0, 1 - \operatorname{Re} b/p > \operatorname{Re} a > 0. \quad (4)$$

3. Функция Фокса с пятью параметрами. Пусть $0 < \rho \leq 2$, $\omega > 0$, μ , σ и $\nu \in \mathbb{C}$, $\operatorname{Re}(\sigma + \nu) > 0$. Рассмотрим функцию от комплексного переменного z

$$\mathcal{J}_\nu^{\rho, \mu, \sigma, \omega}(z) = H_{2,3}^{2,1} \left[\left(\frac{z}{2}\right)^\omega \mid \begin{matrix} (1 - \sigma/\omega, 1), (\mu - \rho\sigma/\omega, \rho) \\ (\nu/2, \omega/2), (1 - \sigma/\omega, 1), (-\nu/2, \omega/2) \end{matrix} \right], \quad (5)$$

где $H_{2,3}^{2,1}[\dots]$ – *H-функция Фокса* [11, с. 528], [12, с. 1], [13, с. 2], [9, с. 58].

Для функции (5) имеет место представление через интеграл Меллина–Барнса

$$\mathcal{J}_\nu^{\rho, \mu, \sigma, \omega}(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \Theta(s) \left(\frac{z}{2}\right)^{-\omega s} ds, \quad (6)$$

где

$$\Theta(s) = \frac{\Gamma(\nu/2 + \omega s/2) \Gamma(1 - \sigma/\omega + s) \Gamma(\sigma/\omega - s)}{\Gamma(\mu - \rho\sigma/\omega + \rho s) \Gamma(1 + \nu/2 - \omega s/2)},$$

$$L = (\gamma - i\infty, \gamma + i\infty), \quad \gamma_1 < \gamma < \gamma_2,$$

$$\gamma_1 = -\min\{\operatorname{Re} \nu/\omega, 1 - \operatorname{Re} \sigma/\omega\}, \quad \gamma_2 = \operatorname{Re} \sigma/\omega.$$

Интеграл (6) абсолютно сходится, если:

$$\rho < 2, \quad |\arg z| < \pi(1 - \rho/2)/\omega, \quad z \neq 0,$$

$$\rho \leq 2, \quad |\arg z| = \pi(1 - \rho/2)/\omega, \quad (\rho - \omega)\gamma > \rho \operatorname{Re} \sigma/\omega - \operatorname{Re} \mu + 1/2, \quad z \neq 0.$$

Справедливы асимптотические разложения

$$\mathcal{J}_\nu^{\rho, \mu, \sigma, \omega}(z) = a_0 \left(\frac{z}{2}\right)^\nu + b_0 \left(\frac{z}{2}\right)^{\omega - \sigma} + o(z^\delta), \quad z \rightarrow 0, \quad (7)$$

где $\delta = \min\{\operatorname{Re} \nu, \omega - \operatorname{Re} \sigma\}$,

$$a_0 = \frac{2 \Gamma(1 - (\nu + \sigma)/\omega) \Gamma((\nu + \sigma)/\omega)}{\omega \Gamma(\mu - \rho(\nu + \sigma)/\omega) \Gamma(1 + \nu)}, \quad b_0 = \frac{\Gamma((\nu + \sigma - \omega)/2)}{\Gamma(\mu - \rho) \Gamma(1 + (\nu - \sigma + \omega)/2)},$$

и

$$\mathcal{J}_\nu^{\rho, \mu, \sigma, \omega}(z) = c_0 \left(\frac{z}{2}\right)^{-\sigma} + o(z^{-\sigma}), \quad z \rightarrow \infty, \quad (8)$$

где

$$c_0 = \frac{\Gamma((\nu + \sigma)/2)}{\Gamma(\mu) \Gamma(1 + (\nu - \sigma)/2)}.$$

4. Основные результаты. Используя интегральное представление (6), доказываются следующие свойства функции (5).

Свойство 4.1. Для любых $\operatorname{Re} \alpha > 0$, $\operatorname{Re} \mu > 0$ справедлива формула

$$D_{0z}^{-\alpha} t^{\mu-\rho\sigma/\omega-1} \mathcal{J}_{\nu}^{\rho,\mu,\sigma,\omega}(\lambda t^{-\rho/\omega}) dt = z^{\mu+\alpha-\rho\sigma/\omega-1} \mathcal{J}_{\nu}^{\rho,\mu+\alpha,\sigma,\omega}(\lambda z^{-\rho/\omega}). \quad (9)$$

Доказательство. Формула (9) и ее доказательство приведены в работе [1].

Свойство 4.2. Для любых $\operatorname{Re} \alpha > 0$, $\operatorname{Re} \mu > 0$ справедлива формула

$$\begin{aligned} D_{bz}^{-\alpha} (b-t)^{\mu-\rho\sigma/\omega-1} \mathcal{J}_{\nu}^{\rho,\mu,\sigma,\omega}((b-t)^{-\rho/\omega}) dt = \\ = (b-z)^{\mu+\alpha-\rho\sigma/\omega-1} \mathcal{J}_{\nu}^{\rho,\mu+\alpha,\sigma,\omega}((b-z)^{-\rho/\omega}). \end{aligned} \quad (10)$$

Доказательство. Интеграл в левой части (10) простой заменой переменной интегрирования $t = b - \tau$ сводится к интегралу в (9) с переменным верхним пределом $b - z$.

Свойство 4.3. Пусть $\operatorname{Re} q > 0$ и выполняются условия $-1 < \operatorname{Re} \nu < \omega - \operatorname{Re} \sigma$, либо $\omega - \operatorname{Re} \nu < \operatorname{Re} \sigma < 2 + \omega + \operatorname{Re} \nu$. Тогда справедлива формула

$$\frac{2^{1-q}}{\Gamma(q)} \int_0^z (z^2 - t^2)^{q-1} t^{\nu+1} \mathcal{J}_{\nu}^{\rho,\mu,\sigma,\omega}(t) dt = z^{\nu+q} \mathcal{J}_{\nu+q}^{\rho,\mu,\sigma-q,\omega}(z). \quad (11)$$

Доказательство. Если $\operatorname{Re} \nu < \omega - \operatorname{Re} \sigma$, то из (7) следует, что функция $t^{\nu+1} \mathcal{J}_{\nu}^{\rho,\mu,\sigma,\omega}(t)$ при $t \rightarrow 0$ имеет порядок $t^{2\nu+1}$, откуда для сходимости интеграла в (11) необходимо, чтобы $\operatorname{Re} \nu > -1$. Если $\operatorname{Re} \nu > \omega - \operatorname{Re} \sigma$, то функция $t^{\nu+1} \mathcal{J}_{\nu}^{\rho,\mu,\sigma,\omega}(t)$ при $t \rightarrow 0$ имеет порядок $t^{\omega+\nu-\sigma+1}$. В этом случае необходимо условие $\operatorname{Re} \sigma < 2 + \omega + \operatorname{Re} \nu$.

Из представления (6) имеем

$$\int_0^z (z^2 - t^2)^{q-1} t^{\nu+1} \mathcal{J}_{\nu}^{\rho,\mu,\sigma,\omega}(t) dt = \frac{1}{2\pi i} \int_0^z (z^2 - t^2)^{q-1} t^{\nu+1} \int_L \Theta(s) \left(\frac{t}{2}\right)^{-\omega s} ds dt. \quad (12)$$

Меняя в (12) порядок интегрирования, получим

$$\int_0^z (z^2 - t^2)^{q-1} t^{\nu+1} \mathcal{J}_{\nu}^{\rho,\mu,\sigma,\omega}(t) dt = \frac{1}{2\pi i} \int_L 2^{\omega s} \Theta(s) \int_0^z (z^2 - t^2)^{q-1} t^{\nu+1-\omega s} dt ds. \quad (13)$$

Внутренний интеграл по формуле (3) равен

$$\int_0^z (z^2 - t^2)^{q-1} t^{\nu+1-\omega s} dt = z^{2q+\nu-\omega s} \frac{\Gamma(q)\Gamma(1+\nu/2-\omega s/2)}{2\Gamma(1+\nu/2+q-\omega s/2)}.$$

Подставляя найденное значение в (13) и меняя переменную интегрирования по формуле $s = q/\omega + \tau$, находим

$$\int_0^z (z^2 - t^2)^{q-1} t^{\nu+1} \mathcal{J}_{\nu}^{\rho,\mu,\sigma,\omega}(t) dt = \frac{2^{q-1}\Gamma(q)}{2\pi i} z^{\nu+q} \int_{L_1} \Theta_1(\tau) \left(\frac{z}{2}\right)^{-\omega\tau} d\tau, \quad (14)$$

где

$$\Theta_1(\tau) = \frac{\Gamma((\nu + q)/2 + \omega\tau/2) \Gamma(1 - (\sigma - q)/\omega + \tau) \Gamma((\sigma - q)/\omega - \tau)}{\Gamma(\mu - \rho(\sigma - q)/\omega + \rho\tau) \Gamma(1 + (\nu + q)/2 - \omega\tau/2)},$$

$$L_1 = (\gamma - i\infty, \gamma + i\infty), \quad \gamma_3 < \gamma < \gamma_4,$$

$$\gamma_3 = -\min\{\operatorname{Re}(\nu + q)/\omega, 1 - \operatorname{Re}(\sigma - q)/\omega\}, \quad \gamma_4 = \operatorname{Re}(\sigma - q)/\omega.$$

Сравнивая правую часть (14) с представлением (6), приходим к (11).

Свойство 4.4. Пусть $\operatorname{Re}(\nu + \sigma)/2 > \operatorname{Re} q > 0$. Тогда справедлива формула

$$\frac{2^{1-q}}{\Gamma(q)} \int_z^\infty (t^2 - z^2)^{q-1} t^{1-\nu} \mathcal{J}_\nu^{\rho, \mu, \sigma, \omega}(t) dt = z^{q-\nu} \mathcal{J}_{\nu-q}^{\rho, \mu, \sigma-q, \omega}(z). \quad (15)$$

Доказательство. Из формулы (8) следует, что функция $(t^2 - z^2)^{q-1} t^{1-\nu} \mathcal{J}_\nu^{\rho, \mu, \sigma, \omega}(t)$ при $t \rightarrow \infty$ имеет порядок $t^{2q-\nu-\sigma-1}$. Сходимость интеграла в (15) при этом обеспечивают условия $\operatorname{Re}(\nu + \sigma)/2 > \operatorname{Re} q > 0$.

Из представления (6) имеем

$$\int_z^\infty (t^2 - z^2)^{q-1} t^{1-\nu} \mathcal{J}_\nu^{\rho, \mu, \sigma, \omega}(t) dt = \frac{1}{2\pi i} \int_z^\infty (t^2 - z^2)^{q-1} t^{1-\nu} \int_L \Theta(s) \left(\frac{t}{2}\right)^{-\omega s} ds dt. \quad (16)$$

Меняя в (16) порядок интегрирования, получим

$$\int_z^\infty (t^2 - z^2)^{q-1} t^{1-\nu} \mathcal{J}_\nu^{\rho, \mu, \sigma, \omega}(t) dt = \frac{1}{2\pi i} \int_L 2^{\omega s} \Theta(s) \int_z^\infty (z^2 - t^2)^{q-1} t^{1-\nu-\omega s} dt ds. \quad (17)$$

Внутренний интеграл по формуле (4) равен

$$\int_z^\infty (z^2 - t^2)^{q-1} t^{1-\nu-\omega s} dt = z^{2q-\nu-\omega s} \frac{\Gamma(q) \Gamma(\nu/2 - q + \omega s/2)}{2 \Gamma(\nu/2 + \omega s/2)}.$$

Подставляя найденное значение в (17) и меняя переменную интегрирования по формуле $s = q/\omega + \tau$, находим

$$\int_z^\infty (t^2 - z^2)^{q-1} t^{1-\nu} \mathcal{J}_\nu^{\rho, \mu, \sigma, \omega}(t) dt = \frac{2^{q-1} \Gamma(q)}{2\pi i} z^{q-\nu} \int_{L_2} \Theta_2(\tau) \left(\frac{z}{2}\right)^{-\omega\tau} d\tau, \quad (18)$$

где

$$\Theta_2(\tau) = \frac{\Gamma((\nu - q)/2 + \omega\tau/2) \Gamma(1 - (\sigma - q)/\omega + \tau) \Gamma((\sigma - q)/\omega - \tau)}{\Gamma(\mu - \rho(\sigma - q)/\omega + \rho\tau) \Gamma(1 + (\nu - q)/2 - \omega\tau/2)},$$

$$L_2 = (\gamma - i\infty, \gamma + i\infty), \quad \gamma_5 < \gamma < \gamma_6,$$

$$\gamma_5 = -\min\{\operatorname{Re}(\nu - q)/\omega, 1 - \operatorname{Re}(\sigma - q)/\omega\}, \quad \gamma_6 = \operatorname{Re}(\sigma - q)/\omega.$$

Сравнивая правую часть (18) с представлением (6), приходим к (15).

Свойства 4.1–4.2 в случае $\omega = 2$ доказаны в работе [14].

4. Некоторые частные случаи функции (6). Придавая параметрам ρ , μ , σ и ω в (6) соответствующие частные значения, нетрудно получить некоторые известные элементарные и специальные функции. Например,

$$\mathcal{J}_\nu^{1,1,1+\nu,1}(z) = \frac{2^{1+\nu}\Gamma(1/2+\nu)}{\sqrt{\pi}} z^\nu (z^2+1)^{-1/2-\nu}, \quad \operatorname{Re} \nu > -1/2,$$

$$\mathcal{J}_\nu^{1,1,\sigma,1}(z) = \frac{2^{1-\nu}\Gamma(\nu+\sigma)}{\Gamma(\nu+1)} z^\nu F\left(\frac{\sigma+\nu}{2}, \frac{\sigma+\nu+1}{2}; \nu+1; -z^2\right), \quad \operatorname{Re}(\sigma+\nu) > 0,$$

$$\mathcal{J}_\nu^{1,1,1,2}(z) = \sqrt{\pi} \exp\left(-\frac{z^2}{8}\right) I_{\frac{\nu}{2}}\left(\frac{z^2}{8}\right), \quad \operatorname{Re} \nu > -1.$$

Здесь $F(a, b; c; z)$ – гипергеометрическая функция Гаусса [15, с. 62], $I_\nu(z)$ – модифицированная функция Бесселя первого рода [4, с. 139], [15, с. 77].

Докажем первое равенство. Из (6) при $\rho = \mu = \omega = 1$, $\sigma = 1 + \nu$ получим

$$\mathcal{J}_\nu^{1,1,1+\nu,1}(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \Theta(s) \left(\frac{z}{2}\right)^{-s} ds,$$

$$\Theta(s) = \frac{\Gamma(\nu/2 + s/2)\Gamma(1 + \nu - s)}{\Gamma(1 + \nu/2 - s/2)},$$

$$L = (\gamma - i\infty, \gamma + i\infty), \quad -\operatorname{Re} \nu < \gamma < 1 + \operatorname{Re} \nu.$$

Воспользовавшись формулой [15, с. 39]

$$\Gamma(2s) = \frac{2^{2s-1}}{\sqrt{\pi}} \Gamma(s) \Gamma\left(s + \frac{1}{2}\right),$$

преобразуем $\Theta(s)$ к виду

$$\Theta(s) = 2^{\nu-s} \Gamma(\nu/2 + s/2) \Gamma(1/2 + \nu/2 - s/2).$$

Сделав в рассматриваемом интеграле замену $s = 2t - \nu$, получим

$$\mathcal{J}_\nu^{1,1,1+\nu,1}(z) = \frac{2^{1+\nu}}{2\pi i} \int_{L_3} \Theta_3(t) z^{-2t} dt,$$

$$\Theta_3(t) = \Gamma(t) \Gamma(1/2 + \nu - t),$$

$$L_3 = (\gamma - i\infty, \gamma + i\infty), \quad 0 < \gamma < 1/2 + \operatorname{Re} \nu.$$

Сравнивая полученный интеграл с представлением 3(1) [15, с. 131], приходим к доказываемому равенству.

Аналогично могут быть доказаны второе и третье представления (см. 12(1) и 19(1) [15, с. 174, 271]).

Список использованных источников

1. Хуштова Ф. Г. О некоторых свойствах одной функции Фокса // Челябинский физико-математический журнал. 2023. Т. 8, вып. 2. С. 203–211.
2. Бейтмен Г., Эрдейи А. Высшие трансцендентные функции. Т. I. М.: Наука, 1965. 296 с.
3. Кузнецов Д. С. Специальные функции. М.: Высшая школа, 1965. 248 с.
4. Лебедев Н. Н. Специальные функции и их приложения. М.: Физматлит, 1963. 358 с.
5. Нахушев А. М. Дробное исчисление и его применение. М.: Физматлит, 2003. 272 с.
6. Псху А. В. Уравнения в частных производных дробного порядка. М.: Наука, 2005. 199 с.
7. Самко С. Г., Килбас А. А., Маричев О. И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. Мн.: Наука и техника, 1987. 688 с.
8. Ситник С. М., Шишкина Э. Л. Метод операторов преобразования для дифференциальных уравнений с операторами Бесселя. М.: Физматлит, 2019. 224 с.
9. Kilbas A. A., Srivastava H. M., Trujillo J. J. Theory and Applications of Fractional Differential Equations. North Holland Mathematics Studies, 204. Amsterdam: Elsevier Science, Publishers BV, 2006. 499 p.
10. Прудников А. П., Брычков Ю. А., Маричев О. И. Интегралы и ряды. Элементарные функции. Т. 1. М.: Физматлит, 2002. 632 с.
11. Прудников А. П., Брычков Ю. А., Маричев О. И. Интегралы и ряды. Т. 3. Дополнительные главы. М.: Физматлит, 2003. 688 с.
12. Kilbas A. A., Saigo M. H-Transform. Theory and Applications. London, New York and Washington: Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, D.C., 2004. 389 p.
13. Mathai A. M., Saxena R. K., Haubold H. J. The H-function. Theory and Applications. New York: Springer, 2010. 268 p.
14. Хуштова Ф. Г. Некоторые формулы дробного интегрирования от одной функции Фокса с четырьмя параметрами // Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук. 2022. Т. 22, № 4. С. 29–38.
15. Маричев О. И. Метод вычисления интегралов от специальных функций (теория и таблицы формул). Мн.: Наука и техника, 1978. 312 с.

Поступила 11.03.2024; одобрена после рецензирования 20.03.2024; принята к публикации 22.03.2024.

Об авторе:

Хуштова Фатима Гидовна, научный сотрудник отдела Дробного исчисления Института прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН, (360017, Россия, г. Нальчик, ул. Шортанова 89 А), к.ф.-м.н., <http://orcid.org/0000-0003-4088-3621>, khushtova@yandex.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

1. *Khushtova F. G.* O nekotorykh svojstvakh odnoj funktsii Foksa [On some properties of a Fox function] *Chelyabinskiiy Fiziko-Matematicheskiiy Zhurnal*. 2023. Vol. 8, Issue 2. Pp. 203–211.
2. *Bateman H., Erdelyi A.* Higher Transcendental Functions. V. I. New York, Toronto, London, McGraw-Hill Book Company. 1953. 302 p.
3. *Kuznetsov D. S.* Spetsial'nye funktsii [Special functions]. M.: Vysshaya shkola, 1965. 424 p.
4. *Lebedev N. N.* Spetsial'nye funktsii i ikh prilozheniya [Special functions and their applications]. M.: Fizmatlit, 1963. 358 p.
5. *Nakhushev A. M.* Drobnoe ischislenie i ego primenenie [Fractional calculus and its application]. M.: Fizmatlit, 2003. 272 p.
6. *Pskhu A. V.* Uravneniya v chastnykh proizvodnykh drobnogo poryadka [Fractional Partial Differential Equations]. M.: Nauka, 2005. 199 p.
7. *Samko S. G., Kilbas A. A., Marichev O. I.* Fractional Integrals and Derivatives: Theory and Applications. Gordon and Breach, Yverdon, 1993. 1016 p.
8. *Sitnik S. M., Shishkina E. L.* Metod operatorov preobrazovaniya dlya differentsial'nykh uravneniy s operatorami Besselya [Method of transformation operators for differential equations with Bessel operators]. M.: Fizmatlit, 2019. 224 p.
9. *Kilbas A. A., Srivastava H. M., Trujillo J. J.* Theory and Applications of Fractional Differential Equations. North Holland Mathematics Studies, 204. Amsterdam: Elsevier Science, Publishers BV, 2006. 499 p.
10. *Prudnikov A. P., Brychkov Yu. A., Marichev O. I.* Integraly i ryady. Elementarnye funktsii [Integrals and series. Elementary Functions]. V. 1. M.: Fizmatlit, 2002. 632 p.
11. *Prudnikov A. P., Brychkov Yu. A., Marichev O. I.* Integraly i ryady. Dopolnitel'nye glavy [Integrals and series. Additional chapters]. V. 3. M.: Fizmatlit, 2003. 688 p.
12. *Kilbas A. A., Saigo M.* H-Transform. Theory and Applications. London, New York and Washington: Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, D.C., 2004. 389 p.
13. *Mathai A. M., Saxena R. K., Haubold H. J.* The H-function. Theory and Applications. New York: Springer, 2010. 268 p.
14. *Khushtova F. G.* Nekotorye formuly drobnogo integrirvaniya ot odnoj funktsii Foksa s chetyr'mja parametrami [On some formulas for fractional integration of one Fox function with four parameters] *Doklady AdygsКОЙ (Cherkesskoy) Mezhdunarodnoy akademii nauk*. 2022. V. 22, No. 4. Pp. 29–38.
15. *Marichev O. I.* Handbook of integral transforms of higher transcendental functions: theory and algorithmic tables, Ellis Horwood Ltd., Chichester, New York: Halsted Press, 1983. 336 p.

Submitted 11.03.2024; approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 22.03.2024.

About the author:


Fatima Gidovna Khushtova, Researcher of Department of Fractional Calculus, Institute of Applied Mathematics and Automation of KBSC RAS, (360017, 89 A Shortanova St., Nalchik, Russia), Ph.D., <http://orcid.org/0000-0003-4088-3621>, khushtova@yandex.ru


The author has read and approved the final version of the manuscript.



PHYSICS

MSC 85A04

 DOI: 10.47928/1726-9946-2024-24-1-45-48

 EDN: JTGXYL



Original article

Rotation of a spiral galaxy without dark matter

Sergo Sh. Rekhviashvili

*Institute of Applied Mathematics and Automation of KBSC RAS Nalchik, Russia
rsergo@mail.ru*

Abstract. The star emits electromagnetic waves intensely, so its motion must be different from that of the planet. Centripetal acceleration during star rotation around the galactic center and the resulted radiation reaction friction creates a valid alternative to the dark matter concept.



Keywords: radiation friction, dark matter, spiral galaxy.

Funding. The work was not carried out within the framework of funds.

Competing interests. There are no conflicts of interest regarding authorship and publication.

Contribution and Responsibility. The author participated in the writing of the article and is fully responsible for submitting the final version of the article to the press.

For citation. *Rekhviashvili S. Sh.* Rotation of a spiral galaxy without dark matter. Adyghe Int. Sci. J. 2024. Vol. 24, No. 1. Pp. 45–48.

 DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-45-48>;  EDN: JTGXYL

© Rekhviashvili S. Sh., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.



ФИЗИКА

УДК 524.6-327

Научная статья

Вращение спиральной галактики без темной материи

С. Ш. Рехвиашвили

*Институт прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН г. Нальчик, Россия
rsergo@mail.ru*

Аннотация. Звезда интенсивно излучает электромагнитные волны, поэтому ее движение должно отличаться от движения планеты. Центростремительное ускорение при вращении звезды вокруг галактического центра и возникающее при этом радиационное торможение рассматриваются как альтернатива концепции темной материи.



Ключевые слова: радиационное трение, темная материя, спиральная галактика.

Финансирование. Работа не выполнялась в рамках фондов.

Конкурирующие интересы. Конфликтов интересов в отношении авторства и публикации нет.

Авторский вклад и ответственность. Автор участвовал в написании статьи и полностью несет ответственность за предоставление окончательной версии статьи в печать.

Для цитирования. *Rekhviashvili S. Sh.* Rotation of a spiral galaxy without dark matter // Доклады АМАН. 2024. Т. 24, № 1. С. 45–48.

 DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-45-48>;  EDN: JTGXYL

© Рехвиашвили С. Ш., 2024



Charged particles in their individual or collective motion are known to generate plasma radiation. Radiation is the main cause of plasma energy loss. Accelerated motion of charged particles in an external electric or magnetic field underlies the mechanisms of radiation, based on the individual properties of charged plasma particles. The absorption of radiation inside the plasma leads to the effect of blocking radiation. This effect is manifested in the fact that the radiation is not coming from the entire volume of the plasma, but only from its outer layer.

The system emitting electromagnetic waves is not closed. Such a system is dissipative and the laws of conservation of energy and momentum are not applicable. When charged plasma particles move, an electromagnetic field arises, which slows down these particles. At the same time, radiation friction arises due to the emission of electromagnetic waves by moving particles. Considering radiation as a continuous process allows us to interpret it as the result of the action of some force, similar to the force of friction. To find a rigorous solution to such a problem, it is necessary to consider a dynamic system of charged particles and an electromagnetic field described by a complex system of nonlinear differential equations.

The quasi-neutral star plasma consists of electrons and positively charged ions of various types. In addition to its own plasma radiation, the accelerated motion of the star itself should produce some extra radiation. We assume that this radiation originates in all structural layers of the star, but eventually it is emitted into outer space mainly from its atmosphere. Thus, with the accelerated motion of the star, the force of radiation friction should arise. As in classical electrodynamics, we assume that the friction force is proportional to the derivative of acceleration with respect to time (Abraham-Lorentz radiation reaction force [1]): $F = m\tau(da/dt)$, where m and a are the mass and acceleration of the star, τ is the time constant. The rotation of a star around the galactic center, taking into account this force, is described by the equation

$$m \frac{v^2}{r} = G \frac{Mm}{r^2} - m\tau \frac{d}{dt} \left(\frac{v^2}{r} \right), \quad (1)$$

where v is the velocity of the star, r is the distance from the center of the galaxy to the star, G is the gravitational constant, M is the mass of matter inside a conventional sphere with radius r around which the rotation occurs. The solution of the Cauchy problem for equation (1) has the form

$$v^2 = \varphi + (v_0^2 - \varphi) \exp(-t/\tau), \quad (2)$$

$$\varphi = G \frac{M}{r},$$

where v_0 is the initial star velocity. For old star in the galaxy bulge, we can take $t \rightarrow \infty$. In this case, from (2) we obtain

$$v^2 = \varphi = \frac{4}{3} \pi G \rho r^2, \quad (3)$$

where ρ is the average density of matter in the galaxy. As it should be, a linear dependence follows from (3): $v \propto r$. For young star on the periphery or in the spiral arms of the galaxy, the situation is already different. For a young star $\exp(-t/\tau) \approx 1 - t/\tau$, therefore we find

$$v^2 = \varphi + (v_0^2 - \varphi)(1 - t/\tau). \quad (4)$$

If $t \ll \tau$ then $v \propto v_0 = \text{const}$. For such star, the rotation velocity is approximately constant and corresponds to the initial velocity at the time of their formation.

Thus, the rotation pattern of a star in the galaxy depends on the relationship between v_0 and φ as well as the τ value. It is known that stars were not born in the galaxy simultaneously and, therefore, they were included in the circular motion also not simultaneously, but as they appeared. The motion of the young stars ($t < \tau$) is apparently unsteady. Perhaps that's why the galaxy's rotation curve looks so unusual [2]. The present theory is consistent with Tully–Fisher relation, which determines the dependence of intrinsic luminosity of a spiral galaxy and its asymptotic rotation velocity [3]. The faster the galaxy spins, the stronger the radiation friction and the brighter it glows.

This note is for discussion. All of the above exclude the dark matter paradigm. The author shares the doubts that have been increasingly expressed recently regarding the existence of dark matter and the incompatibility of this concept with a number of observed phenomena.

References

1. *Griffiths D. J.* Introduction to electrodynamics. 3rd ed. Prentice Hall (1999).
2. *de Blok W. J. G., Bosma A.* High-resolution rotation curves of low surface brightness galaxies. *Astronomy and Astrophysics*. 385(3), 816–846 (2002).
3. *Tully R. B., Fisher J. R.* A new method of determining distances to galaxies. *Astronomy and Astrophysics*. 54(3), 661–673 (1977).

Submitted 02.12.2023; approved after reviewing 29.02.2024; accepted for publication 20.03.2024.

Поступила 02.12.2023; одобрена после рецензирования 29.02.2024; принята к публикации 20.03.2024.

About the author:

Rekhviashvili Sergo Shotovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, expert of the Higher Attestation Commission in physics, deputy. Director for Research of the Institute of Applied Mathematics and Automation of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Full member of AIAS, ORCID: 0000-0003-1514-857X (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia), rsergo@mail.ru

Об авторе:

Рехвиашвили Серго Шотович, доктор физико-математических наук, эксперт ВАК по физике, зам. директора по научной работе Института прикладной математики и автоматизации Кабардино-Балкарского научного центра РАН, действительный член АМАН, ORCID: 0000-0003-1514-857X (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия), rsergo@mail.ru

The author has read and approved the final version of the manuscript.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.



CHEMISTRY



Original article

DOI: 10.47928/1726-9946-2024-24-1-49-57

EDN: MFKBNC

Antioxidant activity of silver nanoparticles synthesized from crud methanolic extract of rumex nervosus

Mohammed M. Quradha¹, Abdulkader M. F. Qahtan¹, Khasbi B. Kushkhov^{2,a},
Radina. A. Mukozheva^{2,b}

¹College of Education, Seiyun university, Seiyun, Yemen

²Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov, Nalchik, Russia

^ahasbikushchov@yahoo.com, ^bkarashaeva@mail.ru

Abstract. In the present investigation, an attempt was made to prepare nanoparticles by using a medicinal plant *Rumex nervosus*, because the biological synthesized nanoparticles have been widely used in the field of medicine now. Silver sulfate (Ag_2SO_4) was used for the synthesis of the silver nanoparticles using the root extract of *Rumex nervosus*. The synthesized silver nanoparticles from silver sulfate solution through the root extract were characterized using UV-vis spectrophotometry, SEM, and FT-IR methods. The SEM analysis showed the average size of 75 nm with spherical shape and it confirmed the formation of nanoparticles in the sample. Antioxidant activity of the crude extract was evaluated by employing the DPPH radical scavenging assay. The result showed moderate antioxidant activity at various concentration as compared to standard ascorbic acid solution. The synthesized nanoparticles can be used for various applications due to its eco-friendly, nontoxic and compatibility for pharmaceutical and other applications.

Keywords: antioxidant, nanoparticles, *Rumex nervosus*.

Funding. The work was not carried out within the framework of funds.

Competing interests. There are no conflicts of interest regarding authorship and publication.

Contribution and Responsibility. All authors contributed to this article. Authors are solely responsible for providing the final version of the article in print. The final version of the manuscript was approved by all authors.

For citation. Quradha M. M., Qahtan A. M. F., Kushkhov Kh. B., Mukozheva R. A. Antioxidant activity of silver nanoparticles synthesized from crud methanolic extract of rumex nervosus. Adyge Int. Sci. J. 2024. Vol. 24, No. 1. Pp. 49–57.

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-49-57>; EDN: MFKBNC

© Quradha M. M.,
Qahtan A. M. F.,
Kushkhov Kh. B.,
Mukozheva R. A., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.



ХИМИЯ

УДК 620.3

Научная статья

Антиоксидантная активность серебряных наночастиц, синтезированных из метанольного экстракта румекса нервозуса

М. М. Курада¹, А. М. Ф. Кахтан¹, Х. Б. Кушхов^{2,a}, Р. А. Мукожева^{2,b}¹Педагогический колледж Университета Сейюн, г. Сейюн, Йемен²Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова, г. Нальчик, Россия^ahasbikushchov@yahoo.com, ^bkarashaeva@mail.ru

Аннотация. В данном исследовании была предпринята попытка приготовить наночастицы с использованием лекарственного растения *Rumex nervosus*, поскольку биологически синтезированные наночастицы в настоящее время широко используются в области медицины. Для синтеза наночастиц серебра использовали сульфат серебра (Ag_2SO_4) с применением экстракта корня *Rumex nervosus*. Синтезированные наночастицы серебра из раствора сульфата серебра через экстракт корня были охарактеризованы с помощью методов УФ-визуальной спектрофотометрии, СЭМ и ИК-Фурье. СЭМ-анализ показал средний размер 75 нм и сферическую форму, что подтверждает образование наночастиц в образце. Антиоксидантная активность сырого экстракта оценивалась с помощью теста на поглощение радикалов DPPH. Результат показал умеренную антиоксидантную активность в различных концентрациях по сравнению со стандартным раствором аскорбиновой кислоты. Синтезированные наночастицы могут быть использованы в различных областях благодаря своей экологичности, нетоксичности и совместимости с фармацевтическими и другими приложениями.

Ключевые слова: антиоксидант, наночастицы, *Rumex nervosus*.

Финансирование. Работа не выполнялась в рамках фондов.

Конкурирующие интересы. Конфликтов интересов в отношении авторства и публикации нет.

Авторский вклад и ответственность. Авторы участвовали в написании статьи и полностью несут ответственность за предоставление окончательной версии статьи в печать.

Для цитирования. *Quradha M. M., Qahtan A. M. F., Kushkhov Kh. B., Mukozheva R. A.* Antioxidant activity of silver nanoparticles synthesized from crud methanolic extract of rumex nervosus. // Доклады АМАН. 2024. Т. 24, № 1. С. 49–57.

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-49-57>; EDN: MFKBNC

© Курада М. М.,
Кахтан А. М. Ф.,
Кушхов Х. Б.,
Мукожева Р. А., 2024



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

1. Introduction. Nanotechnology is the fastest growing area of frantic search for new nanomaterials and methods to make them [1]. Lately, widely nanobiotechnology have been utilize to enhance and improve avails of nanoscale materials for a broad range of applications in advanced biotechnology [2]–[3]. Nanoparticles have small sizes and large surface area making it possesses unique physical, chemical and biological properties [4]–[6]. Silver nanoparticles have been used in various applications due to their individual characteristic properties such as size depending optical, shape and electrical [7]. Furthermore, there are many applications of silver nanoparticles such as antimicrobial, biosensor materials, composite fibers, cryogenic superconducting materials, cosmetic products, and electronic components [8]–[10]. *Rumex nervosus* is a medicinal plants that have been used by indigenous people for many diseases [11]–[12]. It has been reported as influenza virus A and antioxidant, anticancer agent and urease inhibitor [13]–[14]. The current investigation aim is to synthesize Ag nanoparticles using methanol extracts of *R. nervosus* (roots) evaluated its antioxidants activity.

2. Materials and methods.

2.1. Plant collection and extraction. *Rumex nervosus* (roots) was collected from Taiz city (Yemen) and was identified by Ghulam Jelani, Department of Botany University of Peshawar (Pakistan). A voucher specimen (UPESH-Bot: 20040O(pup)) was deposited in the herbarium of the said department [17]. Roots of *R. nervosus* was dried under shade at room temperature and grinded by using local grinder, then extracted by hot methanol. After collecting extract, the methanol was removed under reduced pursuer, using vacuum rotary evaporator.

2.2. Phytochemical Screening. The chemical test was performed on the crude extract of *R. nervosus* using standard procedure to recognize the bio active secondary metabolite by known preliminary phytochemical screening following the methodology of Harborne [18] and Kokate [19].

2.2.1. Test for alkaloids. About 0.2 g of methanolic extract were warm with 2 % H_2SO_4 solution for two minutes. The solution was filter and added a few drops of Dragendroff's reagent to each filtrate. The presence of alkaloid was detected by the formation of an orange-red precipitate.

2.2.2. Test for anthraquinones. About 0.5 g of methanol extract was boiled with 10 % HCl solution for few minutes on water bath. After it was filter and allows to cool. The CHCl_3 was added after cooling to each filtrate. Few drops of 10 % ammonia solution were added to each mixture and heated. Rose pink color formation indicates the presence of anthraquinone.

2.2.3. Test for phlobatanins. About 0.5 g of methanol extract was dissolved in distilled water and filtered. The filtrate was boiled with 2 % HCl solution. Red precipitate shows the presence of phlobatanins.

2.2.4. Test for terpenoids. About 0.2g of methanol extract was mixed with 2 ml of chloroform and concentrated H_2SO_4 (3ml) solution was carefully added to form a layer. Positive results for the presence of terpenoids are indicated by the development of reddish-brown coloration.

2.2.5. Test for coumarines. Exact 3 ml of 10 % NaOH was added to 2 ml of crude methanol extract, the formation of yellow color indicates the presence of coumarines.

2.2.6. Test for emodins. Exact 2 ml of NH_4OH and 3 ml of benzene was added to methanol extract. The presence of emodins is indicated by the appearance of red color.

2.2.7. Test for saponins. 0.2 g of methanol extract was shaken with 5 ml of distilled water and heated to boiling. The presence of saponins is indicated by frothy appearance, which resembles a creamy mixture with small bubbles.

2.2.8. Test for tannins. A small quantity of methanol extract was mixed with water and heated on water bath and filtered. A few drops of ferric chloride were added to each filtrate. A dark green solution indicates the presence of tannins.

2.2.9. Test for cardiac glycosides. To 2ml of plant extract was added 1 ml of glacial acetic acid and 5 % ferric chloride. The few drops of concentrated H₂SO₄ solution were added after. The presence of greenish blue color indicates the presence of cardiac glycosides.

2.2.10. Test for soluble starch. Few quantities of each portion was boiled with 1 ml of 5 % KOH solution, cooled down and acidified with H₂SO₄. A yellow coloration was taken as the presence of soluble starch.

