

УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ И ЧИТАТЕЛИ!

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

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

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 plagiarism, 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 plagiarism. 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), рассыпается 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 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)

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

Лосanova 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)

Дженалиев 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 (Мустафапаша, 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 Магомет 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 Аслангеревич, доктор технических наук, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова, действительный член АМАН (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация)

Ишибирдин 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 Гертрудович, 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)

Хашкуоева Асия Зульчиевна, 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)

Тамахина 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)

Баков 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)

Каноков 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)

Хафицэ 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, 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, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7815-1605> (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation)

Bersirov Batyrbyi Makhmudovich – Deputy Editor-in-Chief, Doctor of Philology, Chief Researcher of the Language Department of the Adygea 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 Muwasharkhan 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 Mishustovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Mathematical Analysis and Methods of Teaching Mathematics, Adygea 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, Geoecology 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-Balkar 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 Adyghe 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 Adyghe 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 o2f 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)

СОДЕРЖАНИЕ

Математика	
Мажгихова М. Г. Обобщенная задача Дирихле для обыкновенного дифференциального уравнения с запаздывающим аргументом с производной Джрбашяна – Нерсесяна	11
Пачулиа Н. Л., Пачулия Н. Н. Оценки φ – сильных средних последовательностей сингулярных интегралов методов суммирования	18
Хуштова Ф. Г. Некоторые формулы дробного интегрирования от одной функции Фокса с четырьмя параметрами	29
Математическое моделирование	
Абазоков М. Б., Багов М. А., Кудаев В. Ч. Компьютерное проектирование больших трубопроводных сетей высокого ранга оптимальности	39
Физика	
Дадашев Р. Х., Джамбулатов Р. С. О методических особенностях и ошибках измерения поверхностного натяжения водных суспензий	57
Филология	
Хуако Ф. Н. Язык как мотив обращенности к родине (на примере адыгов у Кадыра Натхо)	67
Философия	
Тхагапсоев Х. Г. Гендерология в проблемах и перспективах развития этнологической науки	76
Рецензии	
Керимова М. А. Черкесско-российские отношения в контексте института аманства	90
Тхагапсоев Х. Г. Академичный дискурс о проблеме, которая дышит драмой и бунтом	95
Юбиляры	
Шхагапсоев С. Х. Неистовый исследователь природы Кавказа (к 90-летию со дня рождения А. К. Темботова – член-корреспондента РАН, академика АМАН)	100
Информация для авторов и читателей (на рус. яз.)	
Информация для авторов и читателей (на англ. яз.)	112
110	

CONTENTS

Mathematics

Mazhgikhova M. G. Generalized Dirichlet problem for an ordinary delay differential equation with Dzhrbashyan – Nersesyan derivative	11
Pachulia N. L., Pachuliya N. N. Estimates of φ – strong mean sequences of singular integrals of summation methods	18
Khushtova F. G. On some formulas for fractional integration of one Fox function with four parameters	29

Mathematical modeling

Abazakov M. B., Bagov M. A., Kudaev V. Ch. Higher-ranked optimal large pipeline networks design	39
--	----

Physics

Dadashev R. H., Dzhambulatov R. S. On the methodological features and errors of measuring the surface tension of aqueous suspensions	57
---	----

Philology

Khuako F. N. Language as a motivation to the motherland (by the example of the adyges at Kadyr Natkho)	67
---	----

Philosophy

Tkhagapsoev Kh. G. Genderology in the problems and prospects of the development of ethnological science	76
--	----

Reviews

Kerimova M. A. Circassian-Russian relations in the context of institute amanatism	90
Tkhagapsoev Kh. G. An academic discourse about an issue that breathes drama and rebellion	95

Anniversaries

Shkhagapsoev S. Kh. Furious explorer of the nature of the Caucasus (on the 90th anniversary of the birth of A. K. Tembotov – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Academician of the AMAN)	100
---	-----

Information for authors and readers of the Journal (In Russ.)	110
Information for authors and readers of the Journal (In Eng.)	112