2.2.11. Shinoda's Test for flavonoids. About 0.5 of each portion was dissolved in ethanol, warmed and then filtered. Three pieces of magnesium chips was then added to the filtrate followed by few drops of concentrated HCl solution. The presence of flavonoids is indicated by a color change from pink-orange or red to purple.

2.2.12. Test for anthocyanin and betacyanins. To 2 ml of methanol extract was added 1 ml of 2 N NaOH solution and heated for 5 minutes at 100 °C. Formation bluish green color indicates the presence of anthocyanins and formation of yellow color indicates the presence of betacyanins

2.3. Green synthesis of nanoparticles.

2.3.1. Preparation of stock and salt solution. 0.5mg of crude methanol extract was dissolved in 100ml of water to prepare 1mM stock solution of crude extract of *R. nervosus*. 1mM solution of silver was prepared by dissolve 20.27 mg of silver sulfate (Ag₂SO₄) with 65 ml of distilled water. The solution has been placed in the refrigerator at 4 °C.

2.3.2. Green synthesis of nanoparticales (NPs). Nanoparticles were synthesized by simple procedure and without the addition of any reducing or capping agents [15]. 1 mM of crude methanol extract solution was mixed with the silver salt solution in a small round bottom flask with ratio 1:2 and the reactions were performed under stirring at temperature 30-40 °C, the colors of mixtures change after one hour, what indicated the formation of AgNPs successively.

2.3.3. UV-visible analysis. The optical properties of AgNPs were determined by UV-visible spectrophotometer. The range of UV-spectrum was from 395-750 nm in wave length. The spectra were taken for the stock solution as well as when color change (reduction due to the addition of metallic salt). The spectra were compared for the confirmation of nanoparticles synthesis.

2.3.4. FT-IR analysis (Fourier-transform infrared spectroscopy). FT-IR instrument (IR Prestige – 21, Shimadzu 400-4000 per cm) was used to find the chemical composition of the plant crude extract and synthesized nanoparticles. Both were analyzed in the range from 400 to 4000 cm. The spectra were compared for the conformation of nanoparticles synthesis.

2.3.5. SEM analysis. Scanning electron microscopy (SEM) instrument was used for characterization of synthesized silver nanoparticales.

2.4. Antioxidant activity. The antioxidant activity was done by DPPH radical scavenging activity according to standard protocol and previous literature reported [15]. The electron donation capabilities of the corresponding crude extracts, fractions, nanoparticles and standards were measured from the changing of the purple-colored methanol solution of 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Various concentrations (10-50, 100, 200, 400 µg/ml) of AgNPs were prepared and mixed with 1 ml of the of DPPH solution in methanol. The mixed solutions were stand for 30 minutes in dark then absorbance was measured at exact 517 nm. The ascorbic acid was used as a standard solution. Antioxidant activity by DPPH as percent radical scavenging

activities (% RSA) was calculated as follows:

$$\%DPPH = \frac{OD_{control} - OD_{sample}}{OD_{control}} * 100\%$$

where, OD control – is the absorbance of the blank sample, and OD sample – is the absorbance of samples.

3. Results and Discussion.

3.1. Phytochemical screening. Phytochemical test of roots of *R. nervosus* was carried out and the result are present in the Table 1. The results showed that in root present of scenery metabolic compounds including anthraquinones, terpenoids, coumarines, emodins, tannins and Shinoda's. While alkaloids, phlobataninns, saponins, cardiac glycosides, soluble starch, anthocyanins and betacyanins are absent in the crude extract.

Table 1. Phytochemical Screening of crude extract of *R. nervosus*

| Test | Results |
|------------------------------|---------|
| Alkaloids | - |
| Anthraquinones | + |
| Phlobatanins | - |
| Terpenoids | + |
| Coumarines | + |
| Emodins | + |
| Saponins | - |
| Tannins | + |
| Cardiac glycosides | - |
| Soluble starch | - |
| Shinoda's test | + |
| Anthocyanins and betacyanins | - |

(+) = positive, (-) = negative

3.2. Synthesis of silver nanoparticles. Synthesis of silver nanoparticles from crude methanol extract of *R. nervosus* was performed successfully. The color change after stirring the solution of plant extract and silver salt (1:2) at one hour. Change the color due to reduction of silver salt. The change in color indicates the presence of silver nanoparticles.

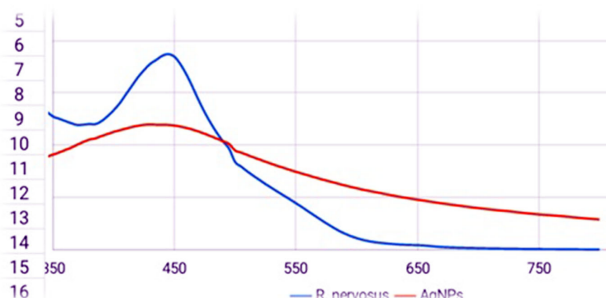


Fig. 1. UV-visible spectra of silver nanoparticles In the case of crude extract, while the AgNPs shows an absorption band at wavelength from 350-500 nm in UV-visible spectral analysis indicates the formation of silver nanoparticles.

3.3. Characterization of synthesis of silver nanoparticle.

3.3.1. UV-visible analysis. Silver salt solution were added to methanol extract of *R. nervosus* in flask, the change of color of reaction mixture take place after one hour of heating. The change in color shows the conversion of silver ion to silver nanoparticles. Surface Plasmon Resonance (SPR) process take place due to which the color of the reaction mixture was observed to be changed. The SPR absorption band was due to the free electrons of metallic nanoparticles. The highest absorption of silver nanoparticles was noticed at a wavelength of 455 nm. In Figure 1 shows the graph for plant crude extract and AgNPs (wavelength against the absorption, band was absorbed at a wavelength from 370-450 nm).

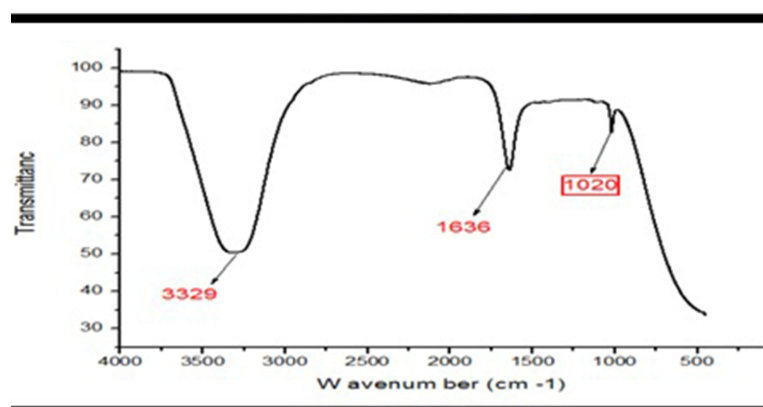


Fig. 2. FT-IR spectra of crude extract of *R. nervosus*.

3.3.2. FT-IR analysis. FT-IR spectrum of crude metabolic extract of *R. nervosus* is given in the Figure 2. The peak appeared in the region from 3329 cm^{-1} shows the stretching of aromatic and aliphatic hydroxyl group (OH-) and the peak at 1664 cm^{-1} attributed for C=O, while the peak in 1013 cm^{-1} attributed to C-N(amines). The intensity of the silver nanoparticles in the FT-IR spectrum was 3315 cm^{-1} . Peak was reduced, what indicated the weaking of hydrogen bonding as showed in Figure 3. Three new peaks were appearing at 2952 cm^{-1} , 2829 cm^{-1} and 1446 cm^{-1} additionally to the peak at 634 cm^{-1} in the broad band range, which confirmed the presence of AgNPs.

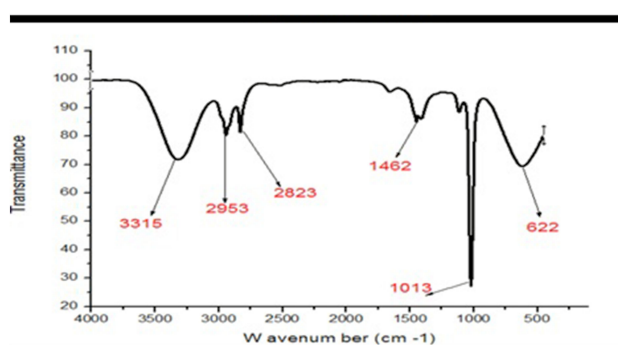


Fig. 3. FT-IR spectra of AgNPs.

3.3.3. Result of SEM analysis. The microscopic structures of AgNPs was investigated by using scanning electron microscopy (SEM) (Figure 4). SEM images confirm the formation of silver nanoparticles. The shape of silver nanoparticles was spherical with diameter range size average 75nm.

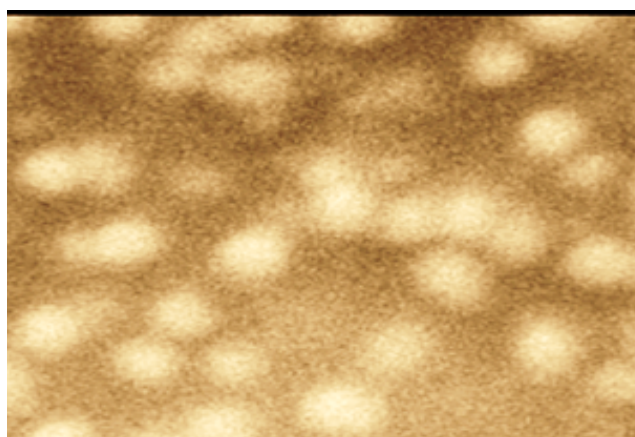


Fig. 4. SEM Image of AgNPs.

3.4. Result of Antioxidant activity. Antioxidant activity of AgNPs from roots of *R. nervosus* was evaluated by DPPH free radical scavenging assay. The ascorbic acid was used as a standard (positive control). Table 2 summarize the result obtained from the antioxidant assay which show effective free radical scavenging by AgNPs. Various concentration including (10, 50, 200 and 400) $\mu\text{g/ml}$ were examined in this investigation and noted that the activity increased with increasing concentration of AgNPs (fig. 5, table 2). The highest free radical scavenging was recorded as 88.46% at concentration 400 $\mu\text{g/ml}$ followed by 69.0059 %, 67.8 % and 59.09 % at concentration 200 $\mu\text{g/ml}$, 100 $\mu\text{g/ml}$ and 50 $\mu\text{g/ml}$ respectively. The lower free radical scavenging capacity was 44.68 % at 10 $\mu\text{g/ml}$ the significant of AgNPs to scavenging free radical of DPPH attributed to AgNPs consider as act as electron donors and reacting with free radicals.

Table 2. Antioxidant activity of AgNPs

| Concentration $\mu\text{g/ml}$ | 100 DPPH % | |
|--------------------------------|------------|--------------|
| | AgNPs | Acorbic acid |
| 10 | 44.68 | 30.5 |
| 50 | 59.09 | 95.58 |
| 100 | 67.8 | 96.37 |
| 200 | 69.0059 | 96.41 |
| 400 | 88.46 | 96.73 |

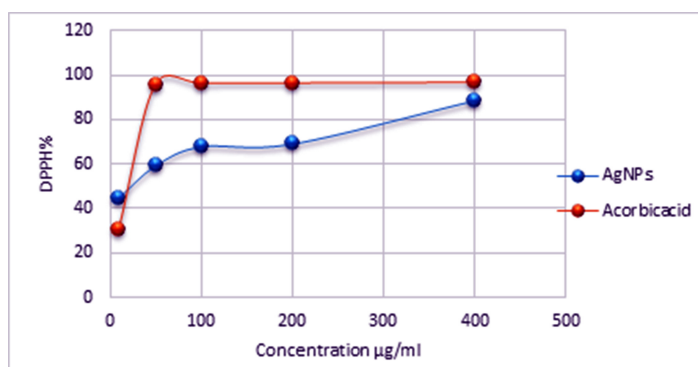


Fig. 5. Antioxidant activity of AgNPs.

4. Conclusion. In this study we have synthesized the silver nanoparticles from the *R. nervosus* root extract using silver sulfate salt. The confirmation of the Ag nanoparticles was done by the help of UV-vis and FT-IR analysis. The SEM analysis of the samples results extra small size of Ag nanoparticles with an average size of 75 nm, which makes this green method as useful technique to develop small particles for multiple use with no toxic or damaging effects to the environment. AgNPs containing root extract showed the high antioxidant activity. It could be concluded that *R. nervosus* root extract can be used effectively in the production of potential antioxidant AgNPs for commercial application.

References

1. *Gardea-Torresdey J.L. et al.* Alfalfa sprouts: a natural source for the synthesis of silver nanoparticles. *Langmuir*. 2003, 19(4). Pp. 1357–1361
2. *Fakruddin M., Hossain Z. and Afroz H.* Prospects and applications of nanobiotechnology: a medical perspective. *Journal of nanobiotechnology*, 2012, 10(1). P. 31.
3. *Salata O. V.* Applications of nanoparticles in biology and medicine. *Journal of nanobiotechnology*, 2004, 2(1). P. 3.
4. *Tran Q. H. and Le A.-T.* Silver nanoparticles: synthesis, properties, toxicology, applications and perspectives. *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 2013, 4(3), p. 33001.
5. *Di Pietro P. et al.* Gold and silver nanoparticles for applications in theranostics. *Current topics in medicinal chemistry*, 2016, 16(27), pp. 3069–3102.
6. *Di Guglielmo C. et al.* Embryotoxicity of cobalt ferrite and gold nanoparticles: a first in vitro approach. *Reproductive Toxicology*, 2016, 30(2), pp. 271–276.
7. *Ms. Subhasmita Panda* Isolation Of Bacteria From Coal Mine Dust With Metal Nanoparticle Fabrication Ability. Thesis submitted for the partial fulfillment of the requirements for the degree of master of Science In Life science, 2015, 31 P.
8. *Alaqad K. and Saleh T. A.* "Gold and silver nanoparticles: synthesis methods, characterization routes and applications towards drugs *J. Environ. Anal. Toxicol*, 2016, 6(384), pp. 525–2161.
9. *Natsuki J., Natsuki T. and Hashimoto Y.* A review of silver nanoparticles: synthesis methods, properties and applications. *Int. J. Mater. Sci. Appl*, 2016, 4(5), pp. 325–332.
10. *Kunwar R. M. et al.* Medicinal plants in farwest Nepal: Indigenous uses and pharmacological validity. *Med Aromat Plant Sci Biotechnol*, 2010, 4(1), pp. 28–42.
11. *Hemath Naveen K. S. et al.* Extracellular biosynthesis of silver nanoparticles using the filamentous fungus *Penicillium* sp. *Arch. Appl. Sci. Res*, 2010, 2(6), pp. 161–167.
12. *Khan R. et al.* Comparative urease enzyme inhibition profile of leaves and stems of *Rumex nervosus* vahl. *Natural product research*, 2014, 28(24), pp. 2355–2357.
13. *Khan R. et al.* Antileishmanial, insecticidal and phytotoxic potential of leaves and stems of *Rumex nervosus* Vahl. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 2018, 31(5), pp. 1917–1921.
14. *Quradha M. M. et al.* Chemical composition and in vitro anticancer, antimicrobial and antioxidant activities of essential oil and methanol extract from *Rumex nervosus*. *Natural product research*, 2019, 33(17), pp. 2554–2559.
15. *Quradha M. M. et al.* Isolation, Biological Evaluation, and Molecular Docking Studies of Compounds from *Sophora mollis* (Royle) Graham Ex Baker. *ACS Omega* [Preprint], 2021.
16. *Raveendran P., Fu J. and Wallen S. L.* Completely “green” synthesis and stabilization of metal nanoparticles. *Journal of the American Chemical Society*, 2003, 125(46), pp. 13940–13941.
17. *Tona L., Kambu K., Ngimbi N., Cimanga K., Vlietinck A.* Antiamoebic and phytochemical screening of some Congolese medicinal plants. *Journal of ethnopharmacology*, 1998. vol. 61, no. 1, pp. 57–65.
18. *Harborne J. B.* 1998. *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. 3rd Edn., Chapman and Hall, London, pp: 135-203.

19. *Kokate C. K.* 2001. Pharmacohnosy. 16th Edn., Nirali Prakasham, Mumbai, India.

Submitted 19.02.2024; approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 22.03.2024.

Поступила 19.02.2024; одобрена после рецензирования 20.03.2024; принята к публикации 22.03.2024.

About the authors:

Mohammed Mansour Quradha, assistant of professor, College of Education, Seiyun university (Seiyun, Yemen), ORCID: 0000-0002-8452-5343

Abdulkader Moqbel Farhan Qahtan, PhD in chemistry, assistant of professor Head of the Department of General Chemistry, College of Education, Seiyun university (Seiyun, Yemen), ORCID: 0009-0009-8923-7867

Hasbi Bilyalovich Kushkhov, PhD in Chemistry, Professor, full member of AIAS, Head of the Department of Inorganic and Physical Chemistry, Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekova, ORCID: 0000-0002-8613-9868, hasbikushchov@yahoo.com

Radina Aslanovna Mukozheva, PhD in chemistry, assistant of professor in department of biochemistry and chemical ecology, Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekova, ORCID: 0000-0003-2476-0461, karashaeva@mail.ru

Об авторах:

Мохаммед Мансур Курада, ассистент профессора, колледж образования, университет Сейюн (Сейюн, Йемен), ORCID: 0000-0002-8452-5343

Абдулкадер Мокбель Фархан Кахтан, доктор химических наук, ассистент профессора, заведующий кафедрой общей химии, колледж образования, университет Сейюн (Сейюн, Йемен), ORCID: 0009-0009-8923-7867

Хасби Билялович Кушхов, доктор химических наук, профессор, действительный член АМАН, заведующий кафедрой неорганической и физической химии, Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х. М. Бербекова, (г. Нальчик, Россия), ORCID: 0000-0002-8613-9868, hasbikushchov@yahoo.com

Радина Аслановна Мукожева, кандидат химических наук, доцент кафедры биохимии и химической экологии, Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х. М. Бербекова, ORCID: 0000-0003-2476-0461, karashaeva@mail.ru

The authors have read and approved the final version of the manuscript.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.



ХИМИЯ

УДК 541.135

DOI: 10.47928/1726-9946-2024-24-1-58-71

EDN: PGELNG



Научная статья

Исследование механизма совместного электровосстановления ионов Dy^{3+} и Co^{2+} в эвтектическом расплаве $KCl-NaCl-CsCl$ при 823 К

Х. Б. Кушхов^{1,a}, А. А. Хотов^{1,b}, А. М. Ф. Кахтан²¹ Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова, г. Нальчик, Россия² Педагогический колледж Университета Сейюн, г. Сейюн, Йемен^a hasbikushchov@yahoo.com, ^b astemir.xotov@mail.ru

Аннотация. Определены кинетические закономерности электровосстановления иона Co^{2+} в эвтектическом расплаве $KCl-NaCl-CsCl$ при 823 К. Установлено, что потенциалы выделения металлического кобальта и диспрозия на инертном вольфрамовом электроде в расплавленной системе $KCl-NaCl-CsCl$ различаются примерно на 1,5 В. Показано, что при совместном содержании ионов Co^{2+} и Dy^{3+} в эвтектическом расплаве $KCl-NaCl-CsCl$ имеет место определенная деполяризация электровосстановления ионов диспрозия на предварительно выделившемся на вольфрамовом электроде металлического кобальта с образованием, различных по составу, интерметаллических фаз на основе кобальта и диспрозия. Методом хронопотенциометрии разомкнутой цепи определены потенциалы растворения, различных по составу, интерметаллических фаз Dy_xCo_y .

Ключевые слова: ионные расплавы, электровосстановление, электрохимический синтез, ионы диспрозия и кобальта, циклическая и квадратно-волновая вольтамперометрия, хронопотенциометрия разомкнутой цепи.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ 23-23-00360.

Конкурирующие интересы. Конфликтов интересов в отношении авторства и публикации нет.

Авторский вклад и ответственность. Авторы участвовали в написании статьи и полностью несут ответственность за предоставление окончательной версии статьи в печать.

Для цитирования. Кушхов Х. Б., Хотов А. А., Кахтан А. М. Ф. Исследование механизма совместного электровосстановления ионов Dy^{3+} и Co^{2+} в эвтектическом расплаве $KCl-NaCl-CsCl$ при 823 К // Доклады АМАН. 2024. Т. 24, № 1. С. 58–71.

 DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-58-71>; EDN: PGELNG

© Кушхов Х. Б.,
Хотов А. А.,
Кахтан А. М. Ф., 2024



CHEMISTRY

Original article

Study of the mechanism of joint electroreduction of Dy³⁺ and Co²⁺ ions in the eutectic KCl-NaCl-CsCl melt at 823 K

Hasbi B. Kushkhov^{1,a}, Astemir A. Hotov^{1,b}, Abdulkader M. F. Qahtan²¹*Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov, Nalchik, Russia*²*College of Education, Seiyun university, Seiyun, Yemen*^a*hasbikushchov@yahoo.com*, ^b*astemir.xotov@mail.ru*

Abstract. The kinetic patterns of the electroreduction of the Co²⁺ ion in the eutectic melt KCl-NaCl-CsCl at 823 K have been determined. It has been established that the release potentials of metallic cobalt and dysprosium on an inert tungsten electrode in the molten KCl-NaCl-CsCl system differ by approximately 1.5 V. It has been shown that with the combined content of Co²⁺ and Dy³⁺ ions in the eutectic KCl-NaCl-CsCl melt, a certain depolarization of the electroreduction of dysprosium ions takes place on the metal cobalt pre-precipitated on the tungsten electrode with the formation of intermetallic phases of different compositions based on cobalt and dysprosium. The dissolution potentials of Dy_xCo_y intermetallic phases of different compositions were determined using switch-off chronopotentiometry.

Keywords: ionic melts, electroreduction, electrochemical synthesis, dysprosium and cobalt ions, cyclic and square wave voltammetry, open-circuit chronopotentiometry.

Funding. This work was financially supported by RNF grant 23-23-00360.

Competing interests. There are no conflicts of interest regarding authorship and publication.

Contribution and Responsibility. All authors contributed to this article. Authors are solely responsible for providing the final version of the article in print. The final version of the manuscript was approved by all authors.

For citation. Kushkhov H. B., Hotov A. A., Qahtan A. M. F. Study of the mechanism of joint electroreduction of Dy³⁺ and Co²⁺ ions in the eutectic KCl-NaCl-CsCl melt at 823 K. Adyghe Int. Sci. J. 2024. Vol. 24, No. 1. Pp. 58–71.

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-58-71>; EDN: PGELNG

© Kushkhov H. B.,
Hotov A. A.,
Qahtan A. M. F., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Введение. Редкоземельные металлы (РЗМ) благодаря своим превосходным магнитным и электронным свойствам стали незаменимыми металлами в нашей современной жизни. Магниты на основе РЗМ широко используются во многих передовых приложениях, таких как миниатюрные жесткие диски большой емкости, магнитно-резонансная томография, двигатели гибридных автомобилей (HEV) и электромобилей (EV), эффективные конденсаторы и ветряные турбины [1]. Прогнозируется, что с развитием моделей HEV и EV производителями автомобилей производство HEVs и EVs превысит 10,1 миллиона единиц в 2026 году [2]. Жизненный цикл постоянных магнитов варьируется от 2-3 лет в электронике до 20-30 лет в ветряных турбинах. Поэтому извлечение РЗМ из продуктов с истекшим сроком эксплуатации важно для защиты окружающей среды и содействия устойчивому развитию редкоземельных ресурсов.

РЗМ традиционно извлекается с помощью гидрометаллургии [3]. У этого метода есть некоторые недостатки, такие как использование большого количества химикатов и воды, а также сложные трудоемкие этапы [4]. Поэтому пирометаллургические (высокотемпературные) [5]–[8] методы послужили альтернативой гидрометаллургическим путем переработки сырья. Среди них широкое развитие получил электролиз расплавленных солей [9]–[10].

Другой важной проблемой является переработка отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). В пирохимическом способе переработки отработавшего топлива лантаниды и актиниды растворяют в расплавленной соли анодным растворением. Актиниды селективно осаждаются на катоде (сталь/кадмий) из-за различия окислительно-восстановительных потенциалов элементов. Продукты деления остаются на аноде и в электролите [12]–[14]. Лантаниды являются основными продуктами деления в ОЯТ и наиболее сложным процессом для отделения от актинидов из-за сходных химических свойств. Что касается эффективного отделения актинидов от лантанидов, то активный твердый алюминиевый катод представляется перспективной альтернативой. Авторами [15], [16] обнаружено различие в потенциалах осаждения актинидов и лантанидов на твердом алюминиевом катоде больше, чем на других металлических электродах из-за образования сплавов алюминия с актинидами. Фактически, авторы [17]–[20] успешно использовали твердые катоды Al для извлечения некоторых лантанидов из расплавов путем образования интерметаллических соединений.

С другой стороны, диспрозий, как тяжелый лантанид, его электрохимия в ионных расплавах еще не полностью раскрыта, выполнены всего несколько исследований [21]–[32]. Механизм электровосстановления ионов Dy^{3+} в ионных расплавах все еще является спорным. Saila et al [25] обнаружили, что в расплаве $LiF-CaF_2$ электровосстановление ионов Dy^{3+} происходит в одну трёхэлектронную стадию и контролируется диффузионной стадией. Авторы [24], [31], [32] также считают, что электровосстановление ионов Dy^{3+} в эквимольном $KCl-NaCl$ и эвтектическом $KCl-NaCl-CsCl$ расплаве при стационарных условиях поляризации является также обратимым одностадийным трёхэлектронным процессом. Аналогично, в эвтектическом расплаве $KCl-LiCl$ трёхэлектронный одностадийный процесс восстановления Dy^{3+} в Dy^0 на инертных электродах наблюдали Zhang et al [26], Chang et al [22], Konishi et al [29]. Напротив, Castrillejo et al [21] предложили, что электрохимическое восстановления ионов Dy^{3+} в Dy^0 состоит из двух последовательных стадий $Dy^{3+} + e \rightarrow Dy^{2+}$ и $Dy^{2+} + 2e \rightarrow Dy^0$ на вольфрамовом электроде в эвтектическом расплаве $KCl-LiCl$ при 723 К.

Для извлечения диспрозия были предприняты исследования на активных электродах, таких как Mg [26]–[27], Ni [23], [31], [32], [28], [29], Fe [30], [31]. Анализ литературных источ-

ников также показал, что образование интерметаллидов диспрозия с металлами триады железа на инертном вольфрамовом электроде путем совместного электровосстановления ионов Dy^{3+} с ионами Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} в эквимольном расплаве KCl-NaCl при 700 °С и ионов Dy^{3+} с Ni^{2+} в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl при 550 °С исследовано только в работах [31], [32].

Таким образом, основная цель данной работы заключается в установлении механизма совместного электровосстановления ионов Dy^{3+} и Co^{2+} и более глубоком понимании процесса образования и связанных с ним механизмов электросинтеза интерметаллических соединений Dy-Co в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl при 823К

Методика эксперимента.

Электрохимическая ячейка и электроды. Эксперименты проводили в герметичной кварцевой трехэлектродной ячейке в атмосфере очищенного и осушенного аргона. Анодом и одновременно контейнером для расплава служил стеклоуглеродный тигель объемом 30 см³. В качестве электрода сравнения использовали хлорсеребряный электрод Ag|KCl – NaCl – CsCl (эвтектика)– AgCl (2,5 моль. %), помещенную в трубку из оксида циркония (стабилизированного оксидом церия). Катодом служила вольфрамовая проволока диаметром 1,0 мм. Глубина погружения в расплав (10 ÷ 15 мм). Подготовка и сборка ячейки осуществлялась в перчаточном боксе mBraun Labstar 25 (Германия) в атмосфере очищенного аргона. Для создания рабочей температуры 823–973К применяли печь сопротивления шахтного типа, нагревательным элементом которой, использовали силиконовые стрезни. Автоматическое регулирование температуры осуществлялось с помощью электронного регулятора ОВЕН – ТРМ–1 (Россия), используя хромель – алюмелевую термопару (точность поддержания температуры ± 1°С).

Циклические хроновольтамперограммы, квадратно-волновая вольтамперограммы, хронопотенциограммы разомкнутой цепи были получены с использованием электрохимического комплекса Autolab PGSTAT 30 фирмы Ecochemie (Нидерланды), оснащенного интерфейсом IF – 030. Вольтамперограммы обрабатывались с помощью программного обеспечения GPES 4.9.

Методы анализа и диагностики катодных осадков. Для определения фазового, элементного состава, микроструктуры катодных осадков использовали рентгеновский дифрактометр D2 PHAZER (Bruker, Германия), рентгенофлуоресцентный спектрометр Спектрскан МАКС GV (фирма Спектрон, Санкт – Петербург), сканирующий электронный микроскоп Vega 3 LMH (TESKAN, Чехия) с системой для рентгеновского микроанализа X-Max (Oxford, Великобритания).

Приготовление электролита. В качестве фонового электролита был выбран эвтектический расплав KCl (24,5 мол.%) – NaCl (30,0 мол.%) – CsCl (45,5 мол.%). Для его приготовления использовали KCl, NaCl, CsCl марки ос.ч. Соли перед проведением эксперимента сушили в вакуумном сушильном шкафу в течении 10 ч., а затем прокачивали в муфельной печи в течении 5 ч при температуре 723 К. В качестве источника ионов диспрозия и кобальта использовали ультра сухие соли хлоридов марки ос.ч. компания «Химкрафт» (Россия, Калининград).

Результаты и обсуждения. Электрохимическое поведение ионов Dy^{3+} в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl на инертном вольфрамовом электроде было исследовано нами в работе [32]. Методами циклической и квадратно-волновой вольтамперметрии, хронопотенциометрии разомкнутой цепи, потенцио- и гальванического электролиза было показано, что электровосстановление ионов Dy^{3+} протекает обратимо в одну трехэлектронную стадию до скоростей поляризации 0.1 В/с. При более высоких скоростях поля-

ризации удается выявить замедленность стадии переноса заряда и переходу от обратимого к квазиобратимому характеру электродного процесса.

Изучению процесса электровосстановления ионов Co^{2+} в ионных расплавах посвящено ограниченное число работ, так как эти процессы успешно реализуются из водных растворов. Хлоридные расплавы являются наиболее подходящей средой для получения порошков и покрытий кобальта. Так, авторами [33]–[35] исследованы закономерности электровосстановления ионов кобальта в расплавленных системах NaCl-CoCl_2 , KCl-NaCl-CoCl_2 . Ими установлен характер процесса электровосстановления ионов Co^{2+} и сделано заключение о диффузионном контроле электродного процесса и переносе двух электронов в электрохимическом процессе в одну стадию. С целью исключения факторов, связанных с проведением эксперимента в различных условиях и использования различных электродных материалов, электрода сравнения, мы сочли необходимым вначале исследовать закономерности электровосстановления ионов кобальта в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl при 823 К.

На рисунке 1 представлены циклические вольтамперограммы на вольфрамовом электроде процесса электровосстановления ионов Co^{2+} на фоне эвтектического расплава KCl-NaCl-CsCl .

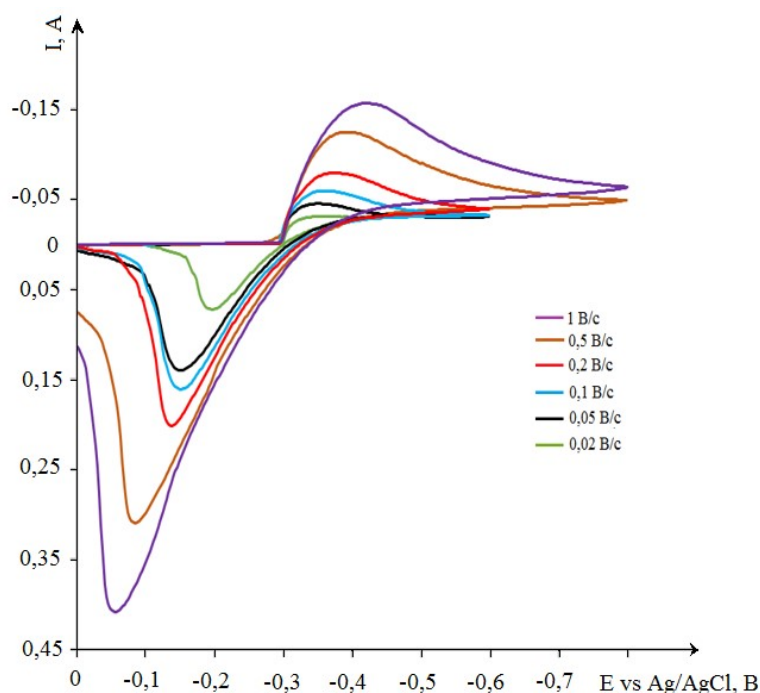


Рис. 1. Циклические вольтамперограммы на вольфрамовом электроде эвтектического расплава KCl-NaCl-CsCl содержащего $5 \cdot 10^{-5}$ моль/см³ CoCl_2 при различных скоростях поляризации.
 $T = 823$ К. $S_{\text{катода}} = 0,4$ см².

Fig. 1. Cyclic voltammetry voltammograms at the tungsten electrode of eutectic KCl-NaCl-CsCl melt containing $5 \cdot 10^{-5}$ mol/cm³ CoCl_2 at different polarization rates.
 $T = 823$ К. $S_{\text{cathode}} = 0.4$ cm².

На катодной ветви циклической вольтамперограммы в области потенциалов $-(0,3-0,4)$ В относительно хлорсеребряного электрода сравнения наблюдается волна восстановления ионов кобальта. Рентгенофазовый анализ продукта потенциостатического электролиза при потенциалах завершения волны восстановления ионов Co^{2+} показал, что

катодный осадок представляет собой фазу металлического кобальта. На анодной ветви циклической вольтамперограммы наблюдается также одна волна окисления, выделившегося в катодном процессе металлического кобальта. Увеличение скорости поляризации электрода приводит к повышению тока пика волны восстановления ионов кобальта и смещению волны в отрицательную область потенциалов. Для выяснения характера электродного процесса при электровосстановлении ионов Co^{2+} нами проанализированы вольтамперные зависимости по диагностическим критериям [36], [37]. В таблице 1 представлены результаты анализа и рассчитаны значения параметров электровосстановления ионов Co^{2+} на вольфрамовом электроде в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl при 823 К.

Таблица 1. Кинетические параметры электровосстановления ионов Co^{2+} на вольфрамовом электроде в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl при 823 К. $C(\text{CoCl}_2) = 5 \cdot 10^{-5}$ моль/см³.

Table 1. Kinetic parameters of the electroreduction of Co^{2+} ions at a tungsten electrode in a eutectic KCl-NaCl-CsCl melt at 823 K. $C(\text{CoCl}_2) = 5 \cdot 10^{-5}$ mol/cm³.

| V В/с | $V^{1/2}$ (В/с) ^{1/2} | I_p , мА/см ² | $I_p/V^{1/2}$, мА·с ^{1/2} /см ² ·В ^{1/2} | $\Delta E = E_p - E_{p/2}$, В | n (αn_α) |
|----------|-----------------------------------|----------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------|
| 0,01 | 0,1 | 20,5 | 205,23 | 0,027 | 2,1 |
| 0,02 | 0,1414 | 29,0 | 205,1 | 0,027 | 2,1 |
| 0,1 | 0,3132 | 65,2 | 204,2 | 0,026 | 2,1 |
| 0,2 | 0,4472 | 88,0 | 196,7 | 0,028 | 2,0 |
| 0,4 | 0,6324 | 118,7 | 187,7 | 0,046 | 1.35 |
| 0,8 | 0,8944 | 144,0 | 161,0 | 0,053 | 1.1 |
| 1,0 | 1,0 | 165,3 | 162,3 | 0,053 | 1.1 |
| 5,0 | 2,236 | 296,7 | 130,0 | 0,070 | 1,4 |
| 10,0 | 3,1622 | 376,7 | 119,2 | 0,100 | 1,3 |

На рисунке 2 представлена зависимость соотношения $I_p/v^{1/2}$ от $v^{1/2}$ для электровосстановления ионов Co^{2+} .

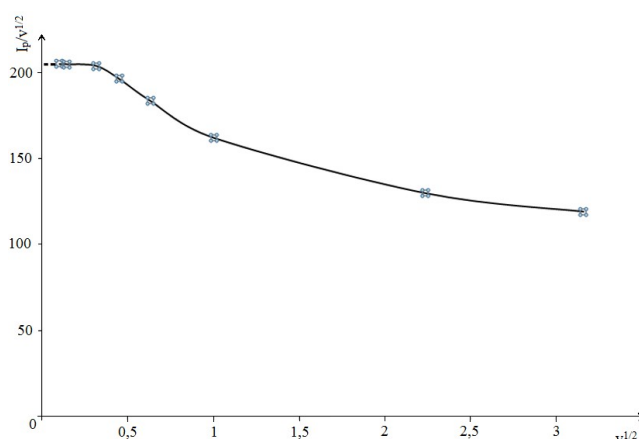


Рис. 2. Зависимость $I_p/v^{1/2}$ от $v^{1/2}$ электровосстановления ионов Co^{2+} на вольфрамовом электроде в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl при 823 К. $C(\text{CoCl}_2) = 5 \cdot 10^{-5}$ моль/см³.
 Fig. 2. Dependence of $I_p/v^{1/2}$ on $v^{1/2}$ of the electroreduction of Co^{2+} ions at a tungsten electrode in a eutectic KCl-NaCl-CsCl melt at 823 K. $C(\text{CoCl}_2) = 5 \cdot 10^{-5}$ mol/cm³.

Значение соотношения $I_p/v^{1/2}$ до скоростей поляризации 0,2 В/с практически не зависит от $v^{1/2}$, что свидетельствует о диффузионном контроле и обратимом характере электровосстановления ионов кобальта. Серпообразная форма волны электровосстановления Co^{2+} при этих условиях может также свидетельствовать о диффузионном контроле и обратимом характере электровосстановления ионов кобальта. При скоростях поляризации больше 0,2 В/с значение $I_p/v^{1/2}$ уменьшается с ростом $v^{1/2}$, что свидетельствует о переходе к квазиобратимому режиму электровосстановления ионов Co^{2+} . При скоростях поляризации выше 0,8 В/с соотношение $I_p/v^{1/2}$ практически мало зависит от $v^{1/2}$, и в этой области скоростей поляризации процесс электровосстановления контролируется скоростью переноса заряда. Из значений полуширины пика волн восстановления ионов Co^{2+} по уравнению

$$\Delta E = 0,77RT/nF, \quad (1)$$

когда на электроде выделяется твердая металлическая фаза кобальта, рассчитаны значения числа электронов переносимых в электродном процессе. В интервале скоростей поляризации 0,02 ÷ 0,2 В/с значение $n = 2,0 \div 2,1$. С увеличением скорости поляризации и переходом в квазиобратимый и необратимый режим протекание электродного процесса по уравнению Деллахея [36, 37].

$$\Delta E = 1,857RT/\alpha n_\alpha F \quad (2)$$

рассчитаны значение αn_α (таблица 1).

Из значений величин $i_p/v^{1/2}$ при скоростях поляризации меньших 0,2 В/с (Рис. 2), когда лимитирующей стадией является диффузия, а электродный процесс обратим, по уравнению Берзинса – Деллахея, применимого для диффузионного контролируемого процесса, включающего осаждение на катоде твердой фазы металлического диспрозия, по уравнению

$$i_p/v^{1/2} = 0,6105(nF)^{3/2}(RT)^{-1/2}CD^{1/2} \quad (3)$$

были рассчитаны значения коэффициентов диффузии ионов Co^{2+} в эвтектическом расплаве $\text{KCl} - \text{NaCl} - \text{CsCl}$ при 823 К. Рассчитанные значения коэффициентов диффузии ионов Co^{2+} ($2,5 \times 10^{-5} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$) находятся в хорошем согласии с значениями полученными авторами [33]–[35] в расплавах NaCl-CoCl_2 , KCl-NaCl-CoCl_2 .

Одностадийный характер электровосстановления ионов Co^{2+} подтверждает квадратно-волновая вольтамперограмма на вольфрамовом электроде в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl содержащем $5,0 \cdot 10^{-5}$ моль/см³ CoCl_2 (Рис. 3).

Четкий пик E_c связанный с уменьшением концентрации иона Co^{2+} наблюдается в том же диапазоне потенциалов, что и на циклической хроновольтамперограмме. Для обратимой электрохимической реакции кривая ток-потенциал имеет форму колокола, а ширина пика на половине его высоты $W_{1/2}$ задается уравнением [38], [39]

$$W_{1/2} = 3,52RT/nF. \quad (4)$$

Для трех съемок квадратно-волновой вольтамперограммы было получено среднее значение $W_{1/2} =$ равное (110 ± 10) мВ и согласно уравнению (4) значение $n = 2,2 \pm 0,1$ при 823 К, это подтверждает, что восстановление ионов Co^{2+} в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl представляет собой одностадийный процесс с переносом двух электронов.

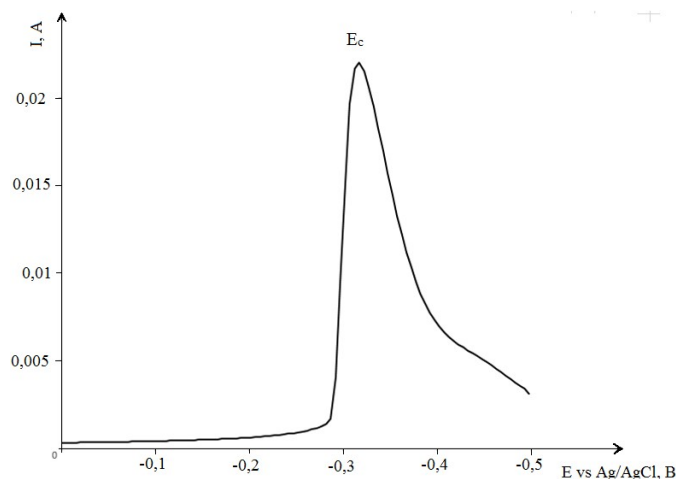


Рис. 3. Квадратно-волновая вольтамперограмма электровосстановления ионов Co^{2+} на вольфрамовом электроде в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl при 823 К.

$C(\text{CoCl}_2) = 5 \cdot 10^{-5}$ моль/см³, Частота (ω)=25 Гц, $S_{\text{катода}} = 0,4$ см².

Fig. 3. Square-wave voltammetry electroreduction of Co^{2+} ions at a tungsten electrode in a eutectic KCl-NaCl-CsCl melt at 823 K.

$C(\text{CoCl}_2) = 5 \cdot 10^{-5}$ mol/cm³, Frequency (ω)=25 Hz, $S_{\text{cathode}} = 0.4$ cm².

С целью определения возможности реализации совместного электровосстановления ионов диспрозия и кобальта нами проведены вольтамперные измерения эвтектического расплава KCl-NaCl-CsCl содержащего ионы диспрозия и кобальта. При совместном содержании ионов диспрозия и кобальта в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl при 823 К на вольтамперных зависимостях наблюдается волна восстановления ионов кобальта (волна А) при потенциалах $-(0,3 \pm 0,4)$ В, еще нескольких волн восстановления – волна Б при потенциалах $-(1,6 \pm 1,8)$ В, волна С при потенциалах $-(1,8 \pm 2,0)$ В, волна Д при потенциалах $-(2,0 \pm 2,1)$ В (Рис. 4).

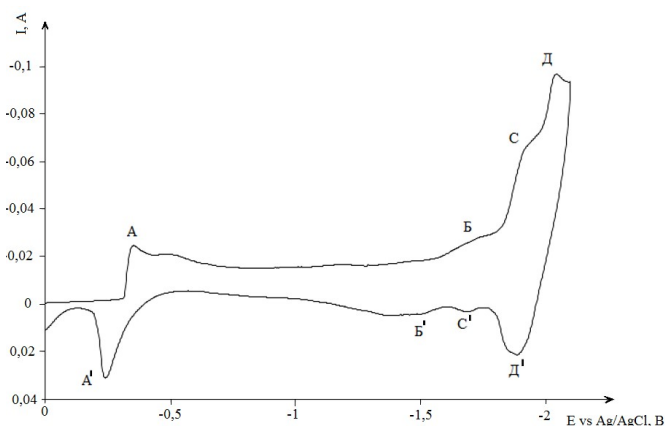


Рис. 4. Циклическая вольтамперограмма совместного электровосстановления ионов Co^{2+} и Dy^{3+} на вольфрамовом электроде в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl содержащим $5 \cdot 10^{-5}$ моль/см³ CoCl_2 и $3 \cdot 10^{-4}$ моль/см³ DyCl_3 при 823 К, $S_{\text{катода}} = 0,4$ см².

Fig. 4. Cyclic voltammetry of the co-reduction of Co^{2+} and Dy^{3+} ions on a tungsten electrode in a KCl-NaCl-CsCl eutectic melt containing $5 \cdot 10^{-5}$ mol/cm³ CoCl_2 and $3 \cdot 10^{-4}$ mol/cm³ DyCl_3 at 823 K, $S_{\text{cathode}} = 0.4$ cm².

Волна Д соответствует потенциалу выделения чистого металлического диспрозия [32]. Появление волн Б и С на вольтамперной зависимости мы связываем с восстановлением ионов диспрозия с определенной депполяризацией на предварительно выделившемся на вольфрамовом электроде металлического кобальта (волна А). На этих волнах происходит совместное электровосстановление ионов Dy^{3+} и Co^{2+} и образование интерметаллических фаз Dy_xCo_y . На анодной ветви циклической вольтамперограммы наблюдаются 4 волны электроокисления А', Б', С', Д'. Соответствие катодных волн восстановления и анодных волн электроокисления продуктов катодного цикла нами подтверждены снятием вольтамперных кривых до различных потенциалов возврата, соответствующих завершению каждой волны восстановления (Рис. 5, кривые 1–6).

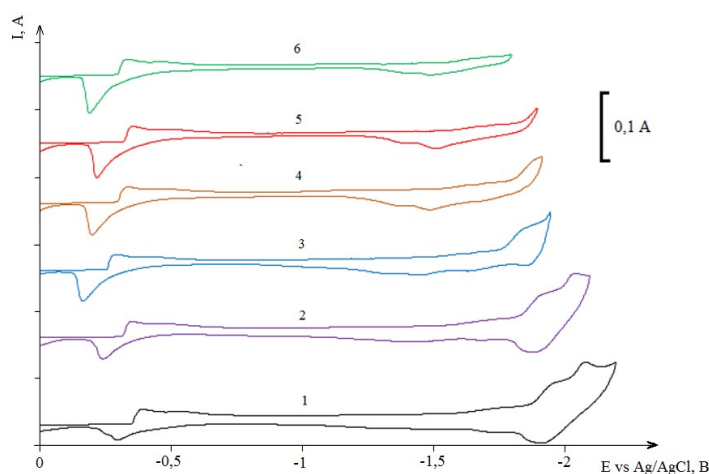


Рис. 5. Циклические вольтамперограммы совместного электровосстановления ионов Co^{2+} и Dy^{3+} на вольфрамовом электроде в эвтектическом расплаве $KCl-NaCl-CsCl$ содержащим $5 \cdot 10^{-5}$ моль/ $см^3$ $CoCl_2$ и $3 \cdot 10^{-4}$ моль/ $см^3$ $DyCl_3$ при 823 К, при различных потенциалах возврата: 1 – (-2,2), 2 – (-2,1), 3 – (-1,95), 4 – (-1,915), 5 – (-1,9), 6 – (-1,8), $S_{кат} = 0,4$ $см^2$, $V = 0,2$ В/с, $S_{кат} = 0,4$ $см^2$, $V = 0,2$ В/с.

Fig. 5. Cyclic voltammograms of the combined electroreduction of Co^{2+} and Dy^{3+} ions at a tungsten electrode in a $KCl-NaCl-CsCl$ eutectic melt containing $5 \cdot 10^{-5}$ mol/ $см^3$ $CoCl_2$ and $3 \cdot 10^{-4}$ mol/ $см^3$ $DyCl_3$ at 823 K, at different return potentials: 1 – (-2.2), 2 – (-2.1), 3 – (-1.95), 4 – (-1.915), 5 – (-1.9), 6 – (-1.8), $S_{cat} = 0.4$ $см^2$, $V = 0.2$ V/s, $S_{cat} = 0.4$ $см^2$, $V = 0.2$ V/s.

На хронопотенциограммах разомкнутой цепи (рисунок 6) при выключении гальваностатического импульса тока, наблюдается первая задержка потенциала соответствующая потенциалу растворения металлического диспрозия $-(2,16 \pm 0,02)$ В. Помимо этой задержки на кривых выключения наблюдается ещё четыре задержки потенциала, находящиеся в более положительной области относительно равновесного потенциала Dy^{3+}/Dy^0 .

Вторая задержка $-(1,86 \pm 0,03)$ В, третья задержка $-(1,6 \pm 0,01)$ В, четвертая задержка $-(1,55 \pm 0,05)$ В, пятая задержка $-(1,3 \pm 0,12)$ В. После этих задержек потенциал электрода смещается к потенциалу растворения металлического кобальта (шестая задержка) $-(0,21 \pm 0,03)$ В.

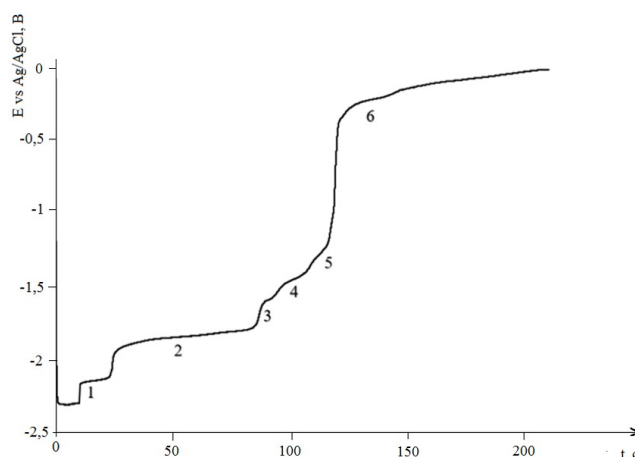


Рис. 6. Хронопотенциограмма разомкнутой цепи на вольфрамовом электроде в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl содержащим $5 \cdot 10^{-5}$ моль/см³ CoCl₂ и $3 \cdot 10^{-4}$ моль/см³ DyCl₃ при 823 К. Ток поляризации 0,3 А. $S_{\text{катода}} = 0,4 \text{ см}^2$.

Fig. 6. Chronopotentiogram of an open circuit at a tungsten electrode in a KCl-NaCl-CsCl eutectic melt containing $5 \cdot 10^{-5}$ mol/cm³ CoCl₂ and $3 \cdot 10^{-4}$ mol/cm³ DyCl₃ at 823 K. The polarization current is 0.3 A. $S_{\text{cathode}} = 0.4 \text{ cm}^2$.

Если значение гальваностатического импульса тока меньше 100 мА, то поляризация вольфрамового электрода не доходит до значения равновесного потенциала Dy³⁺/Dy⁰ и фаза металлического диспрозия не выделяется (Рис. 7, кривая 1).

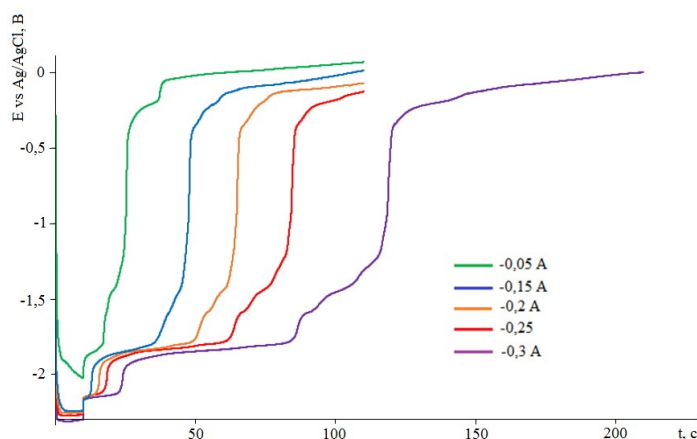


Рис. 7. Хронопотенциограммы разомкнутой цепи на вольфрамовом электроде в эвтектическом расплаве KCl-NaCl-CsCl содержащим $5 \cdot 10^{-5}$ моль/см³ CoCl₂ и $3 \cdot 10^{-4}$ моль/см³ DyCl₃ при 823 К при различных токах поляризации, $S_{\text{катода}} = 0,4 \text{ см}^2$.

Fig. 7. Chronopotentiograms of an open circuit at a tungsten electrode in a KCl-NaCl-CsCl eutectic melt containing $5 \cdot 10^{-5}$ mol/cm³ CoCl₂ and $3 \cdot 10^{-4}$ mol/cm³ DyCl₃ at 823 K at various polarization currents, $S_{\text{cathode}} = 0.4 \text{ cm}^2$.

Однако, за счет деполяризации на предварительно выделившемся на вольфрамовом электроде металлического кобальта, диспрозий выделяется с образованием интерметаллических соединений. При значениях гальваностатического импульса тока выше 150 мА поляризация вольфрамового электрода достигает значения равновесного потенциала Dy^{3+}/Dy^0 и, наряду, с фазами интерметаллида Dy_xCo_y выделяется фаза металлического диспрозия.

Квадратно-волновая вольтамперограмма расплава $KCl-NaCl-CsCl$ содержащего $CoCl_2$ и $DyCl_3$, также четко показывает наличие четырех стадий в суммарном процессе совместного электровосстановления ионов Dy^{3+} и Co^{2+} (Рис. 8)

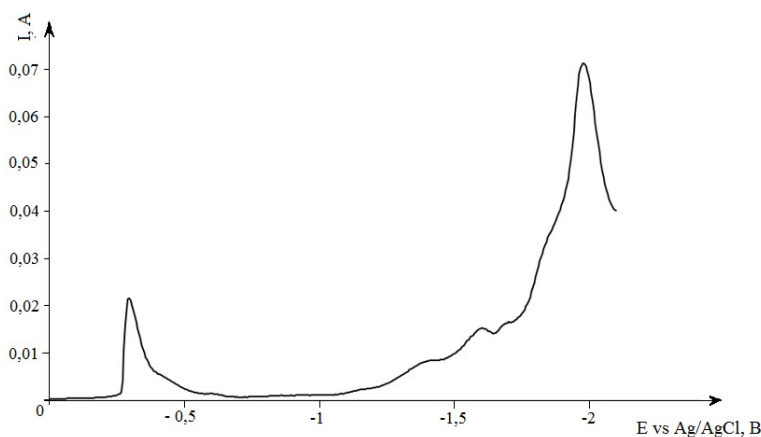


Рис. 8. Квадратно-волновая вольтамперограмма расплава $KCl-NaCl-CsCl$ содержащего $5 \cdot 10^{-5}$ моль/ cm^3 $CoCl_2$ и $3 \cdot 10^{-4}$ моль/ cm^3 $DyCl_3$ при 823 К на вольфрамовом электроде. Частота (ω) = 25 Гц, $S_{\text{катода}} = 0,4 \text{ cm}^2$.

Fig. 8. Square-wave voltammetry voltammetry of a $KCl-NaCl-CsCl$ melt containing $5 \cdot 10^{-5} \text{ mol/cm}^3$ $CoCl_2$ and $3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/cm}^3$ $DyCl_3$ at 823 K on a tungsten electrode. Frequency (ω) = 25 Hz, $S_{\text{cathode}} = 0.4 \text{ cm}^2$.

Причем потенциалы волн восстановления на хроновольтамперограмме и квадратно-волновой вольтамперограмме четко совпадают с потенциалами задержек на хронопотенциограммах разомкнутой цепи.

Заключение. Методами циклической и квадратно-волновой вольтамперометрии, хронопотенциометрии разомкнутой цепи исследовано совместное электровосстановление ионов Co^{2+} и Dy^{3+} в эвтектическом расплаве $KCl-NaCl-CsCl$ при 823 К. Установлено, что потенциалы выделения металлического кобальта и диспрозия на инертном вольфрамовом электроде в расплавленной системе $KCl-NaCl-CsCl$ различаются примерно на 1,5 В. Поэтому электрохимический синтез интерметаллидов кобальта и диспрозия возможен в кинетическом режиме. Определены кинетические закономерности электровосстановления иона Co^{2+} в эвтектическом расплаве $KCl-NaCl-CsCl$ при 823 К. Показано, что при совместном содержании ионов Co^{2+} и Dy^{3+} в эвтектическом расплаве $KCl-NaCl-CsCl$ имеет место определенная деполяризация электровосстановления ионов диспрозия на предварительно выделившемся на вольфрамовом электроде металлического кобальта с образованием, различных по составу, интерметаллических фаз на основе кобальта и диспрозия. С помощью метода хронопотенциометрии разомкнутой цепи определены потенциалы растворения, различных по составу, интерметаллических фаз Dy_xCo_y .

References

1. *Tanaka M., Oki T., Koyama K., Narita H., and Oishi T.* Recycling of rare earths from scrap. *Handb. Phys. Chem. Rare Earths*, 2013. Vol. 43. Pp. 159. DOI: 10.1016/B978-0-444-59536-2.00002-7
2. *Goodenough K. M., Wall F., and Merriman D.* The rare earth elements: demand, global resources, and challenges for resourcing future generations. *Nat. Resour. Res.* 2018. Vol. 27, No. 2. Pp. 201. DOI: 10.1007/s11053-017-9336-5
3. *Rabatho J. P., Tongamp W., Takasaki Y., Haga K. and Shibayama A.* Recovery of Nd and Dy from rare earth magnetic waste sludge by hydrometallurgical process. *J. Mater. Cycles Waste Manage.* 2013. Vol. 15, No. 2. Pp. 171. DOI: 10.1007/s10163-012-0105-6
4. *Firdaus M., Rhamdhani M. A., Durand Y., Rankin W. J. and McGregor K.* Review of high-temperature recovery of rare earth (Nd/Dy) from magnet waste. *J. Sustain. Metall.* 2016. Vol. 2, No. 4. Pp. 276. DOI: 10.1007/s40831-016-0045-9
5. *Murase K., Machida K. and Adachi G.* Recovery of rare metals from scrap of rare earth intermetallic material by chemical vapour transport. *J. Alloys Compd.* 1995. Vol. 217, No. 2. Pp. 218. DOI: 10.1016/0925-8388(94)01316-A
6. *Uda T., Jacob K. T. and Hirasawa M.* Technique for enhanced rare earth separation. *Science*. 2000. Vol. 289, No. 5488. Pp. 2326. DOI: 10.1126/science.289.5488.2326
7. *Uda T.* Recovery of rare earths from magnet sludge by FeCl₂. *Mater. Trans.* 2002. Vol. 43, No. 1. Pp. 55. DOI: 10.2320/matertrans.43.55
8. *Xu Y.C., Chumbley L.S. and Laabs F.C.* Liquid metal extraction of Nd from NdFeB magnet scrap. *J. Mater. Res.* 2000. Vol. 15, No. 11. Pp. 2296. DOI: 10.1557/JMR.2000.0330
9. *Konishi H., Nohira T., and Ito Y.* Formation and phase control of Dy alloy films by electrochemical implantation and displantation. *J. Electrochem. Soc.* 2001. Vol. 148, No. 7. Pp. 506. DOI 10.1149/1.1379031
10. *Oishi T., Konishi H., Nohira T., Tanaka M. and Usui T.* Separation and recovery of rare earth metals by molten salt electrolysis using alloy diaphragm. *Kagaku Kogaku Ronbunshu*. 2010. Vol. 36, No. 4. Pp. 299. DOI: 10.1252/kakoronbunshu.36.299
11. *Kobayashi S., Kobayashi K., Nohira T., Hagiwara R., Oishi T. and Konishi H.* Electrochemical formation of Nd-Ni alloys in molten LiF-CaF₂-NdF₃. *J. Electrochem. Soc.* 2011. Vol. 158, No. 12. Pp. E142. DOI: 10.1149/2.053212jes
12. *Burris L., Steunenber R. K., Miller W. E.* CONF-861146-14.
13. *Toda T., Maruyama T., Moritani K., Moriyama H., Hayashi H.* *J. Nucl. Sci. Technol.* 2009, Vol. 46, No. 1. Pp. 18.
14. *Koyama T., Iizuka M., Tanaka H., Tokiwai M., Shoji Y., Fujita R., Kobayas T.* *J. Nucl. Sci. Technol.* 1997. Vol. 34, Pp. 384.
15. *Souček P., Malmbeck R., Nourry C., Glatz J.-P.* Pyrochemical Reprocessing of Spent Fuel by Electrochemical Techniques Using Solid Aluminium Cathodes. *Energy Procedia*. 2011. Vol. 7. Pp. 396–404, DOI: 10.1016/j.egypro.2011.06.052
16. *Conocar O., Douyere N., Lacquement J.* Extraction behavior of actinides and lanthanides in a molten fluoride/liquid aluminum system. *Journal of nuclear materials*. 2005. Vol. 344, No. 1. Pp. 136–141, DOI: 10.1016/j.jnucmat.2005.04.031
17. *Liu K., Yuan L.-Y., Liu Y.-L., Zhao X.-L., He H., Ye G.-A., Chai Z.-F., Shi W.-Q.* Electrochemical reactions of the Th⁴⁺/Th couple on the tungsten, aluminum and bismuth electrodes in chloride molten salt. *Electrochimica Acta*. 2014. Vol. 130. Pp. 650–659. DOI: 10.1016/j.electacta.2014.03.085
18. *Liu K., Liu Y.-L., Yuan L.-Y., Zhao X.-L., He H., Ye G.-A., Chai Z.-F., Shi W.-Q.* Electrochemical formation of erbium-aluminum alloys from erbia in the chloride melts. *Electrochimica Acta*. 2014. Vol. 116. Pp. 434–441, DOI: 10.1016/j.electacta.2013.11.093
19. *Liu K., Liu Y.-L., Yuan L.-Y., Zhao X.-L., Chai Z.-F., Shi W.-Q.* Electroextraction of gadolinium from Gd₂O₃ in LiCl–KCl–AlCl₃ molten salts. *Electrochimica Acta*. 2013. Vol. 109. Pp. 732–740.

- DOI:10.1016/j.electacta.2013.07.084
20. Liu K., Liu Y.-L., Yuan L.-Y., He H., Yang Z.-Y., Zhao X.-L., Chai Z.-F., Shi W.-Q. Electroextraction of samarium from Sm₂O₃ in chloride melts. *Electrochimica Acta*. 2014. Vol. 129. Pp. 401–409. DOI: 10.1016/j.electacta.2014.02.136
 21. Castrillejo Y., Bermejo M., Barrado A., Pardo R., Barrado E., Martínez A. Electrochemical behaviour of dysprosium in the eutectic LiCl–KCl at W and Al electrodes. *Electrochimica acta*. 2005. Vol. 50, No. 10. Pp. 2047–2057. DOI: 10.1016/j.electacta.2004.09.013
 22. Chang K. G., Lu X. P., Du F. Y., Zhao M. S. Determination of the apparent standard potential of the Dy/Dy (III) system in the LiCl(c) KCl eutectic. *Chinese Journal of Chemistry*. 1994. Vol. 12, No. 6. Pp. 509–515. DOI: 10.1002/cjoc.19940120605
 23. Konishi H., Nohira T., Ito Y. Morphology control of Dy–Ni alloy films by electrochemical displantation. *Electrochemical and solid-state letters*. 2002. Vol. 5, No. 12. Pp. B37–B39.
 24. Kushkhov H. B., Uzdenova A. S., Saleh M. M. A., Qahtan A. M. F., Uzdenova L. A. The Electroreduction of Gadolinium and Dysprosium Ions in Equimolar NaCl–KCl Melt. *American Journal of Analytical Chemistry*. 2013. Vol. 04, No. 06. Pp. 39–46. DOI: 10.4236/ajac.2013.46A006
 25. Saïla A., Gibilaro M., Massot L., Chamelot P., Taxil P., Affoune A.-M. Electrochemical behaviour of dysprosium (III) in LiF–CaF₂ on Mo, Ni and Cu electrodes. *Journal of Electroanalytical Chemistry*. 2010. Vol. 642, No. 2. Pp. 150–156. DOI:10.1016/J.JELECHEM.2010.03.002
 26. Zhang M. L., Yang Y. S., Han W., Li M., Ye K., Sun Y., Yan Y. D. Electrodeposition of magnesium–lithium–dysprosium ternary alloys with controlled components from dysprosium oxide assisted by magnesium chloride in molten chlorides. *Journal of Solid State Electrochemistry*. 2013. Vol. 17 No. 10, Pp. 2671–2678, DOI: 10.1007/s10008-013-2146-8
 27. Yang Y. S., Zhang M. L., Han W., Sun P. Y., Liu B., Jiang H. L., Jiang T., Peng S. M., Li M., Ye K., Yan Y. D. Selective electrodeposition of dysprosium in LiCl–KCl–GdCl₃–DyCl₃ melts at magnesium electrodes: Application to separation of nuclear wastes. *Electrochimica Acta*. 2014. Vol. 118. Pp. 150–156. DOI: 10.1016/j.electacta.2013.11.145
 28. Yasuda K., Kobayashi S., Nohira T., Hagiwara R. Electrochemical formation of Dy–Ni alloys in molten NaCl–KCl–DyCl₃. *Electrochimica Acta*. 2013. Vol. 106. Pp. 293–300. DOI: 10.1016/j.electacta.2013.05.095
 29. Konishi H., Nohira T., Ito Y. Morphology Control of Dy–Ni Alloy Films by Electrochemical Displantation. *Electrochemical and Solid-State Letters*. 2002. Vol. 5, No. 12. Pp. B37.
 30. Konishi H., Nohira T., Ito Y. Formation of Dy–Fe alloy films by molten salt electrochemical process. *Electrochimica acta*. 2002. Vol. 47, No. 21. Pp. 3533–3539. DOI: 10.1016/S0013-4686(02)00323-7
 31. Kushkhov Kh., Ali Zh., Khotov A., Kholkina A. Mechanism of Dy³⁺ and Nd³⁺ Ions Electrochemical Coreduction with Ni²⁺, Co²⁺, and Fe³⁺ Ions in Chloride Melts. *Materials* 2021;14:7440. DOI: 10.3390/ma14237440.
 32. Khushkhov Kh. B., Kholkina A. S., Khotov A. A., Ali Zh. Z., Zhanikayeva Z. A., Kvashin V. A., Kovrov V. A., Mushnikova A. A., Mirzayants D. P. Electrochemical Behavior of Dysprosium Ion and Its Co - Electroreduction with Nickel Ions in the Molten KCl–NaCl–CsCl Eutectic. *Processes* 2023, 11(10), 2818; DOI: 10.3390/pr11102818
 33. Volkov S. V., Grishenko V. F., Delimarskiy Yu. K. Koordinatsionnaya khimiya solevykh rasplavov (Coordination chemistry of molten salts) *Naukova Dumka, Kyiv*. 1977. 332 p. (in Russian)
 34. Sytchev J., Kushkhov H., Sychev J. Voltammetric investigation of the reduction processes of nickel cobalt and iron ions in chloride and chloro – fluoride melts. In *proceedings of Int. Computer Sci. Conf. Miskolc. Hungary*. 2000. Pp. 69.
 35. Kushkhov Kh. B., Supatashvili D. G., Shapoval V. I., Novoselova V. I., Gasviana N. A. Sovmestnoye elektrosostanovleniye molybdat iona s kationamy Ni y Co v khloridnykh rasplavakh (Mutual electroreduction of molybdat-ion with Ni and Co cations in chloride melts.

- Electrokhimiya. 1990. Vol. 26, No. 3. Pp. 300–304. (in Russian)
36. *Bard A. J., Faulkner L. R.* Electrochemical methods: fundamentals and applications. Wiley. New York, USA. 1980. 850 p.
 37. *Scholz F.* Electroanalytical methods: Guide to Experiments and Applications, 2nd ed. Springer, 2010, XXVII, 359 p.
 38. *Ramaley L., Krause M. S.* Theory of square wave voltammetry. *Analyt. Chem.* 1969. Vol. 41. Pp. 1362–1365. DOI: 10.1021/ac60280a005
 39. *Settle J. L., Nagy Z.* Metal deposition-dissolution in molten halides-on the question of measurability of fast electrode-reaction rates. *J. Electrochem. Soc.* 1985, Vol. 132. Pp. 1619–1627. DOI: 10.1149/1.2114177

Поступила 24.02.2024; одобрена после рецензирования 20.03.2024; принята к публикации 27.03.2024.

Submitted 24.02.2024; approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 27.03.2024.

Об авторах:

Кушхов Хасби Билялович, доктор химических наук, профессор, действительный член АМАН, заведующий кафедрой неорганической и физической химии, Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х. М. Бербекова, ORCID: 0000-0002-8613-9868, hasbikushchov@yahoo.com

Хотов Астемир Андзорович, аспирант кафедры неорганической и физической химии ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет» им. Х.М. Бербекова, astemir.xotov@mail.ru

Кахтан Абдулкадер Мокбель Фархан, кандидат химических наук, руководитель химического факультета, Педагогического колледжа Университета Сейюн, (г. Сейюн, Йемен), ORCID: 0009-0009-8923-7867

About the authors:

Hasbi Bilyalovich Kushkhov, PhD in Chemistry, Professor, full member of AIAS, Head of the Department of Inorganic and Physical Chemistry, Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekova, ORCID: 0000-0002-8613-9868, hasbikushchov@yahoo.com

Astemir Andzorovich Khotov, graduate student of the Department of Inorganic and Physical Chemistry, Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekova, astemir.xotov@mail.ru

Abdulkader Moqbel Farhan Qahtan, PhD in Chemistry, Head Departmente of chemistry, College of Education, Seiyun university, (Seiyun, Yemen), ORCID: 0009-0009-8923-7867

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The authors have read and approved the final version of the manuscript.



ЭКОЛОГИЯ

УДК 581.14:582.542.2

DOI: 10.47928/1726-9946-2024-24-1-72-81

EDN: QFCFCC



Научная статья

Антропогенная трансформация ксерофильного флористического комплекса Кабардино-Балкарии (Центральный Кавказ)

С. Х. Шхагапсоев¹, А. М. Мурзаканова², А. Х. Тхагалегов³

¹Парламент Кабардино-Балкарской Республики, г. Нальчик, Россия

²Министерство природных ресурсов и экологии Кабардино-Балкарской Республики, г. Нальчик, Россия

³Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова, г. Нальчик, Россия
Shagapsoevsafarbi@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена систематическому анализу ксерофильного флористического комплекса Кабардино-Балкарии с выявлением инвазивной фракции флоры; в её структуре предложено понятие «коэффициент инвазии» конкретной флоры; дано определение ксерофильному флористическому комплексу.

Ключевые слова: ксерофильный флористический комплекс, коэффициент инвазивности конкретной флоры, анализ флоры, родовой коэффициент.

Финансирование. Работа не выполнялась в рамках фондов.

Конкурирующие интересы. Конфликтов интересов в отношении авторства и публикации нет

Авторский вклад и ответственность. Авторы участвовали в написании статьи и полностью несут ответственность за предоставление окончательной версии статьи в печать.

Для цитирования. Шхагапсоев С. Х., Мурзаканова А. М., Тхагалегов А. Х. Антропогенная трансформация ксерофильного флористического комплекса Кабардино-Балкарии (Центральный Кавказ) // Доклады АМАН. 2024. Т. 24, № 1. С. 72–81.

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-72-81>; EDN: QFCFCC

© Шхагапсоев С. Х.,
Мурзаканова А. М.,
Тхагалегов А. Х., 2024



ECOLOGY

Original article

Anthropogenic transformation of xerophilic floristic complex of Kabardino-Balkaria (Central Caucasus)

Safarbiy Kh. Shkhagapsoev¹, Asiyat M. Murzakanova², Anzor H. Tkhagalegov³¹Parliament of the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Russia²Ministry of Natural Resources and Ecology of the Kabardino-Balkar Republic, Nalchik, Russia³Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov, Nalchik, Russia
Shagapsoevsafarbi@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the systematic analysis of the xerophilic floristic complex of Kabardino-Balkaria with the identification of the invasive fraction of the flora; in its structure the concept of "invasion coefficient" of a particular flora is proposed; the definition of the xerophilic floristic complex is given.



Keywords: xerophilic floristic complex, specific flora invasiveness coefficient, flora analysis, genus coefficient.

Funding. The work was not carried out within the framework of funds

Competing interests. There are no conflicts of interest regarding authorship and publication.

Contribution and Responsibility. All authors contributed to this article. Authors are solely responsible for providing the final version of the article in print. The final version of the manuscript was approved by all authors.

For citation. Shkhagapsoev S. Kh., Murzakanova A. M., Tkhagalegov A. H. Anthropogenic transformation of xerophilic floristic complex of Kabardino-Balkaria (Central Caucasus). Adyghe Int. Sci. J. 2024. Vol. 24, No. 1. Pp. 72–81.

 DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-72-81>;  EDN: QFCFCC

© Shkhagapsoev S. Kh.,
Murzakanova A. M.,
Tkhagalegov A. H., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Введение. Аридные котловины Кабардино-Балкарии и всего Центрального и Восточного Кавказа с характерными природно-климатическими, орографическими особенностями и растительным покровом, объединённые общим названием «нагорные ксерофиты», предложенные ещё в XVIII в. проф. Н. Кузнецовым, богаты эндемичными и ценными видами растений интересны с разных точек зрения. Более того, котловины являются уникальными естественно-историческими районами, сосредоточением части местного (коренного) населения Кабардино-Балкарии. В этих котловинах расположены крупные высокогорные поселения Безенги и Верхняя Балкария – в Черекском ущелье; Булунгу и Верхний Чегем, а в прошлом Актопрук – в Чегемском; Былым, Верхний Баксан, а в прошлом пос. Угольный в Баксанском соответственно. Все четыре котловины расположены в северной депрессии между Скалистым и Боковым хребтами северного склона Кавказских гор. Ширина котловин варьируют от 2–2.5 км. на востоке республики и расширяется до 25 км. на западе, ближе к Карачаево-Черкесской Республике в ущелье реки Малки [1].

Растительный покров аридных котловин Кабардино-Балкарии до конца не изучены и ограничиваются исследованиями Ю. И. Коса, А. И. Галушко, С. Х. Шхагапсоева, А. М. Мурзакановой [2]–[8]. Эти исследования требуют дополнения и уточнения.

Цели и задачи исследования. Целью исследования является выявление ксерофильного флористического комплекса Кабардино-Балкарии с ранжированием основных систематических таксонов для сравнительного анализа и в его составе чужеродного элемента флоры.

Материалы и методы исследования. Объекты исследования – ксерофильный флористический комплекс четырёх изолированных аридных котловин Кабардино-Балкарии в период с 2002 по 2005 гг. и с 2020 по 2022 гг. Собранные гербарные материалы во время маршрутных обследований и геоботанические описания типичных растительных сообществ хранятся в KBNG им. Л. Х. Слонова.

Результаты и обсуждения. Под ксерофильным флористическим комплексом мы понимаем естественно сложившуюся группу видов растений, связанных с обитанием на щебенисто-скелетных и каменистых почвах (субстратах) в аридных котловинах. В состав последних, как непрменный компонент, включаются все эдафические варианты нагорно-ксерофитной, средне-горной, скально-осыпной флоры, встречающиеся на скелетных, каменистых почвах, скалах, осыпях, россыпях в пределах аридных котловин. При таком его понимании, мы рассматриваем его как самостоятельный флорокомплекс, состоящий из двух слагающих компонентов, нагорно-ксерофильного и среднегорно-петрофильно-ксерофильного, входящий в состав региональной флоры.