ПСАЛЪАЩХЪЭХЭР

Математикэ

Мэжджыхъ М. Гъу. Джрабашян – Нерсесян къутахуэ къытештыклахуэ зыхэт, къыклэрху аргумент зыщыгъу дифференциальнэ зэхуэдэныгъэм папшэ Дирихле и хисэп	11
Пачулиэ Н. Л., Пачулиэ Н. Н. Сингулэрнэ интегралхэм зэхэлъхъа зэрыхъун лэмалхэм къышыгъэлъэгъуа φ – икли лъэшцу икли ику иту щыт зэкэлъыклюэныгъэм я оценкэхэр	18
Хъушт Ф. Гь. Параметрипл зыщыгъу Фокс и зы функцием къытехъукла къутахуэ интегралхэм языныкъуэ формулэхэр	29

Математикэ гъэпсыныгъэ

Абэзокъуэ М. Б., Багъ М. А., Къудей В. Ч. Трубопроводы шхуэхэм я нэхъ къезэгъырабгъу зэпышлэныгъэм и компьютернэ проект	39
---	----

Физикэ

Дадашев Р. Х., Джамбулатов Р. С. Псыкэ суспензие шэшлар къэпшыта зэрыхъуным и лэмал шхъэхэмрэ и щыуагъэхэмрэ теухуауэ	57
---	----

Бзэ щэныгъэ

Хъуакло Ф. Н. Бзэр Хэкум зэрызыхуагъазэм и тегъэшлэлэу зэрыштыр (ща-пхъэ Къадыр Натхо и тхыгъэхэм адыгэхэр къызэрыхэштыр)	67
---	----

Философие

Тхъэгъэпсо Хъ. Гь. Этнологие щэныгъэм и зыужыныгъэм епха луэхугъуэхэм гендерологиер къызэрыхэштыр	76
---	----

Рецензэхэр

Чэрим М. И. Адыгэ-урыйс зэхущтыклэр амэнэт луэхугъуэм ипкъ итклэ	90
--	----

Тхъэгъэпсо Хъ. Гь. Узыгъэдзых эузыгъэплейтей луэхугъуэ гугъухэм теухуауэ зэпсэлъыллэныгъэ	95
---	----

Зи махуэшхуэ дгъэлъаплэхэр

Шхъэгъэпсо С. Хъ. Кавказым и щыуэпсым и къэхутаклуэ емызэштыж (РАН-м и корреспондент, ШЦДАА-м и академик – А. Къ. Тембот ильэс 90-шл зэррикъум ехъэллауэ)	100
---	-----

Тхаклуэхэмрэ еджаклуэхэмрэ папшэ щланхъэр (урсыбыззэклэ)	110
--	-----

Тхаклуэхэмрэ еджаклуэхэмрэ папшэ щланхъэр (англыбыззэклэ)	112
---	-----

МАТЕМАТИКА MATHEMATICS

УДК 517.91

Научная статья

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-11-17>

Обобщенная задача Дирихле для обыкновенного дифференциального уравнения с запаздывающим аргументом с производной Джрбашяна – Нерсесяна

М. Г. Мажгихова

Институт прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН

г. Нальчик, Россия

madina.mazhgihova@yandex.ru

Аннотация. В последние десятилетия заметно возрос интерес к исследованию дифференциальных уравнений, включающих производные дробного порядка. Интерес этот вызван тем, что количество областей науки, в которых используются уравнения, содержащие дробные производные, варьируется от биологии и медицины до теории управления, инженерии, финансов, а также оптики, физики и так далее. В данной работе для линейного обыкновенного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами с запаздывающим аргументом с оператором дробного дифференцирования Джрбашяна – Нерсесяна исследуется обобщенная краевая задача Дирихле. Для исследуемой задачи получено условие однозначной разрешимости. Сформулирована и доказана теорема существования и единственности решения задачи. Решение задачи записано в терминах специальной функции $W_\nu(t)$, которая, в свою очередь, определяется через обобщенную функцию Миттаг – Леффлера (или функция Прабхакара).