Составленный систематический реестр данного комплекса насчитывают в условиях аридных котловин Кабардино-Балкарии 261 вид, относящихся к 107 родам и 39 семействам.

Для сравнения отметим, что во флоре ксерофильных комплексов Южной Грузии Л. С. Хинтибидзе [9] указывала 284 вида, распределённых между 45 семействами и 156 родами.

Абсолютное большинство видов в нашей флоре приходится на покрытосеменные растения; голосеменные представлены 4 видами из семейства *Ephedraceae* (1 вид) и *Cupressaceae* (3 вида); папоротники содержат 5 видов из семейства *Aspleniaceae*. Среднее видовое богатство на одно семейство составляет 7,0. Соотношение однодольных к двудольным значительное (1:32). Таким образом, несмотря на то, что аридные котловины занимают здесь небольшую площадь, они отличаются высоким видовым разнообразием. Ведущее поло-

жение во флористическом спектре занимают 10 семейств; *Rosaceae* – 31 вид (11,9% от общего числа видов), *Asteraceae* – 27 (10,3%), *Fabaceae* – 23 (8,8%), *Lamiaceae* – 21 (8,0%), *Caryophyllaceae* – 18 (6,9%), *Brassicaceae* – 15 (5,7%), *Crassulaceae* – 14 (5,3%), *Poaceae* – 12 (4,6%), *Scrophulariaceae* – 8 (3,0%), *Boraginaceae* – 7 (2,6%). Они содержат 176 всех видов (67,1%) ксерофильного флористического комплекса (табл. 1).

Во флоре колючеастрагаловых сообществ Северного Кавказа – одного из вариантов нагорных ксерофитов М. А. Иванишвили [10] ведущими семействами отмечала: *Compositae* (43 вида) → *Labiatae* (41) → *Leguminosae* (41) → *Caryophyllaceae* ((31) → *Graminea* (23) → *Rosaceae* (23) → *Scrophulariaceae* (15) → *Campanulaceae* (12) → *Cruciferae* (9).

Ведущие семейства в ксерофильной флоре Южной Грузии согласно Л. С. Хинтибидзе [9] имеют следующий порядок: *Compositae* (48 видов) → *Leguminosae* (39) → *Labiatae* (24) → *Cruciferae* (24) → *Caryophyllaceae* ((22) → *Graminea* (16) → *Alliaceae* (13) → *Boraginaceae* (9) → *Scrophulariaceae* (9) → *Chenopodiaceae* (7) → *Campanulaceae* (12) → *Rosaceae* (7) → *Dipsacaceae* (6) *Rosaceae* (23) → *Umbelliferae* (6). Все остальные семейства представлены по одному виду.

В нашей флоре шесть видов содержат представители *Ranunculaceae*. По пять видовых таксона содержат два семейства: *Aspleniaceae*, *Chenopodiaceae*; по четыре вида – *Ariaceae*, *Linaceae*, *Euphorbiaceae*, *Primulaceae*; тремя видами представлены *Hypericaceae*, *Cistaceae*, *Liliaceae*, *Orobanchaceae*, *Thymelaceae*, *Cupressaceae*. По два вида содержат пять семейств (*Fumariaceae*, *Limoniaceae* и др.). В данном флоро-комплексе одновидовыми являются восемь семейств.

Таблица 1. Ведущие семейства ксерофильного флористического комплекса Кабардино-Балкарии.

Table 1. Leading families of xerophilic floristic complexes Kabardino-Balkaria.

| № | Семейство | Число видов | | Число родов | |
|---------------|------------------------------|-------------|------|-------------|------|
| | | абсолютн. | % | абсолютн. | % |
| 1. | <i>Rosaceae Juss.</i> | 31 | 11,9 | 7 | 6,5 |
| 2. | <i>Asteraceae Dumort.</i> | 27 | 10,3 | 14 | 13,0 |
| 3. | <i>Fabaceae Lindl.</i> | 23 | 8,8 | 8 | 7,4 |
| 4. | <i>Lamiaceae Lindl.</i> | 21 | 8,0 | 8 | 7,4 |
| 5. | <i>Caryophyllaceae Juss.</i> | 18 | 6,9 | 9 | 8,4 |
| 6. | <i>Brassicaceae Burnett.</i> | 15 | 5,7 | 8 | 7,4 |
| 7. | <i>Crassulaceae L.</i> | 14 | 5,3 | 3 | 2,8 |
| 8. | <i>Poaceae Barnhart</i> | 12 | 4,6 | 9 | 8,4 |
| 9. | <i>Scrophulariaceae L.</i> | 8 | 3,0 | 4 | 3,7 |
| 10. | <i>Boraginaceae L.</i> | 7 | 2,6 | 4 | 3,7 |
| Всего: | | 176 | 67,1 | 74 | 68,7 |

Согласно А. П. Хохрякову [11], при оценке степени сходства – различия флор первостепенную роль играют три первые семейства флористического спектра (первая триада), определяющие тип флоры; вспомогательную – вторая триада, определяющая подтип флоры. Поскольку Голарктическом флористическом царстве ведущее место занимают *Asteraceae* и *Poaceae*, тип флоры определяется на основе третьего члена триады

спектра семейства, а подтип на основе члена второй триады спектра. Если следовать этому принципу, данный флорокомплекс относится к *Fabaceae* – типу (средиземноморско-центральноазиатский), к *Lamiaceae* – подтипу (средиземноморско-переднеазиатский). Последующие семейства, в спектре *Caryophyllaceae* и *Brassicaceae*, традиционно присущи аридным и степным флорам [12]–[13], подтверждают данный тезис.

Преобладание представителей *Crassulariaceae* и *Saxifragaceae* отражает участие в составе анализируемого флорокомплекса суккулентных и подушковидных жизненных форм, характерных для средиземноморских и отчасти бореальных флор; преобладание представителей *Scrophulariaceae* и *Boraginaceae* говорит о сходстве анализируемого флорокомплекса с флорами южных регионов.

Неравномерное распределение численности видов по семейственному спектру свидетельствует, согласно А. И. Толмачеву [14], об экстремальных условиях формирования той или иной флоры. Эта закономерность характерна не только для ксерофильного флористического комплекса аридных котловин Кабардино-Балкарии, но и для аридных котловин других регионов, в частности, Дагестана [12] и Ингушетии [15].

Родовой спектр (табл. 2) показывает, что ведущие 15 родов содержат 99 видов (49,3%). Значительное участие представителей родов *Astragalus*, *Sedum*, *Dianthus*, *Scutellaria* подтверждают аридные черты района исследования.

Во флоре колючеастроголовых трагакантовых сообществ Северного Кавказа ведущими родами являются: *Astragalus*, *Campanula*, *Silene*, *Medicago*, *Dianthus*, *Rosa* и др. [10].

Таблица 2. Ведущие рода ксерофильного флористического комплекса.

Table 2. Leading genera of the xerophilic floristic complex.

| № | Роды | Количество видов | |
|---------------|-----------------------|------------------|------|
| | | абсолютн. | % |
| 1. | <i>Rosa L.</i> | 18 | 6,9 |
| 2. | <i>Astragalus L.</i> | 14 | 5,3 |
| 3. | <i>Sedum L.</i> | 10 | 3,8 |
| 4. | <i>Saxifraga L.</i> | 6 | 2,3 |
| 5. | <i>Potentilla L.</i> | 6 | 2,3 |
| 6. | <i>Dianthus L.</i> | 6 | 2,3 |
| 7. | <i>Scutellaria L.</i> | 6 | 2,3 |
| 8. | <i>Draba L.</i> | 5 | 1,9 |
| 9. | <i>Asplenium L.</i> | 4 | 1,5 |
| 10 . | <i>Thalictrum L.</i> | 4 | 1,5 |
| 11. | <i>Euphorbia L.</i> | 4 | 1,5 |
| 12. | <i>Linum L.</i> | 4 | 1,5 |
| 13. | <i>Galium L.</i> | 4 | 1,5 |
| 14 . | <i>Hieracium L.</i> | 4 | 1,5 |
| 15. | <i>Jurinea Cass</i> | 4 | 1,5 |
| Всего: | | 99 | 49,3 |

Во флоре Южной Грузии этот реестр выглядит следующим образом: *Astragalus* (24) → *Alussum* (7) → *Allium* (7) → *Onosma* (5) → *Artemisia* (5) [9]. В нашей флоре по три вида содержит 21 род, по два вида – 18 родов и по одному – 65 родов. Помимо ведущих родов необходимо выделить наиболее характерные для ксерофильных комплексов рода

с 1–2 видами, которые имеют фитоценотическое значение: *Berberis*, *Caragana*, *Oxytropis*, *Gonialimon*, *Thymus*, *Rhamnus*.

Родовой коэффициент, составляющий 2,1 свидетельствует о «жёсткой» физической среде, в которой данный флористический комплекс развивается. Большинство крупных родов относятся также к крупным семействам. Им же принадлежит ведущая роль в сложении растительного покрова аридных котловин и семиаридных склонов среднегорий, где ксерофильный флористический комплекс имеет широкое распространение. Таким образом, анализ таксономической структуры показывает гетерогенность данного флористического комплекса Кабардино-Балкарии.

Исстари, как и в условиях коллективного хозяйствования в годы Советской власти, так и сегодня, растительный покров аридных котловин жители использовали в течении круглого года в качестве пастбищ, в особенности зимних, о чём свидетельствуют многочисленные архивные материалы.

Достаточно отметить, что в одном колхозе «Путь к коммунизму» в селе Безенги содержали более 20 тыс. овец, не считая число крупного рогатого скота, акклиматизированных яков, расплодившихся в несколько тысяч голов, а также частного поголовья жителей села.

Такая картина наблюдалась и в других поселениях, т.е. горное животноводство было и остаётся основным занятием для жителей этих высокогорных поселений. Фураж для животноводства заготавливали в прошлом и сейчас в равнинной части республики и завозили наверх в конце лета – начале осени, также исстари.

Естественно, происходил и перманентно происходит занос чуждых растительных зачатков – семян и плодов вместе с завозимым фуражом. Занос, экспансия, расширение ареала и инвазия чужеродных растений – один из процессов антропогенной трансформации флоры, который наблюдаем сегодня [10]–[20].

Например, согласно архивным материалам (УЦГА АС КБР: Ф. Р-660, оп. 1, д. 66, л. 173), амброзия появилась в республике в начале 50-х годов XX века «... на полях колхоза им. Сталина и подсобного хозяйства крахмального завода».

Несмотря на предпринимаемые меры борьбы, за 70 лет амброзия распространилась повсюду во всех 13 муниципально-административных образованиях Кабардино-Балкарии, входя во все типы растительности, вплоть до высокогорных на территории национального государственного парка «Приэльбрусье» [17].

Наши наблюдения свидетельствуют, что ареалы расширяют также *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Erigeron annuus* (L.) Pers, *E. canadensis* L. и др. чужеродные растения [20].

А потому необходимо изучение их эколого-биологических особенностей в конкретных местах обитания.

О таких трансформациях флоры в различных регионах Кавказа предупреждал ещё в 20-х годах прошлого века известный кавказовед профессор Д. И. Сосновский, который писал в забытой, но замечательной статье о преподавании ботаники и её содержании, что «... с исследованием [растительного покрова Кавказа] необходимо спешить и без того уже влияние человека пагубным и весьма заметным образом отразилось на кавказской флоре» [21, с. 123].

Таблица 3. Систематическая структура чужеродной фракции флоры аридных котловин КБР.

Table 3. Systematic structure of the alien fraction of the flora of arid basins of the KBR.

| № | Семейство | Число родов | | Число видов | |
|---------------|-------------------------|-------------|------|-------------|------|
| | | абсолютн. | % | абсолютн. | % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | <i>Ranunculaceae</i> | 1 | 2,0 | 1 | 1,4 |
| 2. | <i>Caryophyllaceae</i> | 4 | 8,0 | 4 | 6,0 |
| 3. | <i>Amaranthaceae</i> | 1 | 2,0 | 2 | 3,0 |
| 4. | <i>Chenopodiaceae</i> | 2 | 4,0 | 11 | 16,3 |
| 5. | <i>Polygonaceae</i> | 1 | 2,0 | 3 | 4,4 |
| 6. | <i>Primulaceae</i> | 1 | 2,0 | 1 | 1,4 |
| 7. | <i>Brassicaceae</i> | 9 | 18,0 | 10 | 14,9 |
| 8. | <i>Cucurbitaceae</i> | 1 | 2,0 | 2 | 3,0 |
| 9. | <i>Malvaceae</i> | 2 | 4,0 | 2 | 3,0 |
| 10. | <i>Canabaceae</i> | 1 | 2,0 | 1 | 1,4 |
| 11. | <i>Thymelaeaceae</i> | 1 | 2,0 | 1 | 1,4 |
| 12. | <i>Solanaceae</i> | 1 | 2,0 | 1 | 1,4 |
| 13. | <i>Scrophulariaceae</i> | 1 | 2,0 | 1 | 1,4 |
| 14. | <i>Cuscutaceae</i> | 1 | 2,0 | 1 | 1,4 |
| 15. | <i>Convolvulaceae</i> | 5 | 4,0 | 2 | 3,0 |
| 16. | <i>Verbenaceae</i> | 1 | 2,0 | 1 | 1,4 |
| 17. | <i>Lamiaceae</i> | 1 | 2,0 | 1 | 1,4 |
| 18. | <i>Asteraceae</i> | 11 | 22,0 | 15 | 22,8 |
| 19. | <i>Juncaceae</i> | 1 | 2,0 | 1 | 1,4 |
| 20. | <i>Poaceae</i> | 7 | 14,0 | 7 | 7,4 |
| Итого: | | 50 | 100 | 67 | 100 |

Анализ показал произрастание в условиях котловин 67 чужеродных видов из 20 семейств и 50 родов. Родовой коэффициент составляет 1,3. Наибольшим числом видов представлены семейства: *Asteraceae* – 15 (22% от общего количества), *Chenopodiaceae* – 11 (16,3%), *Brassicaceae* – 10 (14,9%), *Poaceae* – 7 (7,4%), *Caryophyllaceae* – 4 (6,0%). Перечисленные пять семейств содержат около 70% от всего числа видов (табл. 3).

Как видно из таблицы, сем. *Polygonaceae* содержит три вида *Amaranthaceae*, *Cucurbitaceae*, *Malvaceae*, *Convolvulaceae* содержат по два вида. Девять семейств содержат по 1 виду. Род *Chenopodiaceae* представлен 8 видами; *Polygonum* и *Atriplex* содержат по три вида; *Erigeron*, *Xanthium*, *Galinsoga*, *Veronica*, *Sinapis*, *Bryonia*, *Brassica*, *Amaranthus*, *Scleranthus* содержат по два вида. По одному виду содержат 55 родов.

Для оценки влияния чужеродных элементов флоры на конкретную флору мы предлагаем использовать коэффициент инвазивности, представляющий собой отношение числа инвазивных видов к общему числу конкретной флоры. В данном случае эта цифра составляет 4,0.

Список использованных источников

1. Гурьянов В. В. География Кабардино-Балкарской АССР. Нальчик: Каб.-Балк. книжн. из-во, 1964. 95 с.

2. *Кос Ю. И.* Растительный покров Кабардино-Балкарии и её хозяйственное использование. Нальчик: Эльбрус, 1959. 198 с.
3. *Галушко А. И.* Флора западной части Центрального Кавказа (ЦЗК), её анализ и перспективы использования // Автореф. дисс. . . докт. биол. наук. Л., 1969. 42 с.
4. *Гавашели Г. Ш., Шхагапсоев С. Х., Тхазаплижева Л. Х.* К анализу флоры Верхне-Балкарской аридной котловины // Вестник Оренбургского госуниверситета. 2008. № 2. С. 99–106.
5. *Мурзаканова А. М.* Анализ ксерофильных флористических комплексов аридных котловин Кабардино-Балкарии (Центральный Кавказ) // Автореф. дисс. . . канд. биол. наук. Махачкала. 2006. 22 с.
6. *Шхагапсоев С. Х., Гузиев Х. Ю., Мурзаканова А. М.* Флора Былымской аридной котловины // В сб.: Горные регионы России в XXI веке. Махачкала, 2003. С. 163–164.
7. *Шхагапсоев С. Х., Мурзаканова А. М., Гавашели Г. Ш.* Ксерофильные флористические комплексы Верхне-Балкарской аридной котловины // В сб.: Природа Черекского района Кабардино-Балкарии и её охрана. Нальчик: Полиграфсервис и Т., 2005. С. 124–125.
8. *Шхагапсоев С. Х.* Растительный покров Кабардино-Балкарии. Нальчик: Тетраграф, 2015. 350 с.
9. *Хинтибидзе Л. С.* Ксерофильные флористические комплексы Южной Грузии // Автореф. дисс. . . докт. биол. наук. Тбилиси, 1990. 47 с.
10. *Иванишвили М. А.* Флора формаций колючеастроголовых трагакантников северного склона Большого Кавказа. Тбилиси: Мецниереба. 1973. 213 с.
11. *Хохряков А. П.* Таксономические спектры и их роль в сравнительной флористике // Ботан. журнал. 2000. Т. 85, № 5. С. 1–11.
12. *Львов П. Л.* Флора Ботлихской аридной котловины // Известия СКНЦ ВШ Естеств. науки. 1976. № 3. С. 96–99.
13. *Тайсумов М. А., Магомедова Р. С.* Ксерофиты флоры российского Кавказа: общая характеристика, классификация и поликомпонентный анализ. Махачкала: Алеф, 2017. 225 с.
14. *Толмачёв А. И.* Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. Новосибирск: Наука, 1986. 195 с.
15. *Дакиева М. К.* Флора Республики Ингушетия и её анализ // Автореф. дисс. . . канд. биол. наук. Ставрополь, 2003. 23 с.
16. *Кушзов А. Х.* Новый сорняк КБАССР и СОАССР – пикульник видный // В сб.: Природные ресурсы КБАССР: охрана, воспроизводство и использование. Нальчик: Эльбрус, 1989. С. 92–94.
17. *Пшегусов Р. Х.* Модели компонентов горных экосистем Кавказа: пространственный анализ и теория экологической ниши // Автореф. дисс. . . докт. биол. наук. М., 2023. 46 с.
18. *Чадаева А. Х., Шхагапсоева К. А., Цепкова Н. Л., Шхагапсоев С. Х.* Мониторинг распространения *Ambrosia artemisiifolia* L. в луговых фитоценозах Кабардино-Балкарской Республики (Центральный Кавказ) // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 1. С. 130–140.
19. *Шхагапсоев С. Х., Чадаева В. А., Шхагапсоева К. А.* Материалы для Чёрной книги флоры Кабардино-Балкарской Республики. Нальчик: из-во М. и В. Котляровых, 2018. 137 с.
20. *Шхагапсоев С. Х., Чадаева В. А., Шхагапсоева К. А.* Чёрная книга флоры Кабардино-Балкарской Республики. Нальчик: из-во М. и В. Котляровых, 2021. 199 с.
21. *Сосновский Д. И.* Важнейшие задачи ботанического исследования Кавказа в связи с преподаванием ботаники в ВУЗах // Труды Тифлисск. Ботан. сада, 1920. С. 119–136.

Поступила 12.03.2024; одобрена после рецензирования 15.03.2024; принята к публикации 20.03.2024.

Об авторах:

Шхагапсоев Сафарби Хасанбиевич, доктор биологических наук, депутат Парламента Кабардино-Балкарской Республики, профессор кафедры биологии, геоэкологии и молекулярно-генетических основ живых систем института химии и биологии Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова, академик РЭА, действительный член АМАН, заслуженный деятель науки Кабардино-Балкарской Республики и Республики Ингушетия, (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7815-1605>, SPIN-код: 8131-5463, AuthorID: 144855, Shagapsoevsafarbi@gmail.com

Мурзаканова Асият Мухамедовна, кандидат биологических наук, начальник отдела Министерства природных ресурсов и экологии КБР

Тхагалегов Анзор Хасанович, аспирант института химии и биологии Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова, (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика)

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. *Guryanov V. V.* Geografiya Kabardino-Balkarskoj ASSR [Geography of the Kabardino-Balkarian ASSR]. Nal'chik: Kab.-Balk. knizhn. iz-vo, 1964. 95 p.
2. *Kos Yu. I.* Rastitel'nyj pokrov Kabardino-Balkarii i eyo hozyajstvennoe ispol'zovanie [Vegetation cover of Kabardino-Balkaria and its economic utilization]. Nal'chik: El'brus, 1959. 198 p.
3. *Galushko A. I.* Flora zapadnoj chasti czentraFnogo Kavkaza (ZCzK), eyo analiz i perspektivy ispolzovaniya. Avtoref. diss. . . .doktora biol. nauk, 1969. 42 p.
4. *Gavasheli G. Sh., Shkhagapsoev S. H., Tkhazaplizheva L. H.* To the analysis of the flora of the Upper Balkar arid basin. Vestnik of the Orenburg State University. 2008, No. 2. Pp. 99–106.
5. *Murzakanova A. M.* Analysis of xerophilic floristic complexes of arid hollows of Kabardino-Balkaria (Central Caucasus). Autoref. dissertation... candidate of biological sciences. Makhachkala, 2006. 22 p.
6. *Shkhagapsoev S. Kh., Guziev H. Y., Murzakanova A. M.* Flora of the Bylym arid basin/ In the collection: Mountain regions of Russia in the XXI century. Makhachkala, 2003. Pp. 163–164.
7. *Shkhagapsoev S. Kh., Murzakanova A. M., Gavasheli G. Sh.* Xerophilic floristic complexes of the Upper Balkar arid basin. In the collection: Nature of the Chereksky district of Kabardino-Balkaria and its protection. Nalchik: Polygraphservice and T., 2005. Pp. 124–125.
8. *Shkhagapsoev S. Kh.* Rastitel'nyj pokrov Kabardino-Balkarii [Vegetation cover of Kabardino-Balkaria]. Nal'chik: Tetragraf. 2015. 350 p.
9. *Khintibidze L. S.* Xerophilous floristic complexes of South Georgia // Avtoref. dissertation... Doctor of Biological Sciences. Tbilisi, 1990. 47 p.
10. *Ivanishvili M. A.* Flora formacij kolyuchestragalovyh tragakantnikov severnogo sklona Bol'shogo Kavkaza [Flora of formations of prickly astragalus tragacanth of the northern slope of the Greater Caucasus]. Tbilisi: Mecniereba. 1973. 213 p.
11. *Khokhryakov A. P.* Taxonomic spectra and their role in comparative floristics. Botanical Journal. 2000. Vol. 85, No. 5. Pp. 1–11.
12. *Lvov P. L.* Flora of the Botalikha arid basin. Izvestiya SKNTS VS Natural Science. 1976, No. 3. Pp. 96–99.

13. *Taisumov M. A., Magomedova R. S.* Kserofity flory rossijskogo Kavkaza: obshchaya harakteristika, klassifikaciya i polikomponentnyj analiz [Xerophytes of the flora of the Russian Caucasus: general characterization, classification and multicomponent analysis]. Mahachkala: Alef, 2017. 225 p.
14. *Tolmachev A. I.* Metody sravnitel'noj floristiki i problemy florigeneza [Methods of comparative floristics and problems of florogenesis]. Novosibirsk: Nauka. 1986. 195 p.
15. *Dakieva M. K.* Flora of the Republic of Ingushetia and its analysis. Avtoref. diss. kand. biol. sciences. Stavropol, 2003. 23 p.
16. *Kushkhov A. Kh.* A new weed of KBASSR and SOASSR - sawfly vidny. In the collection: Natural resources of KBASSR: protection, reproduction and utilization. Nalchik: Elbrus, 1989. Pp. 92–94.
17. *Pshegusov R. Kh.* Models of components of mountain ecosystems of the Caucasus: spatial analysis and ecological niche theory. Avtoref. diss. doctor of biology. M., 2023. 46 p.
18. *Chadaeva V. A., Shkhagapsoyeva K. A., Tsepikova N. L., Shkhagapsoyev S. Kh.* Monitoring the distribution of *Ambrosia artemisiifolia* L. in meadow phytocenoses of the Kabardino-Balkarian Republic (Central Caucasus). Russian Journal of Biological Invasions. 2018, No 1. Pp. 130–140.
19. *Shkhagapsoev S. Kh., Chadaeva V. A., Shkhagapsoeva K. A.* Chyornaya kniga flory Kabardino-Balkarskoj Respubliki [Materials for the Black Book of the flora of the Kabardino-Balkar Republic]. Nal'chik: iz-vo M. i V. Kotlyarovyh, 2018. 137 p.
20. *Shkhagapsoev S. Kh., Chadaeva V. A., Shkhagapsoeva K. A.* Chyornaya kniga flory Kabardino-Balkarskoj Respubliki [Black book of the flora of the Kabardino-Balkar Republic]. Nal'chik: iz-vo M. i V. Kotlyarovyh. 2021. 199 p.
21. *Sosnovsky D.I.* The most important tasks of botanical research of the Caucasus in connection with the teaching of botany in universities. Proceedings of the Tiflissk. Botanical Garden, 1920. Pp. 119–136.

Submitted 12.03.2024; approved after reviewing 15.03.2024; accepted for publication 20.03.2024.

About the authors:

Safarbiy Khasanbievich Shkhagapsoev, Doctor of Biology, Deputy of the Parliament of the Kabardino-Balkarian Republic, Professor of the Department of Biology, Geoecology and Molecular Genetic Foundations of Living Systems, Institute of Chemistry and Biology, Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekova, Academician of REA, Full member of AIAS, Honored Scientist of the Kabardino-Balkarian Republic and Republic of the Ingushetiya, (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7815-1605>, SPIN code: 8131-5463, AuthorID: 144855, Shagapsoevsafarbi@gmail.com

Asiyat Mukhamedovna Murzakanova, Candidate of Biological Sciences, Head of Department of the Ministry of Natural Resources and Ecology of KBR

Anzor Hasanovich Tkhagalegov, PhD student at the Institute of Chemistry and Biology, Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov, (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic)

The authors have read and approved the final version of the manuscript.



ФИЛОЛОГИЯ

УДК 82

DOI: 10.47928/1726-9946-2024-24-1-82-90

EDN: SNNYMG



Научная статья

Дыгъужь Къурмэн и Гуэху еплъыкIэр и тхыгъэхэм къызэрыхэщыр

Хъ. И. Бакуу

Къэбэрдей-Балъкъэр гуманитарнэ институт, Налшык, Урысей
h.bakov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема творческой индивидуальности на материале творчества черкесского поэта и писателя Курмана Бахсиятовича Дугужева (1941–1984). Вопросы творческой индивидуальности и национального своеобразия являются актуальными во все периода функционирования литературного процесса, это особо касается младописьменных литератур. О творчестве К. Дугужева отзывались многие авторы, но они являются журналистами, художниками, поэтами и т.д., но мало кто из профессиональных литературоведов академически проводил анализ его произведений, поэтому данная статья в известной мере восполняет этот пробел. В вводной части дается характеристика понятия творческой индивидуальности, отмечается степень ее разработанности, подчеркивается ее роль в становлении младописьменных литератур северокавказского региона. Приводятся факты биографии К. Дугужева, повлиявшие на развитие его творческой индивидуальности и национального своеобразия поэзии и прозы писателя, пользуясь сравнительно-типологическим и хронико-историческим методами. Эстетическому анализу подвергнуты наиболее известные произведения из многогранного творчества К. Дугужева. Особое внимание уделено теме родины в гражданской лирике. Значительное место в статье занимают вопросы мастерства писателя. В статье ставится задача исследовать проблему, имеющую важное значение для адыгского литературного процесса. Результаты его могут помочь составителям учебников по литературе, аспирантам, студентам, другим литературоведам и критикам расширить свои знания о творчестве известного писателя, произведения которого должны шире войти в практику школ и вузов, в которых изучается адыгская словестность.

Ключевые слова: творческая индивидуальность, литературный процесс, гражданская лирика, метод, теория литературы, стиль, поэтическое воплощение.

Финансирование. Работа не выполнялась в рамках фондов.

Конкурирующие интересы. Конфликтов интересов в отношении авторства и публикации нет

Авторский вклад и ответственность. Автор участвовал в написании статьи и полностью несет ответственность за предоставление окончательной версии статьи в печать.

Для цитирования. Бакуу Хъ. И. Дыгъужь Къурмэн и Гуэху еплъыкIэр и тхыгъэхэм къызэрыхэщыр // Доклады АМАН. 2024. Т. 24, № 1. С. 82–90.

 DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-82-90>; EDN: SNNYMG

© Баков Х. И., 2024



PHILOLOGY

Original article

The peculiarity of creative individuality Circassian poet and writer Kurman Duguzhev

Hangeri I. Bakov

*Kabardino-Balkarian Institute for Humanitarian Research, Nalchik, Russia
h.bakov@mail.ru*

Abstract. The article deals with the problem of creative individuality on the material of creativity of Circassian poet and writer Kurman Bakhsiyatovich Duguzhev (1941-1984). The issues of creative individuality and national originality are relevant in all periods of functioning of the literary process, this is especially true for young-descriptive literatures. Many authors have commented on the work of K. Duguzhev, but they are journalists, artists, poets, etc., but few professional literary critics have analyzed his works academically, so this article fills this gap to a certain extent. The introductory part characterizes the concept of creative individuality, notes the degree of its development, and emphasizes its role in the formation of young-written literatures of the North Caucasus region. The facts of K. Duguzhev's biography that influenced the development of his creative individuality and the national uniqueness of his poetry and prose are presented using comparative-typological and chronico-historical methods. The most famous works of K. Duguzhev's multifaceted creativity are subjected to aesthetic analysis. Special attention is paid to the theme of homeland in the civil lyrics. The questions of the writer's skill occupy a significant place in the article. The article aims to investigate the problem posed, which is important for the Adyghe literary process. Its results can help the authors of literature textbooks, postgraduates, students, other literary scholars and critics to expand their knowledge about the works of the famous writer, whose works should enter more widely into the practice of schools and universities where Adyghe literature is studied.



Keywords: creative individuality, literary process, civic lyrics, method, literary theory, style, poetic realization.

Funding. The work was not carried out within the framework of funds

Competing interests. There are no conflicts of interest regarding authorship and publication.

Contribution and Responsibility. The author participated in the writing of the article and is fully responsible for submitting the final version of the article to the press.

For citation. *Bakov H. I.* The peculiarity of creative individuality Circassian poet and writer Kurman Duguzhev. *Adyghe Int. Sci. J.* 2024. Vol. 24, No. 1. Pp. 82–90.

 DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-82-90>;  EDN: SNNYMG

© Bakov H. I., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Хэзыгъэгъуазэ. (Введение). Дыгъужь Къурмэн лъэужьышхуэ кыыхинащ адыгэ литературэм. Абы и гъащлэмрэ и творчествэмрэ куэд тетхыхьащ, ауэ ахэм я нэхъыбэр публицистхэщ, композиторхэщ, тхаклуэхэщ, журналистхэщ, литературэ институтым езыгъэджахэрщ. Мащлэщ литературэдж щлэныгъэллхэу и тхыгъэхэм тепсэлъыхьахэр. Псом хуэмыдэу Къурмэн и усэхэм, новеллэхэм, повестхэм, романхэм щлэшхуэ хуэзыщлар тхылгаджэхэрщ, усаклуэ куэдым усэ хуатхащ абы и гъащлэм, лъэпкъым хуилэжъам, лэжъаклуэшхуэу, псэ хьэлэлу дунейм зэрытетам теухуауэ. Апхуэдиз зыхуатха ди литературэм хэту кыщлэклынкъым. Къитлуэнщ зыбжанэм я цлэ: Хьэнфэн Алим, Бемырзэ Мухьэдин, Шорэ Ахьмэд, Хьэкъун Риммэ, Психэмыхьэ Муссэ, Гьуклэкъл Даут, Гьуклэкъл Мухьэмэд (мыбы Къурмэн хуитхащ сонет Iэрамэ), Турклиев Альберт, Адживэ (Элькановэ) Люазэ, Шыбзыхьуэ Ларимэ нэгъуэщлхэри.

Нэхъыбэжщ письмо кыыхуэзытхэхэр (Езы Къурмэни куэдым яхуитхт письмохэр), ахэр кыиклырт адыгэ щыпсэу щлэплэ куэдым, ди кьэралым дежи, хамэкьэрал щыпсэу адыгэхэми кьабгъэдэклыу (Тыркым, Сирием, Иорданием, Америкэм, ФРГ-м). Дыгъужь Къурмэн ящыщ япэ дьдэ хамэкьэралхэм епщыклубгъуанэ ллэщыгъуэм клуэн хьуа адыгэхэм я деж клуахэм, ахэм запызыщлэхэм 1970 гъэхэм. Хэкур зыфлэклуэда ди лъэпкъэгъухэм я гъащлэр тхаклуэм и зы темэу хыхьащ и творчествэм, абыхэм ящыщ лэджэ кьригъэблагъэри ди хэкум, щигъэхьэщлэт (кьэклуэжыпай кьахэклащ Къурмэн и дэлэпыкьуэгьуклэ), яхуэтхэт, тхылхэр яхуригъэхьт.

Дыгъужь Къу. дунейм щехыжам лъэныкьуэ куэдым, кьэрал зыбжанэм я жагъуэ зэрыхьуар кьатхащ. Абыхэм ящыщ зы кьэтхьынщ хамэкьэрал щыпсэу адыгэхэм пцлэшхуэ кызырэыхуащлыр, флыуэ кьалгагъууу щытам и цапхьэу. Ар кьэзытхар уэрэджылэ цлэрылуэ Къушхьэ Догъэнщ: «Хэхэс адыгэхэм ди гукъеуэр гурэ псэклэ зыхэзыщла Дыгъужь Къу. и усэхэр кыщырагъажьэклэ адэжхэм дызытраша хьэзабрэ гукъеуэклэ гъэнщла Истамбылым и гъуэгу нэшэкъашэжъым дызыхуиша бэлыхьыр а нэхъ гупсысэншэу тхэтми флыуэ кыгурылуэт. Абы и усэхэр ди щлалэгъуалэ куэдым я гум шагъасклэ, гъуазэ яхуохьу. Лъэпкъым и дежклэ гукъеуэшхуэщ зэрытхэклыжар. Къурмэн хуэдэхэр лэкъым. Ар лъэпкъыр псэхуу ди гъусэу псэунуш. Ауэ хэхэс Адыгэу зи хэкур зыфлэклуэдауэ хьэзабыр зыгъэвхэм я хьэзабыр иухьу Къурмэн и псэр тыншыну кыщлэклынкъым. А хьэзабыр щихуынур хэхэс гъащлэр даухуу ди хэкужь и жьэгупащхьэ дыщетлысыллэжыну махуэращи, кьарууэ диэр абы хуэгъэпсын хуейщ» [1, н. 208].

Материал кьэдгъэсбэпахэм нэхъыщхьэр Дыгъужь Къурмэн и тхыгъэхэр зэхуэхьэсауэ томих хьууэ Черкесск 2020 гъэм кыдэкларщ. Абы нэмыщклэ тхаклуэм письмо итхэхэр, езым кыыхуатхэхэр, тхаклуэм и усэхэр, прозэр тегъэщлалэ хьуащ кьэхутэныгъэм.

Метод кыыхэтхар кьэтхутэ проблемэм епхащ: тхаклуэм и луэху еплъыклэм зызэриуьжар езыпх факторхэр зэманклэ зэклэлъыхьауэ кьэгъэлъэгъуэнырщ, егъэпцэныгъэ лэ-малхэми щлэплэ щхьэхуэ еубыдыр. Апхуэдэщ Дыгъужь Къу. и биографиер и тхыгъэхэм зэрэпхар кьэзыгъэлгагъуэ луэхухэр сэтэй кьэщлынырщ.

Классик гуэрым жиладщ «Усаклуэр кьэщлэхууу ухуеймэ абы и хэкум, кыщлалъхуам клуэ», ар псом хуэмыдэу пэж щохьур Дыгъужь Къурмэн хуэгъэзауэ. Дыгъужь Къу. августым и 13-м 1941 гъэм кыщлалъхуащ Кьэрэшей-Шэрджэс автоном областым хыхьэ Хьумэрэ (пасэм – Абыкьухьэблэ) кьуажэм. «Зауэм и бын» жыхуалэ щлэблэм хиубыдащ. И адэр зауэм хэклуэдащ, и анэр щлалэ цыклуиплэ илэу фызабэу кьэнащ. И анэ Сачинэт ахэр ипладщ цыхуфлхэу, гугъуехьым зыпэщламыдзу. Къурмэн 1956 гъэм классибыр кыиухри губгъуэм лэхьуэу ихьащ, губгъуэм, кьущхьэхьум, Псыжь (Кубань) и макъым кыихуагъэушащ усэ тхыныр. Илгъэс зытлушклэ лэхьуауэ, ар колхозым и унафэщлэхэм Черкесск ягъаклуэ ухуэныгъэ училищэм, ар кьеух блынзэтелхьэ-штукатур лэщлагъэ илэу. Махуэм

лажьэурэ, пщыхьэщхьэкIэ гъунэгъу къуажэм кIуэурэ е 9–10 классхэр къеухыр. 1960–1963 Тырку гъунапкъэм къулыкъу щидлащ. Абдеж ар мэхъур «На рубежах Родины» газетым и корреспондент. Абы къытрадзэу щадзащ и усэ урысыбзэкIэ зэхъуэкIахэр. Къулыкъу нэужьми Къурмэн Iэхъуэ башыр къештэжыр, ауэ областым и тхакIуэ зэгъуэхьэныгъэм гу къылъатэ щалэщIэм усэ зэритхми, ар Москва Литературэ институт А. М. Горькэм и цIэр зезыхьэм 1965 гъэм ягъакIуэ. Ар къиухащ 1970 гъэм.

Литературэ институтым щIэныгъэ куу къыщIиха къудейкъым Къурмэн, атIэ абы Литературэм и теорием, критикэм нэIуасэ щыхуэхъуащ; тхэным хуэIэзэ ящIащ къыдеджахэм, езыгъэджахэм я чэнджэщхэм. Ар зыхэхуа студент гупым я унафэщIыу щытащ усакIуэ цIэрыIуэ, профессор Сергей Смирнов. Абы гу лъытащ Дыгъужь Къу., адреихэм зэремышхьым, и усэхэм я лъабжьэр езым илъэгъуа, игъэва Iуэхугъуэхэм зэрыпыщIам. Къэтхьынщ адыгэ усакIуэм хужиIахэр: «Курман Дугужев лирического склада души поэт, исключительной чертой его творческого подхода к живописанию сегодняшнего бытия служит конкретный факт, увиденный в жизни, часто повседневный. . . но «рассматривает его как поэтическое обобщение и средство художественного воплощения всего того, что окружает, радуется, печалит. Он «акварельно» рисует пейзажи своей Черкессии, трудовых людей. . . Его стихи искренны, доходчивы, ясны. Курман идет верным путем, держит равнение на поэтические вершины и этим самым выражает существенные черты своего народа» [1, н. 96].

Мы псалгъэхэр тIэкIу кIыхьми, абы наIуэу къегъэлъагъуэр Дыгъужь Къу. и темэ нэхъыщхьэу цIыху гуащIэдэкIыр зэрыхэтыр, и пейзажхэр фIэщхьуныгъэ зыщIыр езым илъэгъуахэм къызэрыхихыр. Профессорым абы гу лъыта къудейкъым, атIэ Къурмэн зэрыцIыху хьэлэлым, и гур зэIухауэ зэрыщытым, литературэм зэритхьэкъуар къылъытэри гупым я старостэ ищIащ, партым хагъэхьащ, егъэджакIуэхэри нэхъ нэ лейкIэ къеплъ хъуащ.

Дыгъужь Къу. литературэм деж и Iуэху еплъыкIэм («Творческая индивидуальность» жэуэ теорием хыхьам) зиужьыным щхьэпащ нэгъуэщI Москва нэIуасэ къыщыхуэхъуа урыс усакIуэ, тхакIуэ, литературэдж цIэрыIуэ зыбжанэм я чэнджэщхэри, ахэр и псалгъэгъут, письмо къыхуатхырт. Иджыри а цIыху цIэрыIуэхэм Къурмэн къыхужала зыбжанэ къэтхьынщ. Каваленков Александр, усакIуэ, профессор, Къэрал саугъэт зрата: «Качество стихотворений Дугужева столь высоко, что любой высококвалифицированный русский поэт-переводчик мог бы сделать большую услугу нашему широкому читателю и литературной общественности, переведя поэзию полностью» [1, н. 94]; нэгъуэщI Литературэ институтым и профессор Гаглоева Лия Александровна: «Можно было на Курмана сердиться за его розовость, но также за эту розовость его можно было и любить преданно. В моем сердце он постоянно жил и живет как удивительно чистый – до детскости, до гриновской праздничности» [1, н. 95].

ПсалгъэфI куэд езы Къурмэн, и IэдакъэщIэкIхэм теухуауэ хужаIащ зэдзэкIакIуэ Iэзэхэм (усакIуэ, къэрал саугъэтым и лауреат Васильевэ Ларисэ (усакIуэ Казарновский Александр, Иштван Даби – Венгрия; Хъуажь Фахъри – Турция н.), журнал зэхуэмыдэхэм я редакторхэм, журналистхэм. Москва шеджа зэманми, абы иужькIэ лэжьапIэ зыбжанэ щыIутами («Ленин нур» газетым, радиом, ТхакIуэхэм я союзым, химзаводым хьэлгъэзе-хьэу) Дыгъужь Къурмэн гъащIэм и лъэныкъуэ куэд зэригъэщIащ, абы Iэхъуэу зэрыщытар хэплъхьэжмэ гурыIуэгъуэ мэхъур абы и творчествэм гуащIэдэкIыр, цIыху лэжьа-кIуэр, гугъуехьыр темэ убгъуауэ щIыхьхьар.

Къэхутэныгъэр зэрекIуэкIар. ТхакIуэм, усакIуэм и Iуэху еплъыкIэм, и образ къэгъэщIыкIэм, и сюжет ухуэкIэм, и Iэзагъэм зегъэужьыным сэбэпышхуэ хуэхъуащ ар адыгэ

тхаклуэхэм япышцауэ, я чэнджэщхэм щэдэлуу зэрыщытар. И творчествэр щидза кудейуэ, студенту щыщытам щыгъуэ кыыщыщэдзауэ Теунэ Хьэчим абы гулгытэ хуищцащ. Езы Къурмэни письмо хуитхат тхаклуэ цларыуэм. А письмом итт Къурмэн Израилыр хьэрыпхэм щатеуам хуитха усэм кьежыапцэ хуэхъуар: Усаклуэм пщэдджыжьым кылгъэгъуащ пшэ гуэрэн цыклу, радиом кыита гузэвэгъуэмрэ а пшэ цыклуырэ зэпищцэри усэ хъуат:

*Дэнэ щыпцэ укэрихыу жьым жьуджалэу укыицхэ?
Къуришым укыыщыщхэдэхым сыт хыбару кысхуэпхэ?
Сыт пшэ цыклуым пхуэжымылэу уэ уи нэпсыр кыыщцэжыуар?
Адыгэл Дамаск цауклуу щхэжклуэ укысхуагъэжклуа?*

Хьэчим письмори усэри игу ирихьащ, кыыхигъэщащ Къурмэн гъащцэри зи щысыр, пщцантцэпсыр зыхуэдэр ищцэу Москва институтым клуауэ: «Йоджэ и щхьэр хэлхьарэ, щцэныгъэ куэдым щыгъуазэ зищцэу. Тхаклуэ нэхьыфцэ дьдэхэм я тхыгъэхэр щцэдэжыкцэ, абы я цэагъыр щапхьэ зэрищцэным зыхуигъасэурэ. Еджэныр Къурмэн сэбэп зэрыхуэхъур, абы и зэфцэкцым зэрызиужьыр нэрылгъагъу кыыщцащцэ усэ тхынымкцэ япэу абы ича лгъэбакъуэхэм» [1, н. 13]. Къурмэн и цэагъым зиужь зэпыту зэрыщытам, ар зытепсэлгъыхь темэхэм кызызэрыхэхъуэм теухуауэ я очеркхэм, письмохэм щытепсэлгъыхьащ усаклуэ, тхаклуэ журналист куэд. Дэри статья зытцэу цытредгъэдзащ ццэныгъэ журналхэм ди зэманым. Ахэм дыщытепсэлгъыхьащ Къурмэн и усэхэм образ кызызэригъэщцым [2, н.129–133], и новеллэхэр зэриухуэм [3, н. 21–25]. Абы итхэм кытезгъэзэжынкыым, ауэ дигу кьэдгъэкцыжыныщ абы и усэхэм сюжет ццэщыгъуэ я лгъабжыэм зэрыщцэлгъыр. Псалгъэ гуэр кыищцэти символ мыхьэнэ ищцэ, кыицэ мыхьэнэм гупсысэщцэ кыыхуигъуэтт. Псалгъэм папщцэ, «Вакъэхэм папщцэ балладэ» жыхуицэм деж Къурмэн вакъэм гугъуехьыу ишэчар кыыребжэцэ, вакъитгъыр жыуэ «кьэтэджт», мывэ дзакцэхэм яуцэ, уэшхым хиубыдэт (кыыхуихуэт пщцащ дахэм и туфлгъэм кыыщыдэфэ), дыгъэм зэфцигъэгъукцэ. Ауэ «я кьэлэныр а вакъитгъым быдэу ирахьэжкцэ».

Икцэм икцэжым вакъэхэр лэжыащ:

*Иджы ахэм ялэу щцыгъыр
Бжыгъыым лгъагъу палгъэжащ.
Щцэмытыжми я лгъагъуцыгъыр
Вакъэ напэр кьагъумащ.*

Мыбдеж усэм и цыкцэ, и рифмэр, ритмыр еклуу зэрызэгъэпэщам нэмыщцэ усаклуэм кызызэрыгуэцэ «вакъэ» псалгъэм образ хьэлэмэт кыыхищцыкцэащ, абы щцэагъыбзэжкцэ кьэлуатэр цыху лэжыаклуэр гугъу зэрехьыр, абы «кцэпэм ищцэ напэр» кызызэрыхихыр.

Сыт хуэдэ усаклуэ нэсри адрей цыыхухэм хуэмыдэу нэ лейкцэ йоплгъыр дунейм, гъащцэ кыыщыгъуэ цыыхухэм. Ахэр образкцэ кьэгъэлгъагъуэр. Ахэм яхэтцэ «парадокс цэмал кьэзыгъэсэбэп, ар зытещцыгъыр узэмыжыэ жэуап ягъэува ущцэ етынырщ. Мы цэмалым ущыхуозэр усэхэм, драмэхэм, прозэм, ауэ нэхьыбэу ущыхуэзэр басняхэм, сонетхэм, новеллэхэм. Ищхьэжкцэ кьэдгъэлгъэгъуа ди статьям и гугъу щытцэащ Къурмэн и новеллэхэм ар Къурмэн кызызэригъэсэбэпар. Къурмэн и усэ зыбжанэми щыболгъагъур а цэмалыр. «Вокзалым» жыхуицэ усэм деж лгъыжы гуэрым и пхуантэр ядыгъуащ, дыгъури щцэпхьуэжащ щэхуу, лгъыжыым псори хуогузавэ, ягу щцэогъур, ауэ усаклуэм зигу нэхь щцэгъур нэгъуэщцэ:

*Абдеж зи пхуантэ ядыгъуам
Сэ си гур зыкцэ ццэмыгъуа,
Сфцэтхэмыщцэжэри а ццэпхьуэжарщ –
Зи цыыхуэжэм едыгъуэжарщ.*

Мы зи гугъу тщы парадокс Iэмалыр Дыгъужь Къу. къыщигъэсэбэпащ и поэмэ «Iэсхъэд и къафэ» жыхуиIэм. Мардие пщашэр докIуэр Iэсхъэд щIалэм. Мардие пшынауэ Iэээт, и щхъэгъусэр зауэм хокIуадэр, абы и фэеплъу къафэ дахэ зэхелъхьэр. Езым и щхъэгъусэр фронтым къимыкIыжами, Мардие псеууэ къэкIуэжхэм япожьэр Iэсхъэд и къафэкIэ. Ар жьы хъуауэ бэзэрым зы махуэ макIуэр пшынэр иIыгъуу, абдеж шэнт то-тIысхъэри Iэсхъэд и къафэ кърегъэкI, цIыху куэд къызэхуосыр, ахэр щIоупщIэр пшынэм и уасэм. Зы лIыжь и пхъурылъху цIыкIу и гъусэу гъунэгъуу щытщ, лIыжьыр хуолъы-хъуэр абы пшынэ. Мардие йоупщI сабийм пшынэ еуэфрэ емыэфрэ. Хъыджэбз цIыкIум жеIэр ар анэшим щыIэу пшынэм еуэу зызэригъэсар, Iэсхъэд и къафэми зэреуэфыр. Мар-дие пшынэр ирет мыр жиIэу: «Сегъэплъыт пшынэм угурыIуэм». Хъыджэбз цIыкIум фIы дыдэу кърегъэкIыр, «уипхъуатэу уи щхъэр игъэуназэу». Ахъши къыIыримыхуу пшынэр иретри мыр щIегъур:

*Си пщашэ цIыкIу, иджы мы пшынэр
Уи джэгу хыхъэгъуэци, ууейщ.
Мы пшынэм текIуэныгъэ иныр
ИрибгъэлъапIэу тет дунейм [4, н. 311].*

Апхуэдэ узэмыжьэ IуэхукIэ еухыр и новеллэхэм я сюжетхэри.

УсакIуэм, тхакIуэм я творчествэм щызэдэлэжьэн хуейщ тхакIуэм и еплъыкIэмрэ къы-зыхэкIа лъэпкъым и еплъыкIэмрэ. Усыгъэм и жанрхэр нэхъ кIэщIщ, абдеж авторым и еплъыкIэр нэхъ щытепщэщ, сыту жыпIэмэ лирикэр усакIуэм «и гум къопсэлъыкIыр, прозэм деж персонажхэм щхъэж я гупсысэм, теплъи, я бзи яIурелъхьэр тхакIуэм. Прозэм, псом хуэмыдэу и жанр нэхъ инхэу повестымрэ романымрэ тхакIуэм хузэфIокIыр лъэп-къым и хъэл-щэныр («национальный характер» жыхуаIэр) нэхъ убгъуауэ, нэхъ IупщIу къыигъэлъэгъуэну. Апхуэдэщ лъэпкъым и Iуэху еплъыкIэри (национальное своеобразие).

Философии гупсысэр усэми проземи, драматургиэми къыщыбгъэлъэгъуэн папщIэ Iэ-мал хэха хуейкъым, абы нэхъыщхьэр а гупсысэм тхакIуэм и акъыл хуэкIуэнырщ. Уэблэ-мэ сатыритI, сатыриплI нэхъ мыхъу усэкIэ философии куу къыщыгъэлъагъуэ урохъэ-лIэр. Псалъэжхэр апхуэдэщ, апхуэдэщ басняхэр зэраух сатырхэр, сонетхэм я кIэуххэри. А псоми теориер зэреджэр «Афористикэщ». Парадокс Iэмалыр къыгъэсэбэпурэ апхуэдэ жыIэгъуэ куэд къегъэщIыр Бетыгъуэн Сафарбий. Хэтхэщ IутIыж Борис и тхыгъэхэми. Философии лъабжьэ зиIэ «жанр цIыкIу» жыхуаIэр (Малые жанры) Ищхъэрэ Кавказ литературэхэм фабгъуэу хагъэхъащ КIыщокъуэ Алим, Гамзатов Расул, Кулиев Къай-сын, МэшбащIэ Исхъэкъ сымэ. Абы яужькIэ а жанрым телажьэ хъуащ нэгъуэщI усакIуэ нэхъыщIэ зыжанэ. Дыгъужь Къурмэн и творчествэм ущрохъэлIэ абы:

*Щхъэм ит акъылырщ и уасэр,
Хъэм и Iуцагъырищ и уасэр.
Шым и жэрагъырищ и уасэр
ЦIыхугъэрищ цIыхум и уасэр.*

Мы сатыриплIми гупсысэ куу къыжаIэр:

*Хъэпшып лъапIэ хуэвмыщI тыгъэу цIыхум –
Псори къегъэжэ дунейм щехъжым.
Ауэ псалъэ гуапэ фыщымысхь,
Ар гум къонэр, дэнэ кIуэми здехь.*

ТхакIуэм и прозэм деж нэхъ къыхощыр езым и Iуэху еплъыкIэри лъэпкъым ейри. А тIур щызэдэлажьэм дежщ лъэпкъым и хъэл-щэнири (национальный характер) фIэщхъу-ныгъэ хэлъу къэгъэлъэгъуа щыхъур. Дыгъужь Къурмэн прозэм и жанр инхэм зыщырип-щытар усакIуэ цIэрыIуэ хъуа нэужьщ, аращ и повесть «ТехъэпщIэ», романхэу «Бжыхъэ

псыдзэ», «Щымахуэ лэгъупыкьу» зыфлищахэр зэрытха бзэр бей щлэхъуар. ИщхэкIэ зэрыжытIащи, усакIуэ нэс хъуахэр прозэм щыхуэкIуэм деж зэрытхэ бзэр къутауэ, «хъэзыр хъуауэ» йоувалIэр персонаж зэхуэмыдэхэм я образхэр къэгъэщIыным. Ар ядыболъагъур: ЩоджэнцIыкIуэ Алий, КIыщокъуэ Алим, IутIыж Борис (ар бзэшIэныгъэхэмкIэ канди-датт), Бемырзэ Мухъэдин (адыгэбзэр егъэджынымкIэ щIыхъ зиIэ лэжыакIуэт) н. Ахэм адыгэбзэр ящIэ къудейтэкъым, атIэ адыгэбзэм зрагъэужьт.

Къэхутэныгъэм кърикIуахэр. Зи гугъу тIды проблемэхэр зэфIэхыным щхъэпэхэм – тхакIуэм иIэ щIэныгъэр, лъэпкъым и менталитетыр, абы фIыр, Iейр зэрилъагъу щIыкIэр, и хабзэр, и психологиер, и псэукIэр, дахэр, пэжыр къызэрыгурылуэр жыхуэтIэхэм я нэхъыщхъэхэм щыщц произведениер зэратх бзэр. Псом япэ къыхэгъэщыпхъэщ Дыгъужь Къу. пейзаж къызэригъэлъагъуэ и бзэр. Абы дунейм и теплгъэр сурэт трих фIэкIа умыщIэу ди нэгу къыщIигъэувэ къудейкъым. Художникым краскэкIэ ар ди пащхъэ къригъэувэмэ, Къурмэн «псалъэкIэ сурэт ещIыр». И пейзаж щIэщыгъуэхэр хэпхъащ и лирикэми. Псом хуэмыдэу къехъулIэрт гъэмахуэм, бжыхъэм теухуа усэхэр, мащIэщ щIымахуэр къэзыгъэлъагъуэр. Абы щхъэусыгъуэ иIэу къыщIэкIынщ – усакIуэр Iэхъуэу губгъуэм щитар гъэмахуэмрэ бжыхъэмрэщ. Къурмэн и нэкIэ имылъэгъуа, и псэкIэ имыгъэва къэхъукъащIэхэм тетхыхъ и хабзэтэкъым. Дунейм и теплгъэращ ар «усакIуэ зыщIари». Абы лъитат литературэ институтым щезыгъэджа профессор Смирнов Сергей. (Дугужев «акварельно» рисует пейзажи своей Черкессии). УсакIуэм и пейзажхэр «Iэпхъуащ» и прозэми. (Гу лъытапхъэщ Къурмэн и пейзаж гъэщIэгъуэнхэр иджыри зыми къызэримыхутам). Пейзажыр убгъуауэ хэтщ Къурмэн и повесть «ТехъэпщIэми» и романхэми. «Бжыхъэ псыдзэ» романыр къызэрыщIидзэр пейзажщ: «... къуэладжэм нэху къыщекIа пшэ хужьхэм хуэм-хуэмурэ заIэтыжурэ бгы нэкIухэм ирекIуэкIти, къыпфIэщIт бгыхэм пщэдджыжьым гухэхъуэу затхъэщIауэ пшэ къауц хужьхэр напIэлгъэщIу зэлэпахыурэ залъэщIыжу» [5, н. 162]. Пейзажыр авторым удихъэхыу къыщегъэлъагъуэр адэкIи. Образ щIэщыгъуэкIэ гъэпсащ пейзажхэр. Ахэр мащIэкъым. «Щымахуэ лэгъупыкьу» романым дежи (мы романыр авторыр дунейм ехыжа нэужыщ къыщыдэкIар, ар Къурмэн и тхыгъэ нэхъ ин дыдэщ, напэкIуэщI щихым носыр). Мыбы и композицэм хэт щхъэхэм я нэхъыбэр къызэрыщIидзэр дунейм и теплгъэщ. Уеблэмэ, и произведениехэми я цIэр пейзажым епхаш: Бжыхъэ псыдзэ; Щымахуэ лэгъупыкьу, Жыгхэр, Мывэ зэгуэуда, и усэ куэд дыдэми я цIэхэри апхуэдэщ. Мыбы щыщ зыкъомми символ мыхъэнэ яIэщ.

Адыгэхэм я менталитетыр, я гупсысэкIэр, Iейр, фIыр, дахэр, мыхъэнэшхуэ зиIэр IупщIу, кIэщIу къыщагъэлъэгъуащ псалъэжь шэрыуэхэм. Ахэр цIыху къызэрыгуэкIхэми, усакIуэхэми, тхакIуэхэми убгъуауэ къагъэсэбэшыр. Ар тхакIуэхэм зэрыадыгэр къызэрагъэлъагъуэ Iэмалщ. Лъэпкъым и Iуэху еплъыкIэр зэикI щыгъуопщэкъым Къурмэн, аращ абы и тхыгъэхэм псалъэжь куэд щIыхэтри, этнографием щыщ псэукIэм пыщIа сурэтхэри IэщIыб щIимыщIыр.

Къэтхыныщ псалъэжь кыигъэсэбэпахэм я цапхъэ, – «Щымахуэ лэгъупыкьу» романым щыщ: Къарууншэр Iэмалыншэщ; Таучэлым былым хэлъщ; Былымыр зейм емыщхъмэ хъэрэмщ; Насып щагуэшым пабжъэм хэсащ; Уи щхъэ здэщыIэ нэхърэ уи лъапсэ здэщыIэ; Хабзэр бзыпхъэщи, къалэныр убзэкъым); ГушыIэр тхъэм и щIасэщ; Узыгъэ-тIыс уи убыжккъым; Жъым щытхъуи щIэр къащтэ; ЩIэныгъэр къэкIуэнум и гъуэгущ» нэгъуэщIхэри.

«Бжыхъэ псыдзэ» романым дежи щIыпIэ хэха щаубыд адыгэ псалъэжьхэм: Бгъэунэхум гъащIэри къегъэунэху; Блэ зэуар аркъэным щощтэр; Шыдым и щхъэр хъэрэмщи, и хъэлгъэр хъэлэлщ; Узыхэтым уадемыкIумэ. Фи дей умыкIуэж (256); Щымахуэрэ дзэрэ; Щымахуэм шхахуэ яригъэщIккъым; Щыгъыныр гуащэщи, ятIэр пщы унэщ; Зыхуэмы-

шыгэ пщтырафэщ; Мэлыхтүэр уэдмэ, мэлхэр пшэрщ нэгтүэщхэри.

Езы тхактүэм кыггэщтүауэ философии түэху еплтыктэ Ктүрмэн и персонажхэм ятүрелъхэ. Псалтэм папщтэ, Мырзэ дадэ (Бжыххэ псыдзэ романым) ктамылыр, уэрэдэр кызгурымытүэхэм яжрегэ: «Мэктамэр тхэм и бзэщ. Мэктамэр щыхум и гум, жыгхэм, псыхэм, жбыбгэм, тэщым я бзэщ. Мэктамэр ди адэжхэм я бзэщ, ахэр дунейм ехыжамы, я псэр мэктамэктэ кыдопсалтэ. Тэщ пэтрэ зэтуовытэри мэктамэм щодэтү [5, н. 176].

Поэтикэ и лтэныктыуктэ, образ кызэраггэлтыагтүэ тэмалхэу – эпитет. Зэггэщтэныгтэ, метафорэ, олицитворение хуэдэхэр зэрыхэтымктэ Ктүрмэн и произведениехэр ктэхутэн хуейщ. Ахэр тэзэу кыщиггэсэбэпащ и усэхэми, прозэм и жанрхэми. Ктэтхынщ щапхтэ зыбжанэ: Актыл нэф; Житэн имыгтүэтыжу ефэндэр иптэ ктынати ар ещхт и ктэм едзэ-ктыжыну лтэмытэсу зызыггэджэрэз хтэм; Тхэм и гутфактэм дэсым ещху; Кхтужьей хужыбзэр нысащтэу...; Мафтэ гуащтэу сыблэнщ; Жэщ ктыфтыр я ктэрэгтүлун.

Дызыхуэктүа жэуапхэр. Дыгтужь Ктүрмэн и творчествэ псом ктүэщтыроктыр гупсысэ нэхтыщхтэу езыр зэрыадыгэ усактүэр, тхактүэр. Ар кызэриггэлтыагтүэ нэщтэ-нэхэр тештыхыащ адыгэ хабзэм, бзэм и фразеологием, адыгэ хтэлым, лтэпкы гтыащтэм и этнологием, адыгэхэм эстетикэм и категориехэу фтыр, дахэр, лтыагтүныгтэр, гуапэр, мыхтумыщтэр, тейр, гтыащтэм и пэжыр жыхуатэхэм. Нэхт мыхтэнэ мащтэ итэктым езы Ктүрмэн и щхтэзактүэ түэху еплтыктэ и творчествэм зэрыхипщэм. А зи гугтү ттэа категориехэр езы дэдэм кызэрыгтырүэр, зэреплтыр кыщыдггэлтыэгтыащ мы статьям. Зыми емыщхтэ абы и хтэттыр ящтыр и тэзагтым, щтэщыгтүэу кыггэсэбэпа эпитетхэм, зэггэщтэныггэхэм, метафорэхэм, и рифмэхэм, образ ухуэктэхэм. Дыгтужь Ктү. и творчествэм деж зэдиггэлэжыащ езым и түэху еплтыктэмрэ езыр хтэлэду зыхуэлэжыа адыгэм я менталитетымрэ. Пэжщ езым итхар:

*Адыгэм папщтэ зыми сыщысхыактым,
Кваруи гуащтэу сэ щызмыггэлтэ.
Сэ уи зы махуи ттэнтэу есхтэлактым,
Хтэлэлү пхуэлтыщтэу тэ сигу ктэплтар.*

Дэ щтэуэ гу зылыттахэри хтэу Дыгтужь Ктү. лтэужь кыггэнахэр нэхт убгтыауэ я пащхтэм илхтэн хуейщ учебник зэхэзылхтэхэм, студентхэм, аспирантхэм, литературэдэжхэм, адыгэ литературэм птэ хуэзыщтэхэм, еггэджактүэхэм. Пэжщ усактүэ гтүэзэджэ Бемырзэ Мухтэдин Ктүрмэн хужиар; Ар: «Адыгэ усыггэм и лтэгаптэхэм ящтыщ зыуэ убжмэ ущтыэнуктым». [1, н. 50].

Список использованных источников

1. *Дыгтужь Ктү. Б.* Тхыггэхэр томихым щызэхуэхтэсауэ. Еханэ тхыль. Черкесск: Нартиздат, 2020. 276 н.
2. *Баков Х. И.* Особенности образной системы в поэзии Курмана Дугужева (Дыгтужь Ктүрмэн и усыггэхэм я образ ухуэктэр) // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 2: Филология и искусствоведение. 2019. № 1 (232). С. 129–133.
3. *Баков Х. И.* Особенности новеллистики в творчестве Курмана Дугужева (Дыгтужь Ктүрмэн и новеллэхэм я хтэлэмэтагхэр) // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 2: Филология и искусствоведение. 2019. № 1 (232). С. 21–25.
4. *Дыгтужь Ктү. Б.* Тхыггэхэр томихым щызэхуэхтэсауэ. Япэ тхыль. Черкесск: Нартиздат, 2020. 468 н.
5. *Дыгтужь Ктү. Б.* Тхыггэхэр томихым щызэхуэхтэсауэ. Еттуанэ тхыль. Черкесск: Нартиздат, 2020. 570 н.

Поступила 14.02.2024; одобрена после рецензирования 26.03.2024; принята к публикации 27.03.2024.

Об авторе:

Баков Хангери Ильясович, главный научный сотрудник сектора кабардино-черкесской литературы Института гуманитарных исследований Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук (360051, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация, г. Нальчик, ул. Пушкина, 18), доктор филологических наук, профессор, действительный член АМАН, Заслуженный деятель науки КЧР, КБР и РА, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, лауреат Международной Кандуровской премии, член Союза писателей Российской Федерации, ORCID: 0000-0002-4194-1718, h.bakov@mail.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

1. *Duguzhev K. B.* Collected works in 6 volumes. Book 6. Cherkessk: Nartizdat, 2020. 276 p.
2. *Bakov H. I.* Features of the image system in the poetry of Kurman Duguzhev (Dyg'uzh K'urman i usig'ekhem ya image ukhuekIer). *Vestnik of Adygeya State University. Series 2: Philology and Art History.* 2019. No. 1 (232). Pp. 129–133.
3. *Bakov H. I.* Peculiarities of novelistics in the works of Kurman Duguzhev (Dyg'uzh K'urman i novell'ekhem ya khyel'emetag'hir). *Vestnik of the Adygeya State University. Series 2: Philology and Art History.* 2019. No. 1 (232). Pp. 21–25.
4. *Duguzhev K. B.* Collected works in 6 volumes. Book 1. Cherkessk: Nartizdat, 2020. 468 p.
5. *Duguzhev K. B.* Collected works in 6 volumes. Book 2. Cherkessk: Nartizdat, 2020. 570 p.

Submitted 14.02.2024; approved after reviewing 26.03.2024; accepted for publication 27.03.2024.

About the author:

Hangeri Ilyasovich Bakov, Chief Researcher of the Sector of Kabardino-Circassian Literature of the Institute for Humanitarian Studies of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (18 Pushkin St., Nalchik, 360051, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation), Doctor of Philology, Professor, full member of AIAS, Honored Scientist of KChR, KBR and RA, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, laureate of the International Kandurov Prize, member of the Union of Writers of the Russian Federation, ORCID: 0000-0002-4194-1718, h.bakov@mail.ru

The author has read and approved the final version of the manuscript.



ФИЛОЛОГИЯ

УДК 82-3

DOI: 10.47928/1726-9946-2024-24-1-91-99

EDN: СТУАЈТ



Научная статья

К творчеству Мухадина Кандура (1935–2023 гг.)

Ф. Н. Хуако

*Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп, Россия
fatimah2@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается творчество адыгского писателя прошлого века Мухадина Иззата Кандура, которому в прошлом году исполнилось 85 лет. Авторитетный адыгский герой современности, ушедший из жизни в том же 2023 году, на протяжении всего своего творческого пути был активным создателем слова, что исследуется в статье на основе его биографии и художественных произведений. Во Введении статьи разъясняются моменты изучения в научном мире творческих достижений Мухадина Кандура, что позволяет понять автора статьи в его подходе к данной теме. Материалом в данном случае служит биография писателя, а также ряд его художественных произведений. Методы – обзор, анализ, сравнение, сопоставление, а также характерологические приемы. В Итогах исследования, после изложения биографических фактов, подтверждающих вербальные, аудиовизуальные (режиссерские) и музыкальные таланты, шаги, достижения анализируемого писателя, автор статьи переходит к художественному стилю М. Кандура, обобщая здесь то, что представляет собой образ индивидуального личностного ресурса адыгов, применяемого и воспроизводимого ими. Это позволяет автору статьи перейти к уточнению приемов презентации текстов, используемых прозаиком. Среди них в статье представлены и проанализированы портрет и межличностный контакт персонажей, имеющих у М. Кандура. Далее происходит некоторое выявление адаптационных стратегий, использованных писателем в художественном стиле, присущем черкесам на протяжении многих веков и прослеженном автором статьи от анализируемого слова творца. В Заключении обобщаются и подводятся итоги проведенного анализа, формулируется значение произведения героя дня для этнической культуры черкесов.

Ключевые слова: Мухадин Кандур, прошлый век, адыгская проза.

Финансирование. Работа не выполнялась в рамках фондов.

Конкурирующие интересы. Конфликтов интересов в отношении авторства и публикации нет.

Авторский вклад и ответственность. Автор участвовал в написании статьи и полностью несет ответственность за предоставление окончательной версии статьи в печать.

Для цитирования. Хуако Ф. Н. К творчеству Мухадина Кандура (1935–2023 гг.) // Доклады АМАН. 2024. Т. 24, №. 1. С. 91–99.

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-91-99>; EDN: СТУАЈТ

© Хуако Ф. Н., 2024





PHILOLOGY

Original article

To the work of Mukhadin Kandur (1935–2023)

Fatimet N. Khuako

*Maykop State Technological University, Maykop, Russia
fatimah2@mail.ru*

Abstract. The article examines the work of the Adyghe writer of the last century, Mukhadin Izzat Kandur, who have turned 85 years old last year. The authoritative Adyghe hero of the day, who passed away in the same year, 2023, was an active word creator throughout his entire career, which is explored in the article based on his biography and works of art. The Introduction of the article clarifies the points of study in the scientific world of the creative achievements of Mukhadin Kandur, which allows us to understand the author of the article in his approach to this topic. The material in this case is the writer's biography, as well as a number of his artistic works. Methods - review, analysis, comparison, comparison, as well as characterological techniques. In the Results of the study, after presenting the biographical facts confirming the verbal, audio-visual (directing) and musical talents, steps, achievements of the analyzed writer, the author of the article moves on to the artistic style of M. Kandur, summarizing here what is an image of the individual personal resource of the Adyghe, applied and reproduced by them. This allows the author of the article to move on to clarifying the methods of presentation of texts used by the prose writer. Among these, the article presents and analyzes the portrait and interpersonal contact of the characters available to M. Kandur. Next, there is some identification of the adaptation strategies used by the writer in the artistic style, inherent in the Circassians for many centuries and traced by the author of the article from the analyzed word creator. The Conclusion generalizes and summarizes the analysis performed, formulating the significance of the work of the hero of the day in question for the ethnic culture of the Circassians.



Keywords: Mukhadin Kandur, last century, adyge prose.

Funding. The work was not carried out within the framework of funds.

Competing interests. There are no conflicts of interest regarding authorship and publication.

Contribution and Responsibility. The author participated in the writing of the article and is fully responsible for submitting the final version of the article to the press.

For citation. *Khuako F. N.* To the work of Mukhadin Kandur (1935–2023). *Adyghe Int. Sci. J.* 2024. Vol. 24, No. 1. Pp. 91–99.

 DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-20243-24-1-91-99>;  EDN: CTYAJT

© Khuako F. N., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Введение. В пределах минувшего 2023 года торопит нас память вспомнить почитаемого адыгского автора Мухадина Кандура, у которого в марте того года состоялся 85-летний юбилей. Но прошлый год (точнее, его ноябрь), увы, к сожалению, забрал у нас такого выдающегося юбиляра. Рассмотрению прозаического отображения произошедшего в истории адыгов на материале адыгских романистов, Исхака Машбаша и Мухадина Кандура, была отдана в 2009 году в Майкопе защищавшаяся здесь, под руководством доктора литературы Туркубия Чамокова, кандидатская диссертация Бэлы А. Цей «Художественное осмысление нравственно-философских проблем в адыгской исторической прозе последнего десятилетия XX века (И. Машбаш «Жернова», М. Кандур «Кавказ»)». Именно здесь, а также и в других, более поздних, работах достаточно подробно и обстоятельно анализируется молодым ученым Б. Цей прозаический материал Мухадина Кандура. Потому остается нам сегодня вспомнить некоторые факты биографии, а также попытаться систематизировать и проанализировать его успешные творческие шаги.

Материалы и методы. Материалом в этом случае выступает биография писателя, а также целый ряд его художественных произведений. Методами – обзор, анализ, сравнение, сопоставление, а также характерологические приемы.

Результаты исследования. Мухадин Иззат Хасан Кандур родился 3 марта 1938 года в Аммане, в столице Иорданского Хашимитского королевства. Его родители Иззат Хасан Кандур и Закия Шид являются потомками адыгских мухаджиров, которые эмигрировали в конце XIX в. с Северного Кавказа. Предки его в свое время были вынуждены покинуть родную территорию, составляющую село Хапцей в Малой Кабарде. Родившись в Иордании, образование получил Мухадин в школе «Friends Boys School» в Палестине (Раммале). Именно здесь и приступил юноша к постижению скрипичного дела, что происходило в классе у выдающегося тогда американского наставника Делберта Ренельдса.

В 1951 году, по достижении тринадцати лет, ему удалось погрузиться в мировые просторы. Путешествуя по Европе, М. Кандур за четыре месяца проходил Германию, Францию, Италию, Шотландию, Англию, позже он отправился в Америку. В последней из названных стран обучался в колледже на факультете теории музыки, а после также в Драйбургском университете в Германии.

В 1960 г., уже по достижении двадцатилетия, М. Кандур, увлекшись философией и экономикой, предпочел обучение в Клэрмонтском университете в Калифорнии (США), приобретя здесь степень магистра наук по международным отношениям. В данных научных стенах растущий творец создает собственный исследовательский труд «Мюридизм» как некий стартовый. Приближенная к мюридизму тематика продолжена им в ходе разработки и защиты докторской диссертации по философии. Аналогичен интерес автора к философии и в художественных произведениях. Слитая соотнесенность, взаимная обусловленность таких явлений, как хроника событий, философия ума и миф предков рассматриваются, учитываются писателем неизменно. Это в роли нормированной адыгской сосредоточенности.

На карьерной стезе стартовые шаги таковы. Так, в 1970 году в Нью-Йорке американская типография «Уильям-пресс» издает первый роман М. Кандура «Афера в небе». Такой прозаический продукт распахнул перед автором голливудские пути, вследствие чего он уверенно оказался почитаемым действующим активистом Союза писателей и Союза режиссеров США. Просматриваемый в художественных строках М. Кандура ключевой стержень являет собой концентрат философско-нравственных споров и созвучий индивида в условиях военных действий. Так, к примеру, центральная линия его трилогии «Кавказ» есть черкесское существование, изложение о том, что случается с нацией

и с ее представителем в момент, если над ними появляется опасность войны. Либо в хроникальных строках авторской прозы в свое время новаторски объемно и детализировано прослеживается прошедшая хроника нации.