Ключевые слова: дифференциальное уравнение дробного порядка, дробная производная, производная Джрбашяна – Нерсесяна, дифференциальное уравнение с запаздывающим аргументом, задача Дирихле, обобщенные краевые условия, обобщенная функция Миттаг – Леффлера

Благодарности: автор выражает благодарность рецензентам за указанные замечания, которые позволили повысить качество статьи.

Для цитирования. Мажгихова М. Г. Обобщенная задача Дирихле для обыкновенного дифференциального уравнения с запаздывающим аргументом с производной Джрбашяна – Нерсесяна // Доклады АМАН. 2022. Т. 22, № 4. С. 11–17.

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-11-17>

© Мажгихова М. Г., 2022



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Generalized Dirichlet problem for an ordinary delay differential equation with Dzhrbashyan – Nersesyan derivative

Madina G. Mazhgikhova

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

Abstract. In recent decades, interest in the study of differential equations involving fractional derivatives has noticeably increased. This interest is due to the fact that the number of fields of science in which equations containing fractional derivatives are used varies from biology and medicine to management theory, engineering, finance, as well as optics, physics and so on. In this paper, the generalized Dirichlet problem is investigated for a linear ordinary delay differential equation with Dzhrbashyan – Nersesyan fractional differentiation operator. A condition for unique solvability is obtained. The existence and uniqueness theorem to the solution is proved. The solution of the problem is written out in terms of the special function $W_\nu(t)$, which is defined in terms of the generalized Mittag – Leffler function (Prabhakar function).

Keywords: fractional differential equation, fractional derivative, Dzhrbashyan–Nersesyan derivative, delay differential equation, Dirichlet problem, generalized boundary conditions, generalized Mittag – Leffler function

Acknowledgments: the author are thankful to the anonymous reviewer for his valuable remakes.

For citation. M. G. Mazhgikhova Generalized Dirichlet problem for an ordinary delay differential equation with Dzhrbashyan – Nersesyan derivative. Adyghe Int. Sci. J. 2022. Vol. 22, No. 4. P. 11–17. DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-11-17>

© Mazhgikhova M. G., 2022

Введение

В работе рассматривается уравнение

$$D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_m\}} u(t) - \lambda u(t) - \mu H(t - \tau) u(t - \tau) = f(t), \quad 0 < t < 1 \quad (1)$$

с дробной производной Джрбашяна – Нерсесяна $D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_m\}}$ [1], λ, μ – произвольные постоянные, τ – фиксированное положительное число, $H(t)$ – функция Хевисайда.

Оператор дробного дифференцирования Джрбашяна – Нерсесяна определяется соотношением

$$D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_m\}} u(t) = D_{0t}^{\gamma_m-1} D_{0t}^{\gamma_{m-1}} \dots D_{0t}^{\gamma_0} u(t), \quad (2)$$

где $\alpha = \sum_{k=0}^m \gamma_k - 1$, $0 < \gamma_k \leq 1$, $\gamma_0 + \gamma_m > 1$, $D_{0t}^{\gamma_i}$ – операторы дробного инегро-дифференцирования Римана – Лиувилля [2].

В случае $\gamma_0 = \alpha - m + 1, \gamma_k = 1 (k = \overline{1, m})$ оператор Джрабашяна – Нерсесяна переходит в дробный оператор Римана – Лиувилля [2, с. 9]

$$D_{0t}^{\{\alpha-m+1, 1, \dots, 1\}} u(t) = D_{0t}^\alpha u(t), \quad m-1 < \alpha \leq m,$$

а при $\gamma_m = \alpha - m + 1, \gamma_k = 1 (k = \overline{0, m-1})$ оператор Джрабашяна – Нерсесяна переходит в производную Герасимова – Капуто (регуляризованная дробная производная) [2, с. 11]:

$$D_{0t}^{\{1, \dots, 1, \alpha-m+1\}} u(t) = \partial_{0t}^\alpha u(t), \quad m-1 < \alpha \leq m,$$

где дробная производная Герасимова – Капуто определяется равенством

$$\partial_{0t}^\alpha u(t) = D_{0t}^{\alpha-m} u^{(m)}(t), \quad m-1 < \alpha \leq m, \quad m \in \mathbb{N}. \quad (3)$$

В последние десятилетия заметно возрос интерес к исследованию дифференциальных уравнений, включающих производные дробного порядка. Интерес этот вызван тем, что количество областей науки, в которых используются уравнения, содержащие дробные производные, варьируется от биологии и медицины до теории управления, инженерии, финансов, а также оптики, физики и так далее.