Помимо исторических событий, присущих родной автору адыгской нации, происходит яркое освещение и стези духовной. Автора интересует целый ряд обычаев и их традиционных признаков, как то: нормативы лъапсэ, морально-этические каноны нации, в частности, адыгэ хабзэ, адыгагъэ. Они в свое время и на протяжении веков вырабатывали и берегли образ адыга как достойного этнического представителя. Причем традиционность этно-убеждений у адыгов представляет собой осязаемую конструкцию созвучия древнего и сегодняшнего, которая работает на различных социальных пластах. Несомненно, значимым компонентом лъапсэ выступает вероятность ее наружного олицетворения. При этом религия, к тому же религиозный ход мыслей срабатывает наработанным и зафиксированным в национальной культуре объектом. Подобной позиции демонстрацией способны выступить строки из исторической трилогии Мухадина Кандура – «Кавказ»: «Когда могли зарыли, мулла принялся нараспев произносить молитвы из Корана и других древних священных книг, которых он сам никогда не читал, но отрывки из которых по традиции хранил в памяти» [1, с. 156].

Анализируемый нами автор М. Кандур трудился к тому же в аудио-видео сфере как сценарист либо постановщик художественных ТВ-фильмов. После он был в продюсерской роли таких зарубежных художественных картин, как «Yanco», «Cherokee», «Cold Wind», «The Specter of Edgar Allan Poe». Помимо этого, в 1978 г., будучи в роли режиссера, организуя документальный сериал «Последний всадник», писатель навел Советский Союз. И уже в новом веке, в 2004 г. в сотрудничестве с фирмами «Синдика Продакшнз» и «Инна Филмс» (Германия) Мухадин Кандур подготовил и снял авторский фильм «Потерянная в горах». Эта картина оказалась удостоена поощрительных дипломов в ходе международных демонстраций в Москве в 2004 г. и, позже, в 2005 г. в Германии.

В 90-е годы в известных типографиях США и Великобритании появились в свет тринадцать его романов. К ним относимы следующие: «Легенда», «Опасная связь», «Потерянная в Чечне», «Переход пустыни», трилогия «Кавказ», «Балканская история», «Революция», «Дети диаспоры». Воспроизводя в них хроникальную национальную практику адыгов, а также продолжая в таких строках придавать ей глобальную ценность, автор очерчивает и осуждает многие отрицательные для него цивилизационные грани. В таких авторских строках предопределены начальные стремления многогранного исследования, которое направлено на вопросы Кавказской войны, а также, – доблестной защиты родных земель, весьма интенсивно отражаемые национальными писателями на Кавказе.

Большинство авторских работ Мухадина Кандура переведено на целый ряд языков мировых культур. Это, в частности, французский, немецкий, испанский, турецкий, арабский, русский и кабардинский языки. Более двух с половиной десятилетий писатель протрудился в отраслях делового бизнес-администрирования лондонских и нью-йоркских транснациональных фирм. Однако не упускает при этом М. Кандур из поля своего делового творческого зрения родные этнические трудности. В собственных прокавказских художественных строках анализируемый автор старается рассмотреть весьма запутанные для родной нации проблемы. Так, раздумывая о национальной ментальности, он формулирует непосредственную духовную сущность этноса. По мере художественного очерчивания такой проблемы М. Кандуру удается выведение разноклассовых лиц (в частности, и тфокотлей, и дворян) у адыгов. Подобный круг образов являет собой осязаемую значимость в тогдашних (как предвоенных, так и военных) годах для адыгов. Тем самым

происходит сюжетно-образное воспроизведение единого для адыгов хроникального колеса, в том числе, в его слиянии как с текущим, так и с предполагаемым временами.

Помимо словесной творческой привязанности М. Кандур умел производить и музыку. Так, фактически в 1999 г. автор создает собственную стартовую мощную, солидную симфонию «Воскрешение Сатинай», когда был воодушевлен строками кабардинской поэты. Это была поэма «Сатинай», написанная его супругой Любовью Балаговой. Порождаемые им нотные созвучия гармонично украшают ряд кинолент конца прошлого и начала нынешнего веков. Это, в частности, фильмы следующие: «Откуда холодный ветер дует», «Эдгар По», «Янко», а также прочие. На протяжении второго месяца нового века (т.е. в феврале 2001 г.) М. Кандур производил в столичном Малом зале консерватории им. П. И. Чайковского презентацию собственного большого концерта. Одновременно в том же году, уже в Большом зале названной консерватории им был осуществлен еще собственный концерт, на котором оказалось впервые озвучено для публики его кончерто Мемориа для скрипки с оркестром. Впоследствии музыкальные произведения М. Кандура смогут ощутимо разноситься в сторону знающей его публики со сцен целого ряда известных российских залов.

Обратимся далее более подробно к заметной в художественном словотворчестве Мухадина Кандура персональной струе. Изображение индивидуально-личностного ресурса адыга, искренне почитаемого автором, можно считать стержневой нитью художественной прозы писателя. Причем вот как объясняет свой интерес к понятию лъапсэ вышеупомянутая супруга Мухадина Кандура Любовь Балагова-Кандур в своей докторской диссертации в Москве в 2009 году: «В отличие от понятий адыгэ хабзэ и адыгагъэ, о лъапсэ написано не так уж и много, если не сказать, совсем ничего. А между тем, последний, итоговый роман А. П. Кешокова называется «Лъапсэ» (Нальчик, 1994). В диссертационной работе указывается на то, как два адыгских писателя (один в диаспоре – Кандур, а другой на исторической родине – Кешоков) одновременно раскрывают менталитет адыга, его мироощущение и мировоззрение через философское осмысление лъапсэ» [2, с. 14]. Действительно, в частности, в его романах объемны и детализированы личности, которые принадлежат к обоим, важным для нации уровням. Это представители и крестьянства, и дворянства. Как известно уже не первый век в словотворчестве адыгов, фольклорный мировой ракурс, воспроизведенный в том или ином этническом сказе, тонируется философией. К тому же он заметен религиозной насыщенностью. Причем в числе рисуемых образов у автора состоят разно- национальные носители всевозможных теистических убеждений. Его герои есть представители разных точек зрения по поводу как реалий, так и прошлого, посредством чего автор озвучивает следующее. Это как духовные, так и моральные трудности, с которыми планетарный человек по сей день не в состоянии справиться. Близкий к фольклорному в этом случае типичный лингво- культурный компонент на собственном понятийном пространстве фактически сближен с компонентом общекультурным. Исходя из морально-этического личностного изъяна, из его нередкого несовершенства, лени, тщеславия, эгоизма порождаются общечеловеческие катастрофы, – твердо отмечает анализируемый писатель М. Кандур.

Весьма человекоподобны у писателя также представители других наций в их приближенности к адыгам. Большие текстовые объемы в собственной трилогии «Кавказ» он посвящает германскому лингвисту XIX в. Юлиусу Фон Клапроту, а также его кавказскому визиту. Такой персонаж почти не имеет отношения к военным действиям. Преимущественно его деятельность включает языково-научные изучения. Именно оттого он является дружески достойным, легким, однако корректным в собственном контакте с цен-

тральными персонажами произведения, то есть с представителями черкесского дворянства. Приведем в качестве примера кадры посещения им конных скачек как предпочитаемой адыгской потехи. Располагающийся на стадионе недалеко от адыгского князя Омара немец Юлиус убедительно и основательно выясняет вопросы классификации лошадиных пород. Рассказчик здесь способен ввести в дискуссию собственные замечания, которые добавляют читателю долю объективной информации, касающейся германского языковеда. Тем самым выясняется: Ю. Клапрот достойно владеет русским языком и потому настроен в контакте с дворянином на столь же достойное взаимное повествование. Помимо этого в контакте с немецким лингвистом оказывается: опекающие своего гостя черкесские князья торопятся исполнить обязанность, будучи гостеприимными хозяевами, чтобы объяснить пришедшему интеллектуалу возможное направление движения. Как они считают, лучше «показать ему то, что считают нужным, чем позволить немцу бродить по собственному усмотрению» [3, с. 42]. И это вполне удается им по тексту.

Одновременно применительно к религиозным верованиям земляков М. Кандур настроен следующим образом. Служителя разделяемой адыгом религии у него они весьма почитают, и рассказчик здесь говорит так: «Они убеждены, что он послан им свыше, дабы руководить ими» [1, с. 102]. Причем позитивно действующими служителями ислама в его трилогии «Кавказ» выступает целый ряд героев. Так, описывая культурный и благообразный вид убранства у муллы, автор соотносит такое достоинство с присущей религиозному служителю бытийной сдержанностью. Таким образом, самым ликом столь достойного старца писателю удается очертить схему как мыслей, так и действий, характерных для участников группы, посещающей мечеть.

Относительно ряда способов изложения, присущих произведениям М. Кандура, можно выделить следующие детали. Вообще, как известно в обычных для адыгов сказах, этнический компонент здесь представляется весьма разнообразными стратегиями. Применительно же непосредственно к роману, наиболее жанрово активному у писателя, одним из явных способов здесь можно счесть неизменное обнаружение авторского голосового тона. И это весьма заметно у М. Кандура. Помимо этого в числе ходов стратегии, погружающей читателя в рисуемую среду, возможна такая словесная огранка, которая придает специфическое, напоминающее аксиому преподнесение для смысла стержневых фраз. При этом действующий рассказчик, нередко олицетворяющий у М. Кандура автора, исполняет требуемую функцию в ходе продуцирования романного текста. Налицо своеобразие налаженных контактов в области парадигмы и синтагмы. Заметна в слоге повествователя здесь возможная дистрибуция, привлекающая внимание читателя. Происходит контактное применение этимологических механизмов, благодаря чему налицо разнообразие как словесных, так и словообразовательных ресурсов. Тем самым речь повествователя у писателя здесь, в ее совокупности с контактными обменами фраз и персонажными ремарками, выступает уверенным механизмом очерчивания автором того, что мы называем ликом героев.

Другими общепринятыми способами изложения, частыми и распространенными в романах М. Кандура, можно назвать личностный портрет и межличностный контакт, что и попытаемся раскрыть далее более подробно.

Портретная технология. Так, в частности, ради примера уточним. Разносторонний облик полковника Жилова в повести М. Кандура «Последняя охота», вошедшей в майкопский сборник писателей нового века «Лес одиночества», очерчивается в раздумьях его дочери Маргариты. Здесь в роли цельного, центрального рассказчика работает само авторское лицо, которое излагает индивидуальное повествование в склонности к объек-

тиву. Приводя имеющиеся военные достижения героя, говорящий уточняет сложность воспроизведения девичьего отношения к отцу в словах: «Они не описывали ни ту доброту и силу, что заставляли ее любить его, ни ту жестокость и безжалостность, которые заставляли ненавидеть» [3, с. 291]. Подобного рода изложение воспроизводит натуру говорящего писателя, передает присущие ему думы на хроникальные факты и лица. Тем самым повествование позволяет получателю многогранно познать рисуемого военного, озвучивая ощутимые его биографические кадры. Одновременно портретная тактика выкраивает возможное слияние между тремя временами – минувшим, сегодняшним, грядущим. В числе используемых при этом речевых инструментов, применявшихся в свое время еще в фольклоре, в строках М. Кандура, ощутимое положение имеют место быть средства как фразеологического, так и лексического характеров. Торопящаяся здесь постичь, а также оправдать родителя, упоминавшаяся выше Маргарита совмещает в себе и в собственных думах как позитивные, так и негативные ощущения. Лексемы, а также фразеологизмы при этом сосредоточивают в собственной сути хроникальный ресурсный менталитет нации. Подобная тактика изложения располагает к более приближенному текстовому поглощению. Тем не менее фольклорный ресурс здесь, в противовес планетарному, чаще способен быть представлен в следующем качестве. Это наличие на переднем фланге текста ощутимого объема либо целого фольклорного (или исторического) источника.

Контактная технология в этом случае реализуется следующим образом. Очерчивая в произведении сложившуюся долю пришедшего на Кавказ от России немецкого специалиста языка, М. Кандур из-за рубежа нацелил и погрузил своего получателя (чаще, – соотечественника) в образы, лики, а также – поступки, деяния тогдашних исторических реалий. Производимые автором семы коннотаций подтверждают и закрепляют персонажный, а также аксиоматический элемент искомой им концепции. Направляет от России на Кавказ ученый известный в истории военный генерал А. П. Ермолов. Тем самым он поручился за способность профессора из Германии изучать горский материал. Войдя в нужный контакт с генералом, ученый получил фактическую опеку начальника в собственных действиях, направленных на сбор кавказских материалов. Он удачно миновал целую череду нужных для оформления выезда операций, и это позволило ему поработать на кавказских территориях.

Другое заметное достоинство хроникальных изложений исследуемого автора включает следующий нюанс. Писатель здесь не просто демонстрирует обзорные пространства таких компонентов образа жизни и мысли, как лъапсэ, то есть стимулов, мотивирующих индивида к соблюдению общенациональных адыгэ хабзэ. Более того, эмоциями своих персонажей автор иллюстрирует и подтверждает процессы выстраивания данной этнической группой собственной ментальной адыгэ- среды. И потому обратимся далее к наглядно очерчиваемым М. Кандуром адаптационным стратегиям, присущим обитавшим на собственных землях адыгам, веками выработанным и по сей день понятным в этнической группе.

Так, в частности, к подобным стратегиям у адыгов можно непосредственно причислить ритуальные акты, весьма уважаемые и выверяемые нацией в течение уже нескольких столетий. К примеру, во время природных катаклизмов, таких как громы и молнии на небесах, рядовые представители этноса могли защитить свои семьи и соседей своеобразным песенным напевом. Помимо этого, ежегодно как праздник проходил понятный тогдашним адыгам некий день первой молнии. Как известно и сегодня, всякий индивид, помеченный молнией и лишенный жизни ею, начинал восприниматься земляками как

освященный. Соотечественники хоронили такого с тактичным и детализированным уточнением места случившегося. Там же, на месте происшествия, несколько дней (примерно, – неделю) происходила заметная людская активность, демонстрировавшая как жертвенную, так и плясовую насыщенность. Не такой долгой, однако столь же концентрированной можно обозначить имевшуюся у адыгов трехдневную акцию, посвященную поминовению животного, также убитому молнией.

Описываемые нами адаптационные стратегии, присущие адыгам многих веков, подразумевают своеобразные ритуальные акты, весьма отличные как от других этно-представителей, так и от других географических территорий. Весьма своеобразным в этом случае можно считать почитание адыгами окружающей их растительности. Нередко рядовой адыг согласен склониться перед деревом в поисках выверяемой им истины. Относительно кавказских территорий наиболее наглядно такой адаптационный компонент просматривался в словесных воспроизведениях природных красот, присущих горным вершинам и внутрискальным ущельям. Максимально освященным адыги считали дерево, которое, как и вышеупоминавшиеся живые существа, также пострадало от грозной молнии. Такое растение в рамках адыгской мыслительной логики мгновенно приобретало лечебную для человека эффективность. В целом, уважительные по отношению к дереву ритуальные акты уже много столетий сохраняют действенную значимость для адыгов. В частности, у М. Кандура, при ознакомлении читателя с персональным бытом героев, автор уточняет: «Местность, где они жили, была покрыта густым лесом и, как рассказывали старинные предания адыгов, в этих лесах обитали многие их боги и богини» [1, с. 40]. Такие, рисуемые М. Кандуром в его приближенных к этносу эпизодах, леса пространства располагались столетиями. Например, иногда, в середине XIX в. это закреплялось в форме необычных Священных Рощ, которые несли на собственных ветвях в хронику истории дорогую, уважаемую экипировку обожаемых нацией воинов. Допускалось находиться тут также и человеческим прахам, тщательно обернутым по правилам веры.

Вблизи от некоторых из таких лесных массивов адыги торопились выстраивать свои бытовые макеты, то есть выращивать растительность, застраивать помещения, разводить животных. Одновременно присутствующие здесь иностранные персонажи многозначительно и выразительно излагают собственные ощущения, захватывающие их. К примеру, у М. Кандура в его «Кавказе» выше упоминавшийся немец Юлиус Клапрот хочет оказаться свидетелем бытовой налаженности жителей, которым удавалось тщательно возделывать свою почву. В охватывающем его стремлении немецкий ученый, общественный активист выступает в тексте романа одним из ведущих персонажей. Причем в собственной обращенности к науке этот герой отчаянно и явно противодействует русскому генералу-захватчику А. П. Ермолову, благодаря чему автоматически приобретает попутное уважение адыга-читателя как местного жителя.

Обсуждение и заключение. Обобщая, уточним: Мухадина Кандура знают в мире не только в словотворческой, но и в режиссерской, и в композиторской ролях. Его творческие работы приобрели масштабное одобрение, и именно потому им испытано приобретение целого ряда авторитетных премий и поощрений. Так, в частности, как свидетельствует у себя на официальном сайте Министерство культуры Республики Адыгея (11 ноября 2023 г.) по поводу его ухода в мир иной, в 2000 г. международным изданием «*Who's Who*» Мухадина Кандур включен в список выдающихся людей Миллениума. Либо позже, уже в 2004 г. в России Международным Фондом «Возрождение отечества» он поощрен золотым орденским крестом «За самоотверженный труд на благо отечества». Более того, достаточно достойно восприняты активные исследования Мухадина Канду-

ра в вузах Германии, однако, возможно, премиальным стимулом (хоть и косвенным) тут выступило уважительное отношение писателя к немецкому интеллекту, что проявилось на образе ученого немецкого происхождения, рассмотренном нами выше. С учетом таких мотивов адыгскому словотворцу присвоена авторитетная мировая премия «Phi Beta Kappa Research Award». Завершим министерским высказыванием о Мухадине Иззат Хасане Кандуре: «Сегодня его нет с нами, но остались его фильмы, книги и музыка, которым суждена долгая жизнь, ибо в них запечатлена история адыгского народа» [4].

Список использованных источников

1. *Кандур М.* Кавказ. Историческая трилогия: в 3-х кн. Москва: Кандиналь, 1994. 21 с.
2. *Балагова-Кандур Л. Х.* Адыгская литературная диаспора. История. Этнодуховная идентичность. Поэтика: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора филологических наук. М., 2009. 53 с.
3. *Кандур М.* Кавказ. Историческая трилогия: в 3-х тт. Кн. 2. Казбек из Кабарды. Москва: Кандиналь, 1994. 336 с.
4. <http://www.adygheya.ru/ministers/departments/ministerstvo-kultury/novosti-ministerstva/pechalnaya-novost-umer-mokhidin-kandur/>

Поступила 06.03.2024; одобрена после рецензирования 10.03.2024; принята к публикации 15.03.2024.

Об авторе:

Хуако Фатимет Нальбиевна, ведущий научный сотрудник кафедры маркетинга, сервиса и туризма факультета экономики и сервиса Майкопского государственного технологического университета, доктор филологических наук, профессор, действительный член АМАН, ORCID: 0000-0001-7398-1004, fatimah2@mail.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

1. *Kandur M.* Kavkaz. Istoricheskaya trilogiya: v 3-h kn. [Kavkaz. Historical trilogy: in 3 books]. Moskva: Kandinal', 1994. 21 p.
2. *Balagova-Kandur L. Kh.* Adygskaya literaturnaya diaspora. Istoriya. Etnoduhovnaya identichnost'. Poetika [Adyghe literary diaspora. History. Ethno-spiritual identity. Poetics]. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora filologicheskikh nauk. M., 2009. 53 p.
3. *Kandur M.* Kavkaz. Istoricheskaya trilogiya: v 3-h kn. Kn. 2. Kazbek iz Kabardy [Kavkaz. Historical Trilogy: in 3 books. Book 2: Kazbek of Kabarda]. Moskva: Kandinal', 1994. 336 p.
4. <http://www.adygheya.ru/ministers/departments/ministerstvo-kultury/novosti-ministerstva/pechalnaya-novost-umer-mokhidin-kandur/>

Submitted 06.03.2024; approved after reviewing 10.03.2024; accepted for publication 15.03.2024.

About the author:

Fatimet Nalbievna Khuako, Leading Researcher of the Department of Marketing, Service and Tourism of the Faculty of Economics and Service of the Maykop State Technological University, Doctor of Philology, Professor, Full member of AIAS, ORCID: 0000-0001-7398-1004, fatimah2@mail.ru

The author has read and approved the final version of the manuscript.



ИСТОРИЯ

УДК 93/94(470.64)

DOI: 10.47928/1726-9946-2024-24-1-100-111

EDN: URKUSQ



Научная статья

Некоторые особенности решения имущественных и наследственных споров в горских словесных судах Кубанской и Терской областей в 1871–1918 гг.

М. А. Хагажеев

*Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик, Россия
ma_khagazheev@mail.ru*

Аннотация. В статье исследованы некоторые особенности решения имущественных и наследственных споров в горских словесных судах Кубанской и Терской областей в 1871–1918 гг. Специфика их деятельности изучена на делопроизводственных и статистических материалах Екатеринодарского, Майкопского и Балалпашинского горских словесных судов (ГСС) в Кубанской и Хасав-Юртовского, Грозненского, Веденского, Шатоевского, Нальчикского, Назрановского и в Терской. Охарактеризованы общие для всех ГСС модели принятия решений по типологически схожим спорам и конфликтам и их формы их документирования; выявлена специфика их традиционных институтов соционормативной культуры и локальные особенности решения споров и конфликтов. На основе анализа правоприменительной практики горских словесных судов предложен перечень видов разбираемых ими гражданских споров. Описаны применяемые словесными судами обеспечительные меры по исполнению судебных решений (арест имущества ответчика, продажа имущества должника с публичных торгов и аукционов и т.п.). Выявлены основания для прекращения производств по гражданским делам. Определено, что досудебное примирение конфликтующих по гражданским и наследственным спорам документировалось в виде «мировых сделок», «мировых сказок», «полюбовных сказок». Установлено, что итоговая сумма материальной компенсации (основной формы ответственности при решении ГСС этой категории споров) состояла почти всегда из двух компонентов: стоимости ущерба и затрат, связанных с решением спора (сумма всех понесенных потерпевшей стороной убытков). Делается вывод о том, что в числе позитивных эффектов таковой деятельности был учет региональных и этнических традиций в решении споров и конфликтов, отрицательных – медлительность ГСС в принятии решений, накопление нерешенных дел и т.п.

Ключевые слова: Кубанская область, Терская область, судебная система, Горский словесный суд, гражданское судопроизводство, наследственный спор, обычное право, мусульманское право.

Финансирование. Работа не выполнялась в рамках фондов.

Конкурирующие интересы. Конфликтов интересов в отношении авторства и публикации нет.

Авторский вклад и ответственность. Автор участвовал в написании статьи и полностью несет ответственность за предоставление окончательной версии статьи в печать.

Для цитирования. Хагажеев М. А. Некоторые особенности решения имущественных и наследственных споров в горских словесных судах Кубанской и Терской областей в 1871–1918 гг. // Доклады АМАН. 2024. Т. 24, № 1. С. 100–111. DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-100-111>; EDN: URKUSQ

© Хагажеев М. А., 2024



HISTORY

Original article

Some features of the resolution of property and inheritance disputes in the mountain verbal courts of the Kuban and Tersk regions in 1871–1918

Mirbeck A. Khagazheev

*Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov, Nalchik, Russia
ma_khagazheev@mail.ru*

Abstract. The article studies some features of solving property and inheritance disputes in the mountain word courts of the Kuban and Terek regions in 1871–1918. The specifics of their activities are studied on the records and statistical materials of the Yekaterinodar, Maikop and Balalpashinsky mountain word courts (MWC) in the Kuban region and Khasav-Yurtovsky, Groznensky, Vedensky, Shatoevsky, Nalchik, Nazranovsky and in the Terek region. The models of decision-making on typologically similar disputes and conflicts and their forms of documenting them were characterized common for all MWC; the specifics of their traditional institutions of socio-normative culture and local peculiarities of dispute and conflict resolution were revealed. On the basis of the analysis of law enforcement practice of the mountain verbal courts, the list of types of civil disputes that they deal with is proposed. Interim measures applied by the verbal courts to enforce court decisions (arrest of the defendant's property, sale of the debtor's property from public tenders and auctions, etc.) are described. The grounds for termination of proceedings in civil cases have been identified. It was determined that pre-trial reconciliation of conflicting parties in civil and inheritance disputes was documented in the form of "amicable deals" "amicable tales" "amicable tales". It was found that the final amount of material compensation (the main form of liability in the resolution of this category of disputes by the MWC) almost always consisted of two components: the cost of damage and the costs associated with the resolution of the dispute (the sum of all losses incurred by the injured party). The conclusion is made that among the positive effects of such activity was the consideration of regional and ethnic traditions in resolving disputes and conflicts, while the negative ones were the slowness of the MWC in making decisions, accumulation of unresolved cases, etc.



Keywords: Kuban region, Tersk region, judicial system, Gorsky verbal court, civil proceedings, inheritance dispute, customary law, Muslim law.

Funding. The work was not carried out within the framework of funds.

Competing interests. There are no conflicts of interest regarding authorship and publication.

Contribution and Responsibility. The author participated in the writing of the article and is fully responsible for submitting the final version of the article to the press.

For citation. *Khagazheev M. A.* Some features of the resolution of property and inheritance disputes in the mountain verbal courts of the Kuban and Tersk regions in 1871-1918. *Adyge Int. Sci. J.* 2024. Vol. 24, No. 1. Pp. 100–111.

 DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2024-24-1-100-111>;  EDN: URKUSQ

© Khagazheev M. A., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Введение. В 1871 г. в Кубанской и Терской областях были введены в действие горские словесные суды (далее – ГСС) – специализированные учреждения правосудия, созданные для решения споров и конфликтов с участием коренного населения этих регионов и рассматривавшие дела на основании норм обычного и мусульманского права. В их орбиту по принципу территориальной подведомственности были включены представители адыгского (кабардинцы, абадзехи, темиргоевцы, бжегуди, шапсуги, натухаевцы и др.), абазинского, карачаево-балкарского, ногайского, ингушского, чеченского, кумыкского, частично осетинского населения региона, каждое из которых к этому времени сформировало функциональную самобытную соционормативную традицию. Вместе с тем деятельность ГСС выстраивалась с опорой на унифицированный нормативный акт («временные правила»), утвержденный наместником Кавказа 18 декабря 1870 г. Это привело к складыванию и развитию двух линий правоприменительных практик при разборе уголовных дел, гражданских и наследственных споров, назначении опекунов и попечителей, отправлении некоторых нотариальных функций и т.п. С одной стороны, это применение общих для всех ГСС моделей принятия решений по типологически схожим спорам и конфликтам и их документирования; с другой, с учетом специфики их традиционных институтов соционормативной культуры появление локальных особенностей решения споров и конфликтов в разных ГСС. Это делает актуальным изучение особенностей деятельности ГСС Кубанской и Терской областей по решению разных по видовой принадлежности споров и конфликтов. Такое исследование позволит глубже изучить особенности распространения российской правовой системы на Кавказе и адаптации к ней местных жителей, а также обстоятельства и условия появления общих и локальных особенностей в решении у них споров и конфликтов. Поэтому целью настоящей работы является характеристика особенностей разбирательств гражданских и наследственных споров в ГСС Кубанской и Терской областей в последней трети XIX – начале XX в., решения по которым принимались в основном с опорой на нормы обычного и мусульманского права.

Материалы и методы. История деятельности ГСС в Кубанской и Терской областях привлекала внимание исследователей социально-политической и этнической истории народов Кавказа. Некоторые аспекты этой темы затрагивались в трудах А. Х. Абазова [1]–[4], М. С. Арсанукаевой [5], [6], И. Л. Бабич [7], Ж. А. Калмыкова [8], Е. И. Кобахидзе [9], [10], В. Н. Мальцева [11], Д. Н. Прасолова [12], [13], Д. Х. Сайдумова [14], А. Т. Урушадзе [15] и некоторых обобщающих работах по истории и этнографии народов Северо-Западного и Центрального Кавказа [16]–[19]. Вместе с тем сравнительно-историческое исследование правоприменительных практик ГСС Кубанской и Терской областей по решению гражданских и наследственных споров возможно с опорой на широкую и разнообразную источниковую базу. Материалы по деятельности ГСС массово отложились в фондах ГА КК (ф. 660 «Екатеринодарский ГСС»), УЦГА АС КБР (ф. И-22 «Нальчикский ГСС»), ЦГА РСО-Алания (Ф. 12 «Управление начальника Терской области») и частично доступны в опубликованных сборниках архивных документов [20]. Исследование выстраивалось с опорой на принципы объективности и историзма в рамках проблемно-хронологического метода.

Результаты исследования. С 1871 г. в Кубанской области функционировали Екатеринодарский, Майкопский и Балалпашинский ГСС. В Терской – Хасав-Юртовский, Грозненский, Веденский, Шатоевский, Нальчикский и Назрановский. В этом году также была предпринята попытка создания Владикавказского ГСС. Однако, он был сразу же упразднен, а вместо него в Терской области был образован дополнительный мировой суд для разбора дел между представителями осетинского населения региона [21, л. 5], [22, с. 46–47].

Основу судопроизводства в ГСС Кубанской и Терской областей составляли нормы обычного права коренного населения и нормы мусульманского права. Причем они могли применяться только в той форме, в которой это не противоречило действовавшему на тот момент российскому законодательству. На эту деталь в одном из своих исследований обращала внимание и М. С. Арсанукаева, которая отмечала, что в деятельности ГСС применялись лишь те правовые обычаи и традиции местных жителей, которые «предварительно изучались и получили одобрение у представителей местной администрации» [23, с. 65]. Значительная часть гражданских споров решалась с опорой на обычное право, наследственных – мусульманское.

Временные правила (1870) относили к гражданским делам, подведомственным ГСС, споры о движимом имуществе, сумма иска по которым не превышала 500 руб.; иски о признании права владения недвижимым имуществом, сроки давности по которым не превышали 6 месяцев и сумма иска по которым не превышала 2 000 руб.; установление размера материальной компенсации по делам, связанным с оскорблениями и обидами; наследственные споры и конфликты на их почве. Подсудность ГСС по гражданским спорам расширяло правило, согласно которому цена иска могла превышать установленные Временными правилами пределы, если обе стороны спора добровольно и обоюдно выражали желание решить его в ГСС. Иски, выходявшие за рамки этих правил, направлялись на рассмотрение во Владикавказский и Екатеринодарский окружные суды.

Анализ правоприменительной практики показывает, что ГСС рассматривали, в основном, гражданские дела, отнесенные к ведению мировых судов; споры, сумма иска которых не превышала 2 000 руб. (по необеспеченным формальными актами долговым обязательствам, наследственные споры в отношении недвижимого имущества, оспаривание духовных завещаний); некоторые вопросы регулирования семейно-брачных отношений (споры, связанные с заключением и расторжением браков; законности рождения детей; вытекающих из брачных отношений личных и имущественных правах) и т.п. Также к подсудности ГСС относились гражданские споры, общая цена иска которых не превышала 2 000 руб. (за исключением исков, отнесенных к ведению сельских (аульных) судов, размер материальной компенсации по которым не должен был превышать 30 руб.). Для Нальчикского ГСС была установлено исключение, здесь цена иска могла достигать 4 000 руб. При этом следует обратить внимание на то, что увеличение суммы иска для Нальчикского ГСС могло повлечь за собой и увеличение судопроизводственной нагрузки на него. При этом власти области уже в первое десятилетие после учреждения ГСС отмечали о проблеме накопления нерешенных дел и пытались отыскать механизмы ее решения. Одним из таких предложений была инициатива Съезда доверенных Большой и Малой Кабарды о передаче на решение сельских (аульных) судов гражданских споров с суммой иска до 100 руб. [24, л. 3], вместо прежних 30. Однако такое ходатайство было отклонено начальством Терской области [25, л. 7 об.], т.к. аналогичных просьб из других регионов не поступало. Такие инициативы исходили и в середине 80-х гг. XIX в. [20, с. 398].

По этой категории споров ГСС в основном решили дела об уменьшении размера калымов [26, с. 25], иные вопросы, связанные с калымом (претензии по своевременно неуплаченным калымам по бракоразводным делам [27]); бракоразводные дела [26, с. 52]; дела о наследстве [26, с. 52]; дела по спорам, связанным с владением земельными участками; дела по долговым и договорным обязательствам (в том числе и по обеспеченным векселями [28, л. 2-10]), всевозможные виды наследственных споров (признание права на наследство [29], утверждение наследников в правах [30], выдел части имущества умерших наследодателей [31; 32], признание совершеннолетних наследниками [33, с. 10] и т.п.).

Причем вне компетенции ГСС были дела, связанные с установлением или оспариванием права собственности на землю.

Вопросы, связанные с уплатой калыма, встречались в практике ГСС вплоть до 1917 г. (например, Екатеринодарского ГСС [34, л. 37, 37 об.]). Причем Л.А. Карапетян на основе анализа практики Екатеринодарского ГСС сделал заключение о том, что калым в это время по факту принадлежал женщине, а не ее семье, как это было закреплено в нормах обычного права [35, с. 66]. А споры по этой категории дел решились с опорой на нормы мусульманского права.

Основанием для начала (возбуждения) производства по гражданским и наследственным спорам в ГСС, как правило, были иски представителей подведомственного им населения с заявлениями о нарушении имущественных и некоторых личных неимущественных прав. Анализ правоприменительной практики ГСС показывает, что иски подавались потерпевшими как самостоятельно, так и посредством присяжных поверенных [28, л. 2–10].

Решение споров по этой категории дел иногда занимало много времени. Особенно затяжными были споры (иногда более 10 лет), объектом которых были земельные участки. Наиболее часто такие споры решались в Нальчикском ГСС. Например, 5 августа 1897 г. временное отделение Нальчикского ГСС отказало в иске Х. в отношении У. о восстановлении нарушенных прав пользования земельным участком. На что Х. 8 марта 1898 г. подали апелляционную жалобу на рассмотрение начальнику Терской области, которая была оставлена без удовлетворения. Спустя 10 лет, после назначения нового начальника Терской области, Х. вновь подали апелляционную жалобу (9 июня 1908 г.) на решение Нальчикского ГСС. На что начальник области решил отменить решение Нальчикского ГСС от 5 августа 1897 г. в порядке надзора, а оспариваемый участок оставить в пользовании тех лиц, которые фактически владели им все это время [36, с. 26].

Основной формой ответственности по этой категории споров были материальные компенсации, размер и порядок назначения которых зависел от специфики норм обычного права народов, представители которых выступали сторонами конфликта. При решении дел о возмещении ущерба по долговым обязательствам, обеспеченным векселями и другим гражданским спорам, сумма иска включала, как размер фактически понесенного ущерба, как и проценты (годовые) на сумму долга [37, л. 2, 3, 15]. Как правило, общая сумма годовых начислялась за период со времени образования долга до момента принятия судом соответствующего решения [37, л. 2, 3, 15].

Одной из сложностей при решении наследственных споров в ГСС было определение круга наследников, т.к. анализ материалов правоприменительной практики показывает, что таковыми могли быть не только родственники, но и бывшие владельцы наследников (если таковые в прошлом находились в крепостной зависимости). Например, в 1911 г. в Майкопском ГСС решался наследственный спор, в котором в числе претендентов на наследство умершего З. были помимо дочери и тети еще и его бывший владелец (претендовавший на половину имущества наследодателя) [38], [39, с. 73]. В материалах дела содержится информация об обязательстве получившего личную свободу подвластного в случае отсутствия прямых наследников по мужской линии признать в числе наследников его имущества бывшего владельца (в качестве доказательства в суде бывшим владельцем была представлена составленная в письменной форме «вольная» с указанием на отмеченное обязательство) [38], [39, с. 73]. Однако суд не признал представленный документ в качестве доказательства, и для установления его подлинности обратился за помощью в Закавказское духовное суннитское правление. По заключению правления со ссылкой на соответствующие нормы мусульманского права, дочь наследодателя могла

быть полноправным наследником имущества отца. А бывший владелец не мог претендовать на наследство, т.к. акт предоставления личной свободы в свое время был составлен по доброй воле, и получивший свободу внес выкупную плату в полном объеме. После длительных обсуждений Майкопский ГСС отказал бывшему владельцу в иске [38], [39, с. 74]. Круг таких примеров можно расширить, но все они демонстрируют схожие практики решения дел по наследственным спорам.

В это время наиболее типичными были дела о выделе части из отцовского (наследуемого) имения. Также часто встречались дела о наследстве имущества после смерти наследодателя. В тех случаях, когда отсутствовало выданное в установленном порядке духовное завещание, при определении долей наследственного имущества применялись нормы шариата. Так, в Екатеринодарском ГСС в начале XX в. суд признавал 2/3 доли имущества в отношении наследника мужского пола и 1/3 – женского [34, л. 6, 9], [40, л. 1–6].

В качестве обеспечительных мер по исполнению судебных решений практиковались: наложение арестов на имущество ответчиков [28, л. 2–10], в некоторых случаях продажа имущества должников с публичных торгов (аукционов) [41, л. 20]. Аресты имущества ответчика чаще практиковались в деятельности ГСС Кубанской области по делам об обеспечении долговых обязательств, вытекавших из подтвержденных векселями договоров. Векселя, как правило, приобретали юридическую силу после их утверждения соответствующими сельскими (аульными) правлениями [42, л. 3–8].

Основаниями для прекращения производств по гражданским делам были: фактическое исполнение долговых обязательств до даты судебного разбирательства [37, л. 2, 3, 15], мировые сделки [43, л. 1–8] (досудебное примирение спорящих на взаимовыгодных условиях). Эти действия подлежали тщательному документированию в ГСС. Для каждого акта практиковалась определенная, хотя названия документов могли отличаться. Так, акты добровольного примирения конфликтующих сторон до вынесения ГСС решения, фиксировались в форме «мировых сделок», «мировых сказок», «полюбовных сказок» [2, с. 246–247], [44, л. 3] и т.п.

Анализ статистических источников дает возможность охарактеризовать некоторые количественные показатели деятельности ГСС по разбору гражданских дел и определить нагрузку на них по этому направлению их работы. Так, в основном отделении Нальчикского ГСС в 1908 г. поступило на рассмотрение 687 гражданских дел, а было решено 505; в 1909 г. поступило – 659 дел, решено – 476; в 1910 г. поступило 622, решено 679 дел [26, с. 164]. Т.е. в разрезе трех лет была зафиксирована отрицательная динамика в решении поступавших гражданских дел. Соответственно, на рассмотрение временного (балкарского) отделения Нальчикского ГСС в 1908 г. поступило 386 гражданских дел, решено – 318; в 1909 г. поступило 447 дел, решено 427 дел; в 1910 г. поступило 347 дел, решено – 276 [26, с. 105]. Также налицо – отрицательная динамика и накопление нерешенных дел. Такая ситуация отчасти объяснялась и расширенной подведомственностью, и спецификой поземельных отношений в округе (незавершенностью процесса обмежевания земель; нерешенность земельного вопроса на законодательном уровне; существование крупной земельной собственности и наличие целой системы правовых земельных институтов).

В 1909 г. в Назрановском ГСС находилось на рассмотрении 349 гражданских дел, решено – 232. В этом же году в Нальчикском ГСС (обеих отделений), находилось на рассмотрении 2245 дел, завершено производство по 901 делу. В Грозненском, находилось в производстве – 502; положительно решено – 461; в Шатоевском находилось в производстве – 416; положительно решено 416; в Веденском находилось в производстве – 383;

положительно решено 399; в Хасав-Юртовском находилось в производстве – 1064; положительно решено 849 [26, с. 164]. Как видим, во всех ГСС Терской области количество решенных дел было меньше, чем поступало на рассмотрение.

Схожая ситуация складывалась и в ГСС Кубанской области. Так, по состоянию на 1 января 1910 г. в производстве Екатеринодарского ГСС состояло 114 гражданских дел, за год поступило еще 221. Было решено 1863 дела, к 1 января 1911 г. нерешенных оставалось 159 дел [26, с. 32]. Аналогичные показатели в отношении Майкопского ГСС были представлены следующим образом: на 1 января 1910 г. в производстве состояло 103 гражданских дела, за год поступило еще 4494. Было решено 443 дело, к 1 января 1911 г. нерешенных оставалось 109 дел [26, с. 39]. В производстве Баталпашинского ГСС на 1 января 1910 г. состояло 1446 гражданских дел, за год поступило еще 551. Было решено 417 дел, к 1 января 1911 г. нерешенных оставалось 1580 дел [26, с. 49]. С 1901 по 1911 гг. в Майкопском ГСС решалось в среднем по 262 гражданских дела в год [26, с. 88] (при этом количество нерешенных дел за это десятилетие только нарастало).

Л. А. Карапетян установил, что на начало 1917 г. в производстве Екатеринодарского ГСС по гражданским искам, сумма которых не превышала 500 руб., нерешенными оставалось 21 дело. В 1917 г. вновь принято 56 дел; завершено по разным основаниям – 14; завершено на основании примирения сторон – 17; окончательно завершено – 24; завершено с правом апелляции – 8; осталось нерешенным – 14 [35, с. 69]. Что также отражает общую картину решения этих дел в Кубанской и Терской областях.

Обсуждение и заключение. Разбирательство гражданских (в том числе, и наследственных) споров было одним из основных направлений деятельности ГСС Кубанской и Терской областей в 1871–1918 гг., т.к. решения по ним принимались на основании не противоречивших российскому законодательству норм обычного права местных жителей и шариаата. Итоговая сумма материальной компенсации (основной формы ответственности при решении ГСС этой категории споров) состояла почти всегда из двух компонентов: стоимости ущерба и затрат, связанных с решением спора (сумма всех понесенных потерпевшей стороной убытков). Несмотря на то, что нормативными актами были установлены предельные суммы исков по подсудным ГСС делам, в практике встречались некоторые отклонения от этого (в основном, в сторону увеличения суммы исков). Однако, инициативы по этой части исходили от представителей местного населения (принятые на сельских сходах, Съезде доверенных) и подлежали утверждению на уровне областного начальства. В числе позитивных эффектов таковой деятельности был учет региональных и этнических традиций в решении споров и конфликтов, отрицательных – медлительность ГСС в принятии решений, накопление нерешенных дел и т.п.

Список использованных источников

1. Абазов А. Х. Горские словесные суды Терской и Кубанской областей в 1871–1918 гг. // История государства и права. 2015. № 23. С. 58–63.
2. Абазов А. Х. Документирование деятельности Нальчикского горского словесного суда: делопроизводство и обеспечение внешней коммуникации // Электронный журнал «Кавказология». 2022. № 4. С. 239–255.
3. Абазов А. Х. Нальчикский округ в судебной системе Терской области (последняя треть XIX – начало XX в.). Нальчик: Издательский отдел КБИГИ, 2014. 108 с.
4. Абазов А. Х. Народы Центрального Кавказа в судебной системе Российской империи в конце XVIII – начале XX в. Нальчик: ООО «Печатный двор», 2016. 264 с.

5. *Арсанукаева М. С.* Государственно-правовая политика Российской империи в Чечне и Ингушетии (XIX – начало XX вв.): автореферат дис. 1-ра юрид. н-к. Москва, 2010. 51 с.
6. *Арсанукаева М. С., Биттирова Т. Ш.* Присяжные поверенные из горцев и их роль в развитии правовой культуры народов Северного Кавказа (вторая половина XIX – начало XX века) // Правовая культура. 2015. № 3 (22). С. 30–38.
7. *Бабич И. Л.* Эволюция правовой культуры адыгов. Москва: Российская государственная библиотека, 1999. 239 с.
8. *Калмыков Ж. А.* Интеграция Кабарды и Балкарии в общероссийскую систему управления (вторая половина XVIII – начало XX века). Нальчик: Республиканский полиграфкомбинат им. Революции 1905 г.: Эль-Фа, 2007. 232 с.
9. *Кобахидзе Е. И.* Интеграция Осетии в судебно-административную систему Российской империи // Российская история. 2012. № 4. С. 3–15.
10. *Кобахидзе Е. И.* Специфика и итоги реформирования судебной системы на Центральном Кавказе в 60-70-х гг. XIX в. // Вестник Северо-Осетинского государственного университета имени К. Л. Хетагурова. 2010. № 2. С. 70–76.
11. *Мальцев В. Н.* Политико-юридический аспект реформирования горских судов в Кубанской и Терской областях в конце 60-х – начале 70-х гг. XIX в. // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 1: Регионоведение: философия, история, социология, юриспруденция, политология, культурология. 2008. № 8. С. 96–108.
12. *Прасолов Д. Н.* Съезды доверенных в политической культуре кабардинцев и балкарцев. Нальчик: ОНР, 2022. 240 с.
13. *Прасолов Д. Н.* Съезды доверенных в практиках местного самоуправления кабардинцев и балкарцев во второй половине XIX – начале XX в. Нальчик: Издательский отдел ИГИ КБНЦ РАН, 2019. 208 с.
14. *Сайдумов Д. Х.* Сельские аульные и Горские словесные суды Терской области: порядок производства и решения дел в сельских судах // Европейский журнал социальных наук. 2010. № 3. С. 132–137.
15. *Урушадзе А. Т.* "Мнимая юстиция": горские словесные суды и проблема судебно-административного реформирования Кавказского края в материалах ревизии Н.М. Рейнке // Новейшая история России. 2019. Т. 9, № 4. С. 914–927.
16. Адыги: Адыгейцы. Кабардинцы. Черкесы. Шапсуги / от ред. А.Х. Абазов, А.В. Кушхабиев [и др.]. Москва: «Наука», 2022. 870 с.
17. Века совместной истории: народы Кабардино-Балкарии в российском цивилизационном процессе (1557–1917 гг.). Нальчик: издательский отдел ИГИ КБНЦ РАН, 2017. 544 с.
18. История Северного Кавказа: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2017. 282 с.
19. 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.
20. *Шапсугов Д. Ю., Салакая, С. Ш., Убых Бэрзэдэж и др.* Антология памятников права народов Кавказа. Том 16: Завершение Кавказской войны и формирование юридического пространства Российской империи на Северном Кавказе (К 150-летию окончания Кавказской войны). Серия: Антология памятников права народов Кавказа. Ростов-на-Дону: Р-ИЦ ЮРИУ-Ф РАНХ при Президенте РФ, 2014. 624 с. ISBN: 978-5-919512-09-7
21. Российский государственный исторический архив (далее – РГИА). Ф. 1405. Оп. 71. Ед. хр. 4217.
22. Между централизмом и регионализмом: административные преобразования на Центральном

- Кавказе в 70-х гг. XIX – начале XX в.: сборник документов / сост. Кобахидзе Е. И. Владикавказ: СОИГСИ, 2014. 225 с.
23. *Арсанукаева М. С.* Регулирование отношений опеки и попечительства у чеченцев и ингушей (XIX – начало XX вв.) // Вестник Академии наук Чеченской Республики. 2009. № 2 (11). С. 65–72.
 24. Управление Центрального государственного архива Архивной службы Кабардино-Балкарской Республики (далее. – УЦГА АС КБР). Ф. И-51. Оп. 1. Ед. хр. 7.
 25. Центральный государственный архив Республики Северная Осетия – Алания (ЦГА РСО-Алания). Ф. 12. Оп. 3. Ед. хр. 1265.
 26. Материалы по обозрению горских и народных судов Кавказского края. Собраны под наблюдением и.о. обер-прокурора общего собрания кассационных департаментов Правительствующего Сената Н.М. Рейнке, членом Московской судебной палаты Н.М. Агишевым и товарищем прокурора Тамбовского окружного Суда В.Д. Бушеном. СПб.: Сенатская типография, 1912. 278 с.
 27. Государственный архив Краснодарского края (далее – ГА КК). Ф. 660. Оп. 2. Ед. хр. 1533.
 28. ГА КК. Ф. 660. Оп. 2. Ед. хр. 1469.
 29. ГА КК. Ф. 660. Оп. 1. Ед. хр. 173.
 30. ГА КК. Ф. 660. Оп. 1. Ед. хр. 181.
 31. ГА КК. Ф. 660. Оп. 1. Ед. хр. 178.
 32. ГА КК. Ф. 660. Оп. 1. Ед. хр. 440.
 33. *Абазов А. Х., Достова А. И.* Из истории правоприменительной деятельности горских словесных судов на Северном Кавказе: обзор судебной практики Екатеринодарского суда (1871–1920 гг.) // Вестник Кабардино-Балкарского института гуманитарных исследований. 2022. № 4–1 (55). С. 7–14.
 34. ГА КК. Ф. 660. Оп. 2. Ед. хр. 1804.
 35. *Карапетян Л. А.* Из истории Екатеринодарского Горского словесного суда (1782-1920 гг.) // Голос минувшего. 2006. № 1–2. С. 62–70.
 36. *Рейнке Н. М.* Горские и народные суды Кавказского края. Санкт-Петербург: Сенатская типография, 1912. 71 с.
 37. ГА КК. Ф. 660. Оп. 2. Ед. хр. 1506.
 38. ГА КК. Ф. 454. Оп. 1. Ед. хр. 5469.
 39. *Бабич И. Л.* Мусульманская жизнь горцев в контексте религиозной политики России на Северном Кавказе в XIX – начале XX вв. // Научная мысль Кавказа. 2009. № 1(57). С. 71–80.
 40. ГА КК. Ф. 660. Оп. 2. Ед. хр. 1436.
 41. ГА КК. Ф. 660. Оп. 2. Ед. хр. 1820.
 42. ГА КК. Ф. 660. Оп. 2. Ед. хр. 1497.
 43. ГА КК. Ф. 660. Оп. 2. Ед. хр. 1414.
 44. УЦГА АС КБР. Ф. И-22. Оп. 1. Ед. хр. 2407.

Поступила 18.02.2024; одобрена после рецензирования 01.03.2024; принята к публикации 15.03.2024.

Об авторе:

Хагажеев Мирбек Асланович, соискатель кафедры истории России ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарской государственной университет им. Х. М. Бербекова», ma_khagazheev@mail.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

1. *Abazov A. Kh.* Gorskie slovesnye sudy Terskoy i Kubanskoj oblastey v 1871-1918 gg. [The Mountain verbal courts of the Tersk and Kuban regions in 1871-1918.]. *Istoriya gosudarstva i prava.* 2015. No. 23. Pp. 58–63. (In Russian)
2. *Abazov A. Kh.* Dokumentirovanie deyatel'nosti Nal'chikskogo gorskogo slovesnogo suda: deloproizvodstvo i obespechenie vneshney kommunikatsii [Documenting the activities of the Nalchik Mountain Verbal Court: record keeping and ensuring external communication]. *Elektronnyy zhurnal «Kavkazologiya».* 2022. No. 4. Pp. 239–255. (In Russian)
3. *Abazov A. Kh.* Nal'chikskiy okrug v sudebnoy sisteme Terskoj oblasti (poslednyaya tret' XIX – nachalo KhKh v.) [Nalchik district in the judicial system of the Tersk region (the last third of the XIX – early XX century)]. Nal'chik: Izdatel'skiy otdel KBIGI, 2014. 108 p. (In Russian)
4. *Abazov A. Kh.* Narody Tsentral'nogo Kavkaza v sudebnoy sisteme Rossiyskoj 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 century.] Nal'chik: OOO «Pechatnyy dvor», 2016. 264 p. (In Russian)
5. *Arsanukaeva M. S.* Gosudarstvenno-pravovaya politika Rossiyskoj imperii v Chechne i Ingushetii (XIX – nachalo XX vv.): avtoreferat dis. l-ra jurid. n-k [The state and legal policy of the Russian Empire in Chechnya and Ingushetia (XIX – early XX centuries): abstract of the dissertation by Dr. Yurid N.K.]. Moskva, 2010. 51 p. (In Russian)
6. *Arsanukaeva M. S., Bittirova T. Sh.* Prisyazhnye poverennye iz gortsev i ikh rol' v razvitii pravovoy kul'tury narodov Severnogo Kavkaza (vtoraya polovina XIX – nachalo XX veka) [Sworn attorneys from the Highlanders and their role in the development of the legal culture of the peoples of the North Caucasus (the second half of the XIX – early XX century)] // *Pravovaya kul'tura.* 2015. No. 3 (22). Pp. 30–38. (In Russian)
7. *Babich I. L.* Evolyutsiya pravovoy kul'tury adygov [The evolution of the legal culture of the Adygs]. Moskva: Rossiyskaya gosudarstvennaya biblioteka, 1999. 239 p. (In Russian)
8. *Kalmykov Zh. A.* Integratsiya Kabardy i Balkarii v obshcherossiyskuyu sistemu upravleniya (vtoraya polovina XVIII – nachalo XX veka) [Integration of Kabarda and Balkaria into the all-Russian management system (the second half of the XVIII - early XX century)]. Nal'chik: Respublikanskiy poligrafkombinat im. Revolyutsii 1905 g.: El'-Fa, 2007. 232 p. (In Russian)
9. *Kobakhidze E. I.* Integratsiya Osetii v sudebno-administrativnuyu sistemu Rossiyskoj imperii [Integration of Ossetia into the judicial and administrative system of the Russian Empire]. *Rossiyskaya istoriya.* 2012. No. 4. Pp. 3–15. (In Russian)
10. *Kobakhidze E. I.* Spetsifika i itogi reformirovaniya sudebnoy sistemy na Tsentral'nom Kavkaze v 60-70-kh gg. XIX v. [The specifics and results of the reform of the judicial system in the Central Caucasus in the 60-70s of the XIX century] // *Vestnik Severo-Osetinskogo gosudarstvennogo universiteta imeni K. L. Khetagurova.* 2010. No. 2. Pp. 70–76. (In Russian)
11. *Mal'tsev V. N.* Politiko-yuridicheskiy aspekt reformirovaniya gorskikh sudov v Kubanskoj i Terskoj oblastyakh v kontse 60-kh – nachale 70-kh gg. XIX v. [The political and legal aspect of the reform of the mountain courts in the Kuban and Tersk regions in the late 60s - early 70s of the XIX century] // *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 1: Regionovedenie: filozofiya, istoriya, sotsiologiya, yurisprudentsiya, politologiya, kul'turologiya.* 2008. No 8. Pp. 96–108. (In Russian)
12. *Prasolov D. N.* S"edzy doverennykh v politicheskoy kul'ture kabardintsev i balkartsev [Congresses of Kabardians and Balkars trusted in political culture]. Nal'chik: OPR, 2022. 240 p. (In Russian)
13. *Prasolov D. N.* S"edzy doverennykh v praktikakh mestnogo samoupravleniya kabardintsev i balkartsev vo vtoroy polovine XIX – nachale XX v. [Congresses of Kabardians and Balkars trusted in the practices of local self-government in the second half of the XIX - early XX century.]. Nal'chik: Izdatel'skiy otdel IGI KBNTs RAN, 2019. 208 p. (In Russian)
14. *Saydumov D. Kh.* Sel'skie aul'nye i Gorskie slovesnye sudy Terskoj oblasti: poryadok proizvodstva

- i resheniya del v sel'skikh sudakh [Rural aul and Mountain verbal courts of the Tersk region: procedure for the production and resolution of cases in rural courts] // *Evropeyskiy zhurnal sotsial'nykh nauk*. 2010. No 3. Pp. 132–137. (In Russian)
15. *Urushadze A. T.* "Mnimaya yustitsiya": gorskie slovesnye sudy i problema sudebno-administrativnogo reformirovaniya Kavkazskogo kraya v materialakh revizii N.M. Reynke ["Imaginary Justice": Mountain verbal courts and the problem of judicial and administrative reform of the Caucasian Territory in the materials of the N.M. Reinke audit] // *Noveyshaya istoriya Rossii*. 2019. Vol. 9, No. 4. Pp. 914–927. (In Russian)
 16. Adygi: Adygeytsy. Kabardintsy. Cherkesy. Shapsugi [Adygs: The Adygeans. Kabardians. Circassians. Shapsugi] / ot red. A.Kh. Abazov, A.V. Kushkhabiev [i dr.]. Moskva: «Nauka», 2022. 870 p. (In Russian)
 17. Veka sovместnoy istorii: narody 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)
 18. Istoriya Severnogo Kavkaza: uchebnoe posobie [The History of the North Caucasus: a textbook]. Rostov-na-Donu: Yuzhnyy federal'nyy universitet, 2017. 282 p. (In Russian)
 19. Rossiya i narody Severnogo Kavkaza v XVI – seredine XIX veka: sotsiokul'turnaya distantsiya i dvizhenie k gosudarstvenno-politicheskomu edinstvu [Russia and the Peoples of the North Caucasus in the XVI – mid-XIX century: socio-cultural distance and movement towards state and Political Unity]. Nal'chik: Izdatel'skiy otdel IGI KBNTs RAN, 2018. 268 p. (In Russian)
 20. *Shapsugov D. Yu., Salakaya S. Sh., Ubykh Barzej et al.* Anthology of Monuments of Law of the Peoples of the Caucasus. Volume 16: The End of the Caucasian War and the Formation of the Legal Space of the Russian Empire in the North Caucasus (To the 150th Anniversary of the End of the Caucasian War). Series: Anthology of Monuments of Law of the Peoples of the Caucasus. Rostov-on-Don: R-IC JURIU-F RANH under the President of the Russian Federation, 2014. 624 p. ISBN: 978-5-919512-09-7 (In Russian)
 21. Rossiyskiy gosudarstvennyy istoricheskiy arkhiv [The Russian State Historical Archive] (dalee. – RGIA). F. 1405. Op. 71. Ed. khr. 4217. (In Russian)
 22. Mezhdru tsentralizmom i regionalizmom: administrativnye preobrazovaniya na Tsentral'nom Kavkaze v 70-kh gg. XIX – nachale XX v. [Between Centralism and regionalism: administrative transformations in the Central Caucasus in the 70s of the XIX - early XX century.]: sbornik dokumentov / sost. Kobakhidze E. I. Vladikavkaz: SOIGSI, 2014. 225 p. (In Russian)
 23. *Arsanukaeva M. S.* Regulirovanie otnosheniy opeki i popechitel'stva u chechentsev i ingushey (XIX – nachalo XX vv.) [Regulation of guardianship and guardianship relations between Chechens and Ingush (XIX – early XX centuries)] // *Vestnik Akademii nauk Chechenskoj Respubliki*. 2009. No. 2 (11). Pp. 65–72. (In Russian)
 24. Upravlenie Tsentral'nogo gosudarstvennogo arkhiva Arkhivnoy sluzhby Kabardino-Balkarskoj Respubliki [Department of the Central State Archive of the Archival Service of the Kabardino-Balkar Republic] (dalee. – UTsGA AS KBR). F. I-51. Op. 1. Ed. khr. 7. (In Russian)
 25. Tsentral'nyy gosudarstvennyy arkhiv Respubliki Severnaya Osetiya – Alaniya [The Central State Archive of the Republic of North Ossetia – Alania] (TsGA RSO-Alaniya). F. 12. Op. 3. Ed. khr. 1265. (In Russian)
 26. Materialy po obozreniyu gorskikh i narodnykh sudov Kavkazskogo kraya. Sobrany pod nablyudeniem i.o. ober-prokurora obshchego sobraniya kassatsionnykh departamentov Pravitel'stvuyushchego Senata N. M. Reynke, chlenom Moskovskoy sudebnoy palaty N. M. Agishevym i tovarishchem prokurora Tambovskogo okruzhnogo Suda V. D. Bushenom [Materials on the review of the mountain and people's courts of the Caucasus region. Collected under the supervision of Acting Chief Prosecutor of the General Meeting of Cassation Departments of the Governing Senate N. M. Reinke, member of the Moscow Judicial Chamber N.M. Agishev and

- comrade prosecutor of the Tambov District Court V. D. Bushen]. SPb.: Senatskaya tipografiya, 1912. 278 p. (In Russian)
27. Gosudarstvennyy arkhiv Krasnodarskogo kraya [The State Archive of the Krasnodar Territory] (dalee. – GA KK). F. 660. Op. 2. Ed. khr. 1533. (In Russian)
 28. GA KK. F. 660. Op. 2. Ed. khr. 1469. (In Russian)
 29. GA KK. F. 660. Op. 1. Ed. khr. 173. (In Russian)
 30. GA KK. F. 660. Op. 1. Ed. khr. 181. (In Russian)
 31. GA KK. F. 660. Op. 1. Ed. khr. 178. (In Russian)
 32. GA KK. F. 660. Op. 1. Ed. khr. 440. (In Russian)
 33. *Abazov A. Kh., Dostova A. I.* Iz istorii pravoprimeritel'noy deyatelnosti gorskikh slovesnykh sudov na Severnom Kavkaze: obzor sudebnoy praktiki Ekaterinodarskogo suda (1871-1920 gg.) [From the history of law enforcement activities of the Mountain verbal courts in the North Caucasus: a review of the judicial practice of the Yekaterinodar Court (1871-1920)] // Vestnik Kabardino-Balkarskogo instituta gumanitarnykh issledovaniy. 2022. No. 4-1 (55). Pp. 7–14. (In Russian)
 34. GA KK. F. 660. Op. 2. Ed. khr. 1804. (In Russian)
 35. *Karapetyan L. A.* Iz istorii Ekaterinodarskogo Gorskogo slovesnogo suda (1782-1920 gg.) [From the history of the Yekaterinodar Mountain Verbal Court (1782-1920)] // Golos minuvshego. 2006. No 1-2. Pp. 62–70. (In Russian)
 36. *Reynke N. M.* Gorskie i narodnye sudy Kavkazskogo kraya [Mountain and People's Courts of the Caucasus Region]. Sankt-Peterburg: Senatskaya tipografiya, 1912. 71 p. (In Russian)
 37. GA KK. F. 660. Op. 2. Ed. khr. 1506. (In Russian)
 38. GA KK. F. 454. Op. 1. Ed. khr. 5469. (In Russian)
 39. *Babich I. L.* Musul'manskaya zhizn' gortsev v kontekste religioznoy politiki Rossii na Severnom Kavkaze v XIX – nachale XX vv. [Muslim life of the Highlanders in the context of Russia's Religious Policy in the North Caucasus in the XIX – early XX centuries.] // Nauchnaya mysl' Kavkaza. 2009. No. 1(57). Pp. 71–80. (In Russian)
 40. GA KK. F. 660. Op. 2. Ed. khr. 1436. (In Russian)
 41. GA KK. F. 660. Op. 2. Ed. khr. 1820. (In Russian)
 42. GA KK. F. 660. Op. 2. Ed. khr. 1497. (In Russian)
 43. GA KK. F. 660. Op. 2. Ed. khr. 1414. (In Russian)
 44. UTsGA AS KBR. F. I-22. Op. 1. Ed. khr. 2407. (In Russian)

Submitted 18.02.2024; approved after reviewing 01.03.2024; accepted for publication 15.03.2024.

About the author:

Mirbek Aslanovich Khagazheev, Candidate of the Department of Russian History, Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov, ma_khagazheev@mail.ru

The author has read and approved the final version of the manuscript.



РЕЦЕНЗИИ REVIEWS

Рецензия на книгу



О книге С. Х. Шхагапсоева «Ботанические сады и гербарный фонд Кабардино-Балкарии»

И. Н. Белоцерковская

ГКУК «Национальный музей КБР», г. Нальчик, Россия

nm_kbr@mail.ru

Рецензия на книгу С. Х. Шхагапсоева «Ботанические сады и гербарный фонд Кабардино-Балкарии». Нальчик: изд-во М. и В. Котляровых, 2023. 287 с.

Book review

About the book "Botanical Gardens and Herbarium Fund of Kabardino-Balkaria" by S. Kh. Shkhagapsoev

Irina N. Belotserkovskaya

National Museum of the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Russia

nm_kbr@mail.ru

Review of the book "Botanical Gardens and Herbarium Fund of Kabardino-Balkaria" by S. Kh. Shkhagapsoev. Nalchik: publishing house of M. and V. Kotlyarovs, 2023. 287 p.

Научная работа профессора С. Х. Шхагапсоева посвящена светлой памяти выдающегося исследователя флоры Кавказа Николая Адольфовича Буша. Такое внимание исследователя говорит о многом, прежде всего о том, что труд учёного удостоен высокого признания со стороны его последователей и это правомерно так как, учёным сделано действительно много. Подтверждение тому – результаты его ботанических исследований, архивные материалы, да и его гербарий тоже из числа источников полезной информации.

Темы, рассмотренные в книге, засвидетельствовали начало важного этапа в развитии ботанической науки КБР – создание Гербарного фонда нашей республики, на основе объединённых данных поступивших из разных организаций, фундаментом которого стала гербарная коллекция четы Бушей Н. А. и Е. А. (1925 год), хотя есть экспедиционные сборы растений 1922 года учёных геоботаников Чернецкой З. А. и Виноградова С. И. В дальнейшем комплектация фонда включила коллекции известных исследователей Коса Ю. И., Галушко А. И. и его коллег (40–70-ые годы) и последующие годы – сборы растений учёными конца XX и начало XXI веков, в том числе и автором книги и его учеников.

Обнаруженные автором и изученные сохранившиеся архивные документы, дают возможность понять значимую роль в этом процессе В. А. Рюмина и.о. директора и КБИ краеведения (ныне Кабардино-Балкарский институт гуманитарных исследований) и Булычёва, заведующего Ленинским учебным городком, проявивших инициативу и наладивших переписку с Николаем Адольфовичем Бушем, в которой неоднократно подчёркивалось необходимость получать от него дубликаты, собранных растений, что и делал Н. А. Буш. И как итог этой совместной работы – наличие в республике первой научной гербарной коллекции. Судя по всему, в тот же год или немножко позже, и тоже благодаря Рюмину В. А., были получены гербарии у других учёных (Чернецкой З. С., Виноградова С. И. и др.).

В книге профессора С.Х. Шхагапсоева достаточно много новых фактов о коллекциях живых растений ботанического сада совхоза «Декоративные культуры» и ботанического сада Кабардино-Балкарского государственного университета. Приведены хорошие иллюстрации, среди фотографий есть снимки моих преподавателей (Е. К. Попова, З. Д. Савинцева), да и текстовая часть наделена научными выводами и сообщениями учёных, моих современников. Одних я хорошо знала когда-то, с другими общаюсь по сей день, и это вызывает эмоции и надежду, что данная публикация с зафиксированными научными событиями, будет достоянием следующего поколения.

В целом, как музейщик, хочу отметить, что книга Сафарбий Хасанбиевича на все времена, так как в её основе дана история исследования, научное обоснование полученных результатов, а это всегда будет вызывать интерес у специалистов естественников.



ЮБИЛЯРЫ ANNIVERSARIES



К 65-летию Фатимат Асланбиевны Темботовой



Темботова Фатимат Асланбиевна – директор Института экологии горных территорий Директор Института экологии горных территорий им. А. К. Темботова РАН, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор, действительный член Адыгской (Черкесской) международной академии наук, Заслуженный деятель науки Кабардино-Балкарской Республики, Заслуженный эколог Российской Федерации.

Фатимат Асланбиевна – специалист в области систематики, эволюционной морфологии и экологии млекопитающих, как лидер школы члена-корреспондента РАН А. К. Темботова «Биологический эффект взаимодействия факторов зональности на равнине и поясности в горах» консолидирует исследования специфики горных экосистем и их биотических компонентов; автор (и соавтор) 250 научных работ, из них 8 монографий.

Под научным руководством и при участии Ф. А. Темботовой в рамках основных направлений деятельности Института:

1. Доказано определяющее влияние высотно-поясной структуры горных экосистем на морфологическое, генетическое разнообразие и распределение в трехмерном пространстве на животных Кавказа – ряд таксонов беспозвоночных (дождевые черви, прямокрылые) и позвоночных (млекопитающие, хищные птицы).

2. Впервые для Юга России исследуются наиболее уязвимые луговые и лесные экосистемы, охотничья фауна, почвы с использованием методов зондирования Земли из космоса (адаптированных к горам); ведется долгосрочный мониторинг популяций ресурсных видов животных и разработка научных основ их восстановления.

Междисциплинарные исследования биоты горных территорий позволили за последние 5 лет:

а) подготовить обоснование для Программы по восстановлению аборигенного подвида кавказского благородного оленя для представления в МПР РФ;

б) для реализации Программы в КБР в Нальчикском государственном охотхозяйстве создан питомник, сформирована размножающаяся группа кавказского оленя;

в) налажен долгосрочный мониторинг копытных на Северном Кавказе (кормовая база в целях восстановления переднеазиатского леопарда).

Темботова Ф. А. вела курсы и спецкурсы в вузах Кавказа, в настоящее время – профессор Кабардино-Балкарского госуниверситета им. Х. М. Бербекова. Под ее руководством защищены 9 кандидатских диссертаций и одна докторская.

Темботова Ф. А. – член ВАК при Минобрнауки России, эксперт РАН, эксперт Федерального реестра экспертов научно-технической сферы, член редколлегий 3 журналов из списка ВАК, организатор ряда международных конференций и редактор их материалов, член бюро Териологического общества при РАН, научного совета «Проблемы экологии биологических систем» РАН и др. Участвует на постоянной основе в работе научно-консультационных советов и комиссий органов государственной власти КБР. Активно участвует в популяризации науки и формировании экологически-ориентированного менталитета населения, председатель межрегионального общественного движения «Экология → жизнь».

Президиум АМАН и отделение медико-биологических наук поздравляет Фатимат Асланбиевну с юбилеем и желает крепкого здоровья, долгих лет жизни, творческого вдохновения!

*Президиум АМАН,
Отделение медико-биологических наук АМАН*



ЮБИЛЯРЫ ANNIVERSARIES



К 70-летию Султана Нажмуудиновича Асхабова



Асхабов Султан Нажмуудинович,
Почетный работник высшего профессионального
образования Российской Федерации,
член-корреспондент АМАН

В этом году свой 70-летний юбилей отмечает выдающийся математик, доктор физико-математических наук, член-корреспондент Адыгской (Черкесской) международной академии наук, ученый, внесший немалый вклад в развитие современной науки, Асхабов Султан Нажмуудинович. Исследования Султана Нажмуудиновича в области нелинейных уравнений широко известны и признаны специалистами во всем мире.

Султан Нажмуудинович родился в Казахстане в 1954 году. В 1972 году поступил в Чечено-Ингушский государственный университет имени Л. Н. Толстого по специальности «Математика», а в 1977 году окончил с отличием. Его дипломная работа была высоко оценена и выставлена на выставке ВДНХ в Москве.

После завершения обучения в университете Султан Нажмуудинович поступил в аспирантуру, где под руководством своего научного руководителя Халида Шаврухановича Мухтарова написал и успешно защитил в 1982 году диссертацию на тему «Применение метода монотонных операторов к решению нелинейных сингулярных интегральных уравнений и их систем» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 – Дифференциальные уравнения и математическая физика. В своей диссертации Султан Нажмуудинович доказал глобальные теоремы существования и единственности решения для различных классов нелинейных сингулярных интегральных уравнений и нелинейных интегральных уравнений типа свертки с произвольными параметрами. Впервые показал, что решения таких уравнений могут быть найдены ме-

тодом последовательных приближений при любых (не обязательно «малых») значениях параметров. Результаты, полученные в диссертации, были использованы для решения задачи об обтекании двух проницаемых профилей потоком идеальной несжимаемой жидкости.

В последующих исследованиях Султаном Нажмуудиновичем построены новые классы сингулярных интегральных операторов, действующих из весовых пространств Лебега в сопряженные с ними пространства и обладающих свойством положительности по Бохнеру. Им получены новые теоремы о строгой положительности интегральных операторов общего вида, частными случаями которых являются операторы дробного интегрирования, риссовы и логарифмические потенциалы. При этом обобщаются известные результаты С. Геллерстедта, Ф. Трикоми, А. М. Нахушева и дополняются некоторые результаты К. Андерсена, Э. Сойера, Д. В. Прохорова, В. Д. Степанова, касающиеся операторов типа потенциала и Римана–Лиувилля. Развита метод весовых метрик (аналог метода Адама Белецкого) применительно к дискретным и интегральным уравнениям типа свертки со степенной нелинейностью в различных конусах. Получены не улучшаемые двусторонние априорные оценки для решений таких уравнений.

Результатом столь активной научной деятельности Султана Нажмуудиновича стала защита диссертации «Сингулярные интегральные уравнения и уравнения типа свертки с монотонной нелинейностью» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.02 – Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление, где ему оппонировали известные ученые А. Б. Шабат, А. А. Килбас, А. В. Глушак. Защита состоялась 15 июня 2010 года в Белгородском государственном университете.

Султан Нажмуудинович регулярно является руководителем грантов и проектов.

Асхабов Султан Нажмуудинович с 1992 года является действительным членом Американского математического общества, с 1993 года – штатный референт журнала «Mathematical Reviews». С 2012 года является экспертом научно-технической сферы ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ Минобрнауки РФ, а с 2016 года – рецензентом журналов, представленных на портале MathNet.ru.

За выдающиеся научные достижения в 2014 году Султан Нажмуудинович был избран членом-корреспондентом Адыгской (Черкесской) международной академии наук, активно участвует в работе академии и регулярно публикует свои оригинальные результаты в журнале «Доклады АМАН», выпускаемом академией. С 2014 г. – член научно-методического совета по математике Минобрнауки РФ, председатель Чеченского регионального отделения научно-методического совета по математике Минобрнауки РФ. С 2023 года – эксперт Российского научного фонда и Российского авторского общества.

За активную научно-педагогическую деятельность Султан Нажмуудинович удостоен высоких наград: Почетной грамоты Министерства образования и науки Российской Федерации в 2005 году, Нагрудного знака «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации» в 2008 году, благодарственного письма Министерства науки и высшего образования РФ, Российского союза ректоров в 2020 году, Почетных грамот Главы Чеченской Республики (2022 и 2023 гг.), Администрации Главы и Правительства Чеченской Республики (2018 г., 2021 г.). Также Султан Нажмуудинович в 2021

году стал лауреатом премии в номинации «Образование» РОО «Интеллектуальный центр Чеченской Республики» с вручением символа «Серебряная сова».

Результаты исследований Султана Нажмудиновича представлены в четырех монографиях и более чем 200 научных статьях. За высокие профессиональные достижения Асхабов Султан Нажмудинович был признан Человеком года в области образования и науки Американским биографическим институтом в 2005 году. Его биография была опубликована в энциклопедиях «Who's Who in the World» и «Who's Who in Science and Engineering» (USA). Его биография была опубликована в энциклопедии «Dictionary of International Biography», издающейся английским биографическим центром в Кембридже.

Президиум Адыгской (Черкесской) международной академии наук и Отделение математических наук, нано- и информационных технологий поздравляют Султана Нажмудиновича с 70-летием. Желаем Вам, дорогой Султан Нажмудинович, крепкого здоровья, долгих лет жизни, творческого вдохновения и дальнейших достижений на благо науки!

*Президиум АМАН,
Отделение математических наук,
нано- и информационных технологий АМАН*

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, опубликованных в томе 23 за 2023 год

| | |
|---|-------|
| Внутреннекраевая задача со смещением для смешанно-гиперболического уравнения второго порядка. <i>Балкизов Ж. А.</i> | 1/11 |
| On the action of Toeplitz operators into new BMOA type spaces in the unit disk (на англ. яз.). <i>Shatoyan R. F., Tomashevskaya E. B.</i> | 1/20 |
| Концепция многофункционального высокоскоростного магистрального экранолёта наземно-эстакадного исполнения. <i>Закураев А. Ф.</i> | 1/28 |
| Перспективы роботизированного дистанционного контроля и лазерного воздействия на цветение цианобактерий. <i>Халилов Э. Н., Ма Ж., Ван М., Халилов Ф. Э., Кулешов С. В.</i> | 1/37 |
| Состояние и перспективы изучения биоразнообразия микобиоты Российского Кавказа. <i>Шхагапсоев С. Х., Кушалиева Ж. А., Крапивина Е. А.</i> | 1/49 |
| К проблеме общеадыгского литературного языка. <i>Баков Х. И.</i> | 1/64 |
| Высшее юридическое образование на Северном Кавказе: к истории вопроса. <i>Лобанов В. Б.</i> | 1/74 |
| Этнос как субъект истории и мера объективности исторической науки. <i>Тхагапсоев Х. Г.</i> | 1/86 |
| Перспективные экотипы диких видов растений как ресурс формирования селекционного материала в кормопроизводстве. <i>Тамахина А. Я.</i> | 1/99 |
| Актуализация культурологических концепций М. Х. Герандокова в книге И. М. Газаровой «Человек и в малом, и в большом должен творить для грядущего». <i>Нагоева Л. А.</i> | 1/108 |
| К 70-летию А. Х. Шеуджена – академика РАН и АМАН. <i>Ашинов Ю. Н., Шхагапсоев С. Х.</i> | 1/115 |
| Начальная задача для уравнения с переменными коэффициентами с производной Джрбашяна–Нерсесяна и с переменным запаздыванием. <i>Мажгихова М. Г.</i> | 2/11 |
| On Bergman type projections in bounded strongly pseudoconvex domains (на англ. яз.). <i>Shatoyan R. F., Tomashevskaya E. B.</i> | 2/18 |
| Теоретические основы создания экранолёта с особой геометрией крыла и фюзеляжа, адаптированного на эстакаде. <i>Закураев А. Ф., Ашабоков Б. А.</i> | 2/27 |
| Глобальное потепление климата и экспансия амброзии – новые проблемы в распространении аллергопатологии, прогнозы и профилактика. <i>Шогенова М. С., Хутуева С. Х., Шогенова Л. С., Муждабаева Е. Л.</i> | 2/40 |
| Флора города Баксана Кабардино-Балкарской Республики: состав, структура. <i>Шхагапсоев С. Х., Ордоков А. А., Надзирова Р. Ю., Шхагапсоева К. А., Тхагалегов А. Х., Жанокова Л. А.</i> | 2/56 |
| Сегетальная фракция флоры Кабардино-Балкарии в посевах <i>Zea mays</i> L. <i>Шхагапсоев С. Х., Шоно И. Е., Жанокова Л. А., Жанказиев А. Р.</i> | 2/67 |
| Пьеса «Андемиркан» в северокавказской драматургии: проблемы атрибуции и датировки. <i>Абазов А. Ч.</i> | 2/78 |
| Майкопская топонимика с учетом регионального хроно- и этно- колора. <i>Хуако Ф. Н.</i> | 2/95 |
| Феномен адыгской (черкесской) экологической культуры. <i>Фирова А.</i> | 2/102 |
| Природно-климатическая характеристика единиц высотно-поясной структуры ландшафтов Кавказа А. К. Темботова. <i>Пшегусов Р. Х., Чадаева В. А.</i> | 3/11 |
| Этноэкология: опыт реконструкции культурного наследия. <i>Шаов А. А.</i> | 3/29 |
| Барасбий Хакунов. Научное наследие. <i>Шхагапсоев С. Х., Гергов А. Х.</i> | 3/36 |
| Природно-социальная цивилизационная грань (в парламентском обсуждении Адыгеи). <i>Хуако Ф. Н.</i> | 3/50 |



| | |
|---|-------|
| Ресурсный потенциал Кабардино-Балкарии в развитии научно-популярного туризма. <i>Тамашина А. Я., Шершова И. С.</i> | 3/57 |
| Внутривидовые отношения между типами эпоса. <i>Гутов А. М., Гутлова Л. А.</i> | 3/73 |
| О книге академика РАН Асхада Шеуджена «Адыги». <i>Ачмиз К. Г.</i> | 3/83 |
| Члену-корреспонденту РАН М.-Р.Д. Магомедову – 70 лет. <i>Омаров К. З., Шхагапсоев С. Х.</i> | 3/87 |
| Адам Маремович Нахушев. К 85-летию со дня рождения. | 4/11 |
| О корректности начальных задач для уравнения дробной диффузии. <i>Богатырева Ф. Т.</i> | 4/16 |
| К вопросу единственности решения аналога задачи Дезина для уравнения парабола–гиперболического типа с условиями периодичности. <i>Киржинов Р. А.</i> | 4/23 |
| Краевая задача для нагруженного уравнения Маккендрика – фон Ферстера дробного порядка. <i>Лосанова Ф. М., Кенетова Р. О.</i> | 4/28 |
| Функция Грина задачи с локальным смещением для дробного телеграфного уравнения. <i>Мамчуев М. О.</i> | 4/34 |
| О задаче Дирихле для обобщенного уравнения Лапласа. <i>Масаева О. Х.</i> | 4/43 |
| Аналог задачи Трикоми для одного характеристически нагруженного гипербола-параболического уравнения. <i>Хубиев К. У.</i> | 4/54 |
| К вопросу о решении смешанной краевой задачи для уравнения с производными дробного порядка с различными началами. <i>Энеева Л. М.</i> | 4/62 |
| Историческая гербарная коллекция Н. А. и Е. А. Буш в Национальном музее Кабардино-Балкарской Республики. <i>Ханов З. М., Шхагапсоев С. Х., Чадаева В. А., Маремкулова А. К., Белоцерковская И. Н.</i> | 4/69 |
| Один из основоположников экобиоморфологии Зозулин Георгий Матвеевич (1913–1986). <i>Шхагапсоев С. Х.</i> | 4/79 |
| Общественно-политическая деятельность В. К. Тлостанова. <i>Кажаров А. Г.</i> | 4/97 |
| К неочценным граням кабардинских паремий. <i>Тхагапсоев Х. Г.</i> | 4/109 |
| Интересное и нужное издание. <i>Хубиев Б. Б., Надзирова Р. Ю.</i> | 4/126 |
| Юбилейный съезд ботаников РФ. <i>Крапивина Е. А.</i> | 4/131 |

**INDEX OF ARTICLES Published in Volume 23 for 2023**

| | |
|---|-------|
| Boundary value problems with data on opposite characteristics for a second-order mixed-hyperbolic equation. <i>Balkizov G. A.</i> | 1/11 |
| On the action of Toeplitz operators into new BMOA type spaces in the unit disk. <i>Shamoyan R. F., Tomashevskaya E. B.</i> | 1/20 |
| The concept for multifunctional high-speed main ekraolet ground-flange. <i>Zakuraev A. F.</i> . | 1/28 |
| Prospects for robotic remote control and laser impact on cyanobacteria flowering. <i>Khalilov E. N., Ma Z., Wang M., Khalilov F. E., Kuleshov S. V.</i> | 1/37 |
| Status and prospects of studying mycobiota biodiversity in the Russian Caucasus. <i>Shkhagapsoev S. Kh., Kushaliyeva Zh. A., Krapivina E. A.</i> | 1/49 |
| On the problem of the general Adyghe literary language. <i>Bakov H. I.</i> | 1/64 |
| Higher legal educati the North Caucasus: to the history of the issue. <i>Lobanov V. B.</i> | 1/74 |
| Ethnos as a subject of history and a measure of the objectivity of historical science. <i>Tkhagapsoev Kh. G.</i> | 1/86 |
| Promising ecotypes of wild plant species as a formation resource selection material in feed production <i>Tamakhina A. Ya.</i> | 1/99 |
| Actualization of cultural conceptions of M. H. Gerandokov in the book of I. M. Gazarova «A person, both in small and large, must create for the future». <i>Nagoeva L. A.</i> | 1/108 |
| On the 70th anniversary of A. Kh. Sheudzhen - Academician of the Russian Academy of Sciences and AIAS. <i>Ashinov Yu. N., Shkhagapsoev S. Kh.</i> | 1/115 |
| Initial value problem for differential equation of fractional order with variable coefficients and with variable delay. <i>Mazhgikhova M. G.</i> | 2/11 |
| On Bergman type projections in bounded strongly pseudoconvex domains. <i>Shamoyan R. F., Tomashevskaya E. B.</i> | 2/18 |
| Theoretical foundations creation of an ekraolet with a special geometry of the wing and fuselage adapted on the flyover. <i>Zakuraev A. F., Ashabokov B. A.</i> | 2/27 |
| Global climate warming and the expansion of ragweed – new problems in the spread of allergopathology, forecasts and prevention. <i>Shogenova M. S., Hutueva S. H., Shogenova L. S., Muzhdabayeva E. L.</i> | 2/40 |
| Flora of the city of Baksan in the Kabardino-Balkar Republic: composition and structure. <i>Shkhagapsoev S. Kh., Ordokov A. A., Nadzirova R. Yu., Shkhagapsoeva K. A., Tkhagalegov A. H., Zhanokova L. A.</i> | 2/56 |
| Segmental fraction of the flora of Kabardino-Balkaria in crops of Zea Mays L. <i>Shkhagapsoev S. Kh., Shono I. E., Zhanokova L. A., Zhankaziev R. A.</i> | 2/67 |
| The play “Andemirkan” in the North Caucasian dramaturgy: problems of attribution and dating. <i>Abazov A. Ch.</i> | 2/78 |
| Maykop toponymy with regional chrono- and ethno- color. <i>Khuako F. N.</i> | 2/95 |
| The phenomenon of Adyghe (Circassian) ecological culture. <i>Firova A.</i> | 2/102 |
| Natural-climatic characterisation of the altitudelbelt structure of Caucasus landscapes by A. K. Tembotov. <i>Pshegusov R. H., Chadaeva V. A.</i> | 3/11 |
| Ethnoecology: experience in the reconstruction of cultural heritage. <i>Shaov A. A.</i> | 3/29 |
| Barasbiy Khakunov. Scientific heritage. <i>Shkhagapsoev S. Kh., Gergov A. Kh.</i> | 3/36 |
| Natural-social civilizational edge (in the parliamentary discussion of Adyggea). <i>Khuako F. N.</i> | 3/50 |
| The resource potential of Kabardino-Balkaria in the development of popular science tourism. <i>Tamakhina A. Ya., Shershova I. S.</i> | 3/57 |
| Intraspecific relationships between types of epic. <i>Gutov A. M., Gutova L. A.</i> | 3/73 |

| | |
|---|-------|
| About the book “Adyghes” by academician of the Russian Academy of Sciences Askhad Sheujen. <i>Achmiz K. G.</i> | 3/83 |
| Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences M.-R.D. Magomedov – 70 years old. <i>Omarov K. Z., Shkhagapsoev S. Kh.</i> | 3/87 |
| Adam Maremovich Nakhushiev. On the 85th anniversary of his birth. | 4/11 |
| On the correctness of initial problems for the fractional diffusion equation. <i>Bogatyreva F. T.</i> | 4/16 |
| On solution uniqueness for Dezin problem analog for parabolic–hyperbolic type equation. <i>Kirzhinov R. A.</i> | 4/23 |
| Boundary value problem for the loaded McKendrick–von Foerster equation of fractional order. <i>Losanova F. M., Kenetova R. O.</i> | 4/28 |
| Green’s function of the problem with local displacement for the fractional telegraph equation. <i>Mamchuev M. O.</i> | 4/34 |
| On the Dirichlet problem for the generalized Laplace equation. <i>Masaeva O. Kh.</i> | 4/43 |
| Analogue of Tricomi problem for one characteristically loaded hyperbolic–parabolic equation. <i>Khubiev K. U.</i> | 4/54 |
| On the question of solving a mixed boundary value problem for an equation with fractional derivatives with different origins. <i>Eneeva L. M.</i> | 4/62 |
| Historical herbarium collection of N. A. and E. A. Bush in the National Museum of the Kabardino-Balkarian Republic. <i>Khanov Z. M., Shkhagapsoev S. Kh., Chadaeva V. A., Maremkulova A. K., Belotserkovskaya I. N.</i> | 4/69 |
| Georgy Matveyevich Zozulin (1913–1986), one of the founders of ecobiomorphology. <i>Shkhagapsoev S. Kh.</i> | 4/79 |
| Social and political activities of V. K. Tlostanova. <i>Kazharov A. G.</i> | 4/97 |
| To the invaluable facets of Kabardian proverbs. <i>Tkhagapsoev Kh. G.</i> | 4/109 |
| Interesting and necessary publication. <i>Khubiev B. B., Nadzirova R. Yu.</i> | 4/126 |
| Jubilee Congress of Botanists of the Russian Federation. <i>Krapivina E. A.</i> | 4/131 |

**АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ тома 23 за 2023 год**

| | |
|--|-------|
| <i>Абазов А. Ч.</i> Пьеса «Андемиркан» в северокавказской драматургии: проблемы атрибуции и датировки | 2/78 |
| <i>Ачмиз К. Г.</i> О книге академика РАН Асхада Шеуджена «Адыги» | 3/83 |
| <i>Ашинов Ю. Н., Шхагапсоев С. Х.</i> К 70-летию А. Х. Шеуджена – академика РАН и АМАН | 1/115 |
| <i>Баков Х. И.</i> К проблеме общеадыгского литературного языка | 1/64 |
| <i>Балкизов Ж. А.</i> Внутреннекраевая задача со смещением для смешанно-гиперболического уравнения второго порядка | 1/11 |
| <i>Богатырева Ф. Т.</i> О корректности начальных задач для уравнения дробной диффузии | 4/16 |
| <i>Гутов А. М., Гутова Л. А.</i> Внутривидовые отношения между типами эпоса | 3/73 |
| <i>Закураев А. Ф.</i> Концепция многофункционального высокоскоростного магистрального экранолёта наземно-эстакадного исполнения | 1/28 |
| <i>Закураев А. Ф., Ашабоков Б. А.</i> Теоретические основы создания экраналёта с особой геометрией крыла и фюзеляжа, адаптированного на эстакаде | 2/27 |
| <i>Кажаров А. Г.</i> Общественно-политическая деятельность В. К. Тлостанова | 4/97 |
| <i>Киржинов Р. А.</i> К вопросу единственности решения аналога задачи Дезина для уравнения параболо–гиперболического типа с условиями периодичности | 4/23 |
| <i>Крапивина Е. А.</i> Юбилейный съезд ботаников РФ | 4/131 |
| <i>Лобанов В. Б.</i> Высшее юридическое образование на Северном Кавказе: к истории вопроса | 1/74 |
| <i>Лосанова Ф. М., Кенетова Р. О.</i> Краевая задача для нагруженного уравнения Маккендрика – фон Ферстера дробного порядка | 4/28 |
| <i>Мажгихова М. Г.</i> Начальная задача для уравнения с переменными коэффициентами с производной Джрбашьяна–Нерсесяна и с переменным запаздыванием | 2/11 |
| <i>Мамчурев М. О.</i> Функция Грина задачи с локальным смещением для дробного телеграфного уравнения | 4/34 |
| <i>Масаева О. Х.</i> О задаче Дирихле для обобщенного уравнения Лапласа | 4/43 |
| <i>Нагоева Л. А.</i> Актуализация культурологических концепций М. Х. Герандокова в книге И. М. Газаровой «Человек и в малом, и в большом должен творить для грядущего» | 1/108 |
| <i>Омаров К. З., Шхагапсоев С. Х.</i> Члену-корреспонденту РАН М.-Р.Д. Магомедову – 70 лет | 3/87 |
| <i>Пшегусов Р. Х., Чадаева В. А.</i> Природно-климатическая характеристика единиц высотнопоясной структуры ландшафтов Кавказа А. К. Темботова | 3/11 |
| <i>Тамахина А. Я.</i> Перспективные экотипы диких видов растений как ресурс формирования селекционного материала в кормопроизводстве | 1/99 |
| <i>Тамахина А. Я., Шершова И. С.</i> Ресурсный потенциал Кабардино-Балкарии в развитии научно-популярного туризма | 3/57 |
| <i>Тхагапсоев Х. Г.</i> Этнос как субъект истории и мера объективности исторической науки | 1/86 |
| <i>Тхагапсоев Х. Г.</i> К неочтенным граням кабардинских паремий | 4/109 |
| <i>Фирова А.</i> Феномен адыгской (черкесской) экологической культуры | 2/102 |
| <i>Халилов Э. Н., Ма Ж., Ван М., Халилов Ф. Э., Кулешов С. В.</i> Перспективы роботизированного дистанционного контроля и лазерного воздействия на цветение цианобактерий | 1/37 |

| | |
|---|-------|
| <i>Ханов З. М., Шхагапсоев С. Х., Чадаева В. А., Маремкулова А. К., Белоцерковская И. Н.</i> Историческая гербарная коллекция Н. А. и Е. А. Буш в Национальном музее Кабардино-Балкарской Республики | 4/69 |
| <i>Хуако Ф. Н.</i> Майкопская топонимика с учетом регионального хроно- и этно- колора ... | 2/95 |
| <i>Хуако Ф. Н.</i> Природно-социальная цивилизационная грань (в парламентском обсуждении Адыгеи) | 3/50 |
| <i>Хубиев К. У.</i> Аналог задачи Трикоми для одного характеристически нагруженного гиперболического уравнения | 4/54 |
| <i>Хубиев Б. Б., Надзирова Р. Ю.</i> Интересное и нужное издание | 4/126 |
| <i>Шаов А. А.</i> Этноэкология: опыт реконструкции культурного наследия | 3/29 |
| <i>Шогенова М. С., Хутуева С. Х., Шогенова Л. С., Мурздабаева Е. Л.</i> Глобальное потепление климата и экспансия амброзии – новые проблемы в распространении аллергопатологии, прогнозы и профилактика | 2/40 |
| <i>Шхагапсоев С. Х., Кушалиева Ж. А., Крапивина Е. А.</i> Состояние и перспективы изучения биоразнообразия микобиоты Российского Кавказа | 1/49 |
| <i>Шхагапсоев С. Х., Ордоков А. А., Надзирова Р. Ю., Шхагапсоева К. А., Тхагалегов А. Х., Жанокова Л. А.</i> Флора города Баксана Кабардино-Балкарской Республики: состав, структура | 2/56 |
| <i>Шхагапсоев С. Х., Шоно И. Е., Жанокова Л. А., Жанказиев А. Р.</i> Сегетальная фракция флоры Кабардино-Балкарии в посевах <i>Zea mays</i> L. | 2/67 |
| <i>Шхагапсоев С. Х., Гергов А. Х.</i> Барасбий Хакунов. Научное наследие | 3/36 |
| <i>Шхагапсоев С. Х.</i> Один из основоположников экобиоморфологии Зозулин Георгий Матвеевич (1913–1986) | 4/79 |
| <i>Энеева Л. М.</i> К вопросу о решении смешанной краевой задачи для уравнения с производными дробного порядка с различными начальными | 4/62 |
| <i>Shamoyan R. F., Tomashevskaya E. B.</i> On the action of Toeplitz operators into new BMOA type spaces in the unit disk (на англ. яз.) | 1/20 |
| <i>Shamoyan R. F., Tomashevskaya E. B.</i> On Bergman type projections in bounded strongly pseudoconvex domains (на англ. яз.) | 2/18 |

**ALPHABETIC INDEX OF AUTHORS in Volume 23 for 2023**

| | |
|--|-------|
| <i>Abazov A. Ch.</i> The play “Andemirkan” in the North Caucasian dramaturgy: problems of attribution and dating | 2/78 |
| <i>Achmiz K. G.</i> About the book “Adyghe” by academician of the Russian Academy of Sciences Askhad Sheujen | 3/83 |
| <i>Ashinov Yu. N., Shkhagapov S. Kh.</i> On the 70th anniversary of A. Kh. Sheudzhen- Academician of the Russian Academy of Sciences and AIAS | 1/115 |
| <i>Bakov H. I.</i> On the problem of the general Adyghe literary language | 1/64 |
| <i>Balkizov G. A.</i> Boundary value problems with data on opposite characteristics for a second-order mixed-hyperbolic equation | 1/11 |
| <i>Bogatyreva F. T.</i> On the correctness of initial problems for the fractional diffusion equation . | 4/16 |
| <i>Gutov A. M., Gutova L. A.</i> Intraspecific relationships between types of epic | 3/73 |
| <i>Zakuraev A. F.</i> The concept for multifunctional high-speed main ekranolet ground-flange . | 1/28 |
| <i>Zakuraev A. F., Ashabokov B. A.</i> Theoretical foundations creation of an ekranolet with a special geometry of the wing and fuselage adapted on the flyover | 2/27 |
| <i>Kazharov A. G.</i> Social and political activities of V. K. Tlostanova | 4/97 |
| <i>Kirzhinov R. A.</i> On solution uniqueness for Dezin problem analog for parabolic–hyperbolic type equation | 4/23 |
| <i>Krapivina E. A.</i> Jubilee Congress of Botanists of the Russian Federation | 4/131 |
| <i>Lobanov V. B.</i> Higher legal education in the North Caucasus: to the history of the issue ... | 1/74 |
| <i>Losanova F. M., Kenetova R. O.</i> Boundary value problem for the loaded McKendrick–von Foerster equation of fractional order | 4/28 |
| <i>Mazhgikhova M. G.</i> Initial value problem for differential equation of fractional order with variable coefficients and with variable delay | 2/11 |
| <i>Mamchuev M. O.</i> Green’s function of the problem with local displacement for the fractional telegraph equation | 4/34 |
| <i>Masaeva O. Kh.</i> On the Dirichlet problem for the generalized Laplace equation | 4/43 |
| <i>Nagoeva L. A.</i> Actualization of cultural conceptions of M. H. Gerandokov in the book of I. M. Gazarova «A person, both in small and large, must create for the future» | 1/108 |
| <i>Omarov K. Z., Shkhagapov S. Kh.</i> Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences M.-R.D. Magomedov – 70 years old | 3/87 |
| <i>Pshegusov R. H., Chadaeva V. A.</i> Natural-climatic characterisation of the altitudebelt structure of Caucasus landscapes by A. K. Tembotov | 3/11 |
| <i>Tamakhina A. Ya.</i> Promising ecotypes of wild plant species as a formation resource selection material in feed production | 1/99 |
| <i>Tamakhina A. Ya., Shershova I. S.</i> The resource potential of Kabardino-Balkaria in the development of popular science tourism | 3/57 |
| <i>Tkhagapov Kh. G.</i> Ethnos as a subject of history and a measure of the objectivity of historical science | 1/86 |
| <i>Tkhagapov Kh. G.</i> To the invaluable facets of Kabardian proverbs | 4/109 |
| <i>Firova A.</i> The phenomenon of Adyghe (Circassian) ecological culture | 2/102 |
| <i>Khalilov E. N., Ma Z., Wang M., Khalilov F. E., Kuleshov S. V.</i> Prospects for robotic remote control and laser impact on cyanobacteria flowering | 1/37 |

| | |
|--|-------|
| <i>Khanov Z. M., Shkhagapsoev S. Kh., Chadaeva V. A., Maremkulova A. K., Belotserkovskaya I. N.</i> Historical herbarium collection of N. A. and E. A. Bush in the National Museum of the Kabardino-Balkarian Republic | 4/69 |
| <i>Khuako F. N.</i> Maykop toponymy with regional chrono- and ethno- color | 2/95 |
| <i>Khuako F. N.</i> Natural-social civilizational edge (in the parliamentary discussion of Adygea) | 3/50 |
| <i>Khubiev K. U.</i> Analogue of Tricomi problem for one characteristically loaded hyperbolic-parabolic equation | 4/54 |
| <i>Khubiev B. B., Nadzirova R. Yu.</i> Interesting and necessary publication | 4/126 |
| <i>Shamoyan R. F., Tomashevskaya E. B.</i> On the action of Toeplitz operators into new BMOA type spaces in the unit disk | 1/20 |
| <i>Shamoyan R. F., Tomashevskaya E. B.</i> On Bergman type projections in bounded strongly pseudoconvex domains | 2/18 |
| <i>Shaov A. A.</i> Ethnoecology: experience in the reconstruction of cultural heritage | 3/29 |
| <i>Shogenova M. S., Hutueva S. H., Shogenova L. S., Muzhdabayeva E. L.</i> Global climate warming and the expansion of ragweed – new problems in the spread of allergopathology, forecasts and prevention | 2/40 |
| <i>Shkhagapsoev S. Kh., Kushaliev Zh. A., Krapivina E. A.</i> Status and prospects of studying mycobiota biodiversity in the Russian Caucasus | 1/49 |
| <i>Shkhagapsoev S. Kh., Ordokov A. A., Nadzirova R. Yu., Shkhagapsoeva K. A., Tkhagalegov A. H., Zhanokova L. A.</i> Flora of the city of Baksan in the Kabardino-Balkar Republic: composition and structure | 2/56 |
| <i>Shkhagapsoev S. Kh., Shono I. E., Zhanokova L. A., Zhankaziev R. A.</i> Segmental fraction of the flora of Kabardino-Balkaria in crops of Zea Mays L. | 2/67 |
| <i>Shkhagapsoev S. Kh., Gergov A. Kh.</i> Barasbiy Khakunov. Scientific heritage | 3/36 |
| <i>Shkhagapsoev S. Kh.</i> Georgy Matveyevich Zozulin (1913–1986), one of the founders of ecobiomorphology | 4/79 |
| <i>Eneeva L. M.</i> On the question of solving a mixed boundary value problem for an equation with fractional derivatives with different origins | 4/62 |

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ И ЧИТАТЕЛЕЙ

Редакция журнала «Доклады АМАН» публикует оригинальные и неопубликованные научные исследования, посвященные актуальным проблемам в области математических, естественных, технических, общественных и гуманитарных наук. Не допускается направление в редакцию уже опубликованных статей или статей, отправленных на публикацию в другие журналы. **В случае обнаружения одновременной подачи рукописи в несколько изданий опубликованная статья будет ретрагирована (отозвана из печати).** Мониторинг несанкционированного цитирования осуществляется с помощью системы «Антиплагиат».

Журнал приветствует статьи, имеющие потенциально высокий импакт-фактор и/или содержащие материал о значительных достижениях в указанных направлениях. Особое внимание следует уделить качеству перевода. Желательно, чтобы он был выполнен носителем языка.

Статьи принимаются одновременно в печатном и электронном вариантах. Печатный вариант должен в точности соответствовать электронному.

Для статей, не содержащих математические формулы, допускается простой текстовый формат (Текст DOC), без переносов в словах.

Электронный вариант статьи, содержащий математические формулы, таблицы и простые рисунки, принимается только в формате LaTeX. Статья при этом оформляется в стиле article, размер шрифта - 12 pt, формат бумаги - А4.

При подготовке статьи к публикации в журнале «Доклады АМАН» необходимо учесть следующие пункты.

1. Указать **УДК**.
2. **Заголовок статьи** должен кратко и точно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного исследования.
Приводится на русском и английском языках.
3. Анотация (200-250 слов) выполняет функцию расширенного названия статьи и повествует о ее содержании. В ней должны быть четко обозначены следующие части:
 - 1) Введение (Introduction);
 - 2) Материалы и методы (Materials and Methods);
 - 3) Результаты исследования (Results);
 - 4) Обсуждение и заключение (Discussion and Conclusion).*Приводится на русском и английском языках.*
4. **Ключевые слова** (5-10) являются поисковым образом научной статьи. В связи с этим они должны отражать основные положения, достижения, результаты, терминологию научного исследования.
Приводится на русском и английском языках.
5. **Благодарности**. В этом разделе следует упомянуть людей, помогавших автору подготовить настоящую статью, организации, оказавшие финансовую поддержку. Хорошим тоном считается выражение благодарности анонимным рецензентам.
Приводится на русском и английском языках.
6. **Основной текст** статьи излагается на русском, английском или кабардинском языках.
 - 1) Введение - постановка научной проблемы, ее актуальность, связь с важнейшими задачами, которые необходимо решить, значение для развития определенной отрасли науки или практической деятельности.
 - 2) Обзор литературы. Необходимо описать основные (последние по времени) исследования и публикации, на которые опирается автор; современные взгляды на проблему; трудности при разработке данной темы; выделить нерешенные вопросы в пределах общей проблемы, которым посвящена статья.
 - 3) Материалы и методы. В данном разделе описываются процесс организации эксперимента, примененные методики, использованная аппаратура; даются подробные сведения об объекте исследования; указывается последовательность выполнения исследования и обосновывается выбор используемых методов (наблюдение, опрос, тестирование, эксперимент, лабораторный опыт и т.д.).



4) Результаты исследования. Это основной раздел, цель которого - при помощи анализа, обобщения и разъяснения данных доказать рабочую гипотезу (гипотезы). Результаты должны быть изложены кратко, но при этом содержать достаточно информации для оценки сделанных выводов. Также должно быть обосновано, почему для анализа были выбраны именно эти данные. *Все названия, подписи и структурные элементы графиков, таблиц, схем и т. д. оформляются на русском и английском языках.* Графический материал, помещаемый в статью, представляется отдельно, в печатном и электронном виде. Размер единицы графического материала (таблица, рисунок) не должен превышать 15-20 см, с разрешением не ниже 300 dpi. Электронный вариант должен быть представлен в одном из графических форматов (GIF, PCX, JPEG, BMP, EPS). Разнохарактерные иллюстрации необходимо приводить к единому стилю графического исполнения, соблюдая единообразие их оформления.

5) Обсуждение и заключение. В заключении суммируются результаты осмысления темы, делаются выводы, обобщения и рекомендации, вытекающие из работы, подчеркивается их практическая значимость, а также определяются основные направления для дальнейшего исследования в этой области.

7. **Список использованных источников** (оформляется в соответствии с требованиями ГОСТа Р 7.05-2008). Статья должна содержать не менее 10 и не более 50 ссылок. Желательно, чтобы в статье присутствовали ссылки на современные работы (в том числе и зарубежные), изданные по тематике статьи за последние 5 лет. Рекомендуется избегать необоснованного самоцитирования авторов (доля ссылок на статьи авторов рукописи не должна превышать 30% от общего количества ссылок) и самоцитирования журнала (доля ссылок на статьи из журнала «Доклады АМАН» не должна превышать 30% от общего количества ссылок). Следует указать DOI или адрес доступа в сети Интернет. *Оформляется на русском и английском языках.*

8. **Информация об авторах.** Ф.И.О., организация(и), адрес организации(й) (требуется указать все места работы автора, в которых выполнялись исследования (постоянное место, место выполнения проекта и др.)), должность и ученое звание, ORCID ID, Researcher ID, Scopus ID, электронная почта, телефон, почтовый адрес для отправки авторского экземпляра.

Приводится на русском и английском языках.

9. Вклад соавторов. В конец рукописи необходимо включить примечания, в которых разъясняется фактический вклад каждого соавтора и выполненную работу.

Приводится на русском и английском языках.

Объем научной статьи не должен превышать 20 страниц, а для обзора - 40 страниц формата А4.

Журнал «Доклады АМАН» осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих ее тематике, с целью их экспертной оценки. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи. В случае несогласия автора статьи с замечаниями рецензента его мотивированное заявление рассматривается редакционной коллегией.

Статья, подаваемая к публикации, проходит предварительную проверку на соответствие научному профилю журнала, оригинальности текста и требованиям к оформлению. **Материалы, не соответствующие этим условиям, отклоняются с указанием причин отказа в приеме.**

Политика редакционной коллегии базируется на современных юридических требованиях в отношении клеветы, авторского права, законности и плагиата, поддерживает Кодекс этики научных публикаций, сформулированный Комитетом по этике научных публикаций, и строится с учетом этических норм работы редакторов и издателей, закрепленных в Кодексе поведения и руководящих принципах наилучшей практики для редактора журнала и Кодексе поведения для издателя журнала, разработанных Комитетом по публикационной этике (COPE Best Practice Guidelines for Journal Editors).

«Доклады АМАН» - журнал открытого доступа, то есть все содержание находится в свободном доступе бесплатно для пользователя в соответствии с определением ВОАI открытого доступа. Материалы журнала доступны по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная.

Журнал распространяется по подписке, заявкам высших учебных заведений, учреждений образования и отдельных лиц. Подписной индекс - 18615.

INFORMATION FOR AUTHORS AND READERS OF THE JOURNAL

Scientific Journal «Adyghe International Scientific Journal» (hereinafter also referred to as the Journal) accepts previously unpublished original scientific papers devoted to topical issues in the field of mathematical, natural, technical, social and human sciences. It is not allowed to submit papers that have already been published or sent for publication to other journals. **In case of multiple submission of a manuscript, the published article will be retracted.** Monitoring of unauthorized citation is implemented by means Antiplagiat system.

The Journal gives preference to the articles with potentially high impact factor and/or containing materials about significant achievements in the specified areas of science. Special attention should be paid to the quality of the translation. Preferably it should be made by a native English speaker.

Articles are accepted simultaneously in printed and electronic versions. The printed version should exactly match the electronic version.

For articles that do not contain mathematical formulas, a simple text format (DOC Text) is allowed, without word hyphenation.

The electronic version of the article containing mathematical formulas, tables and simple figures is accepted only in LaTeX format. The article is designed in the style of article, font size – 12 pt, paper size – A4.

When preparing an article for publication in the Journal «Adyghe International Scientific Journal», the following points should be taken into account.

1. It is necessary to indicate the Universal Decimal Classification (UDC) code.
2. **The title of the article** should accurately reflect the content of the article, the subject matter and the results of the research conducted.
The title should be written in Russian and English.
3. **The abstract** (200-250 words) serves as an enhanced title of the article and briefly presents its content. The abstract consists of the following components:
 - 1) Introduction;
 - 2) Materials and methods;
 - 3) Results;
 - 4) Discussion and Conclusion.*The abstract should be written in Russian and English.*
4. **Keywords** (5-10) make the search profile of the scientific article. In this regard, they should reflect the main provisions, achievements, results and terminology of the scientific research.
Keywords should be written in Russian and English.
5. **Acknowledgements.** In this section the author may mention the people who helped them to prepare the article or the organizations that provided financial support. It is considered good style to express gratitude to anonymous reviewers.
Acknowledgements should be written in Russian and English.
6. **The main body** of the article should be written in Russian, in English or in Kabardian.
 - 1) Introduction. It contains formulation of the scientific problem, its relevance, connection with the most important tasks to be solved, the importance for the development of a particular area of science or practical activities.
 - 2) Literature review. It is necessary to describe the main (recent) pieces of research and publications relied upon by the author, modern views on the problem, difficulties in solving the problem as well as to highlight the unresolved issues within the general problem of the article.
 - 3) Materials and methods. This section describes the process of designing the experiment, the methods and equipment used; it gives detailed information about the subject and sequence of the research, justifies the choice of the methods used (observation, survey, testing, experiment, etc.).
 - 4) Results. This is the main section, the purpose of which is to prove the working hypothesis (hypotheses) by analyzing, generalizing and explaining the data. The results should be brief, but

they should sufficient information to evaluate the conclusions drawn. It should also be justified why the particular data were chosen for the analysis. *All titles, signatures and structural elements of graphs, tables, charts, etc., are to be provided in Russian and English.* Graphic material placed in the article is presented separately, in printed and electronic form. The size of a unit of graphic material (table, figure) should not exceed 15-20 cm, with a resolution of at least 300 dpi. The electronic version must be submitted in one of the graphic formats (GIF, PCX, JPEG, BMP, EPS). Diverse illustrations must be brought to a single style of graphic design, observing the uniformity of their design.

5) Discussion and Conclusion. In conclusion, the results of understanding the topic should be summarized, conclusions, generalizations and recommendations arising from the work should be made, their practical significance should be emphasized, and the main directions for further research in the studied area should be identified.

7. **References** should be given in accordance with the requirements of the GOST R 7.05-2008 standard. The article must contain at least 10 and no more than 50 sources. It is desirable that the article contains links to modern works (including foreign ones) published on the subject of the article over the past 5 years. It is recommended to avoid unreasonable self-citation of authors (the share of references to articles of the authors of the manuscript should not exceed 30% of the total number of references) and self-citation of the journal (the share of references to articles from the Journal «Adyghe International Scientific Journal» should not exceed 30% of the total number of references). You must specify the DOI or Internet access address.

References should be written in Russian and English.

8. Information **about the author(s)** includes: the author's first name and last name, the name of the institution and address (it is required to specify all the institutions where the author work and where the research was conducted (permanent place of work, the place where the project was done, etc.)). The author's position and academic title, ORCID, Researcher ID, e-mail, phone number, postal address for sending a personal copy of the Journal issue.

Information about the authors should be written in Russian and English.

9. **Contribution of the authors.** All the end of the manuscript, the authors should include notes that explain the actual contributions of each co-author to the work performed.

Contribution of the authors should be written in Russian and English.

The volume of a scientific article should not exceed 20 pages, and for a review – 40 pages of A4 format.

Adyghe International Scientific Journal reviews all the materials received by the editorial office that correspond to its subject, with the aim of their expert evaluation. All reviewers are recognized experts in the subject of the peer-reviewed materials and have publications on the subject of the peer-reviewed article over the past 3 years. If the author disagrees with the reviewer's comments, their reasoned statement shall be considered by the Editorial Board.

An article submitted for publication undergoes a preliminary check for compliance with the scientific profile of the journal, the originality of the text, and the requirements for formatting. **Materials that do not meet these conditions are rejected, indicating the reasons for refusal to accept.**

The Editorial Board policy is based on modern legal requirements concerning libel, copyright, legality and plagiarism. It complies with the Code of Ethics for Scientific Publications, formulated by the Committee on the Ethics of Scientific Publications, and is implemented taking into account the ethical standards of work of editors and publishers enshrined in the Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editor developed by the Committee on Publication Ethics (COPE Best Practice Guidelines for Journal Editors).

Adyghe International Scientific Journal is an open access journal, which means all content is freely available without charge to the user or his/her institution. Users are allowed to read, download, copy, distribute, print, search, or link to the full texts of the articles, or use them for any other lawful purpose, without asking prior permission from the publisher or the author in accordance with the BOAI definition of open access. All the materials of the Journal are made available under a Creative Commons Attribution 4.0 license.

The journal is distributed on the basis of a subscription, requests of higher education institutions, educational institutions and individuals. The subscription index is 18615.