Впервые решение дифференциального уравнения с дробным оператором было получено в явном виде в работе [3]. Уравнение с композицией дробных операторов было рассмотрено в работе [1], в которой доказана теорема существования и единственности решения задачи Коши.

Последние годы количество работ, посвященных исследованию начальных и краевых задач для уравнений с различными дробными операторами, в том числе с оператором дробного дифференцирования Джрабашяна – Нерсесяна, растет. Отметим некоторые работы, более близкие к теме исследования данной работы.

Однозначная разрешимость начальных задач для линейных уравнений в банаховых пространствах с композицией двух дробных производных исследована в работе [4], [5]. Исследованию начальной задачи для системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с матричным коэффициентом с оператором дробного дифференцирования Джрабашяна – Нерсесяна посвящена работа [6].

Краевая задача для уравнения с постоянными коэффициентами с дробной производной Джрабашяна – Нерсесяна впервые была исследована в работе [7]. Задача Дирихле для уравнения с постоянными коэффициентами с дробной производной Джрабашяна – Нерсесяна исследовалась в работе [8].

В данной работе исследуется уравнение с производной Джрабашяна – Нерсесяна, обобщенное включением в него слагаемого с запаздыванием.

Ранее, решение задачи Дирихле для уравнения с производной Римана – Лиувилля и уравнения с производной Герасимова – Капуто при $1 < \alpha \leq 2$, которые являются частными случаями уравнения (1), были получены в работах [9] и [10]. Здесь, для уравнения с оператором дробного дифференцирования Джрабашяна – Нерсесяна произвольного порядка и с запаздывающим аргументом (1) исследуется обобщенная задача Дирихле.

Постановка задачи. Теорема существования и единственности

Регулярным решением уравнения (1) назовем функцию $u = u(t)$ такую, что $D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_k\}} u(t) \in AC[0, 1]$, $k = \overline{0, m-1}$, и удовлетворяющую уравнению (1) для всех $0 < t < 1$.

В настоящей работе для уравнения (1) исследуется следующая задача:

Задача. Найти регулярное решение уравнения (1), удовлетворяющее краевым условиям

$$\begin{cases} \lim_{t \rightarrow 0} D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_{i-1}\}} u(t) = a_i, & i = \overline{1, p}, \\ \lim_{t \rightarrow 1} D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_{j-1}\}} u(t) = b_j, & j = \overline{1, q}, \end{cases} \quad (4)$$

причем $p, q \geq 1$ такие, что $p + q = m$.

Для таких λ и μ , для которых

$$\Delta = \begin{vmatrix} W_{\rho_p - \rho_0 + 1}(1) & W_{\rho_{p+1} - \rho_0 + 1}(1) & \dots & W_{\rho_{m-1} - \rho_0 + 1}(1) \\ W_{\rho_p - \rho_1 + 1}(1) & W_{\rho_{p+1} - \rho_1 + 1}(1) & \dots & W_{\rho_{m-1} - \rho_1 + 1}(1) \\ \dots & \dots & & \dots \\ W_{\rho_p - \rho_{q-1} + 1}(1) & W_{\rho_{p+1} - \rho_{q-1} + 1}(1) & \dots & W_{\rho_{m-1} - \rho_{q-1} + 1}(1) \end{vmatrix} \neq 0 \quad (5)$$

введем функцию

$$G(t, \xi) = H(t - \xi)W_\alpha(t - \xi) + \frac{1}{\Delta} \sum_{j=1}^q W_{\alpha - \rho_{j-1} + 1}(1 - \xi) \sum_{s=1}^q W_{\rho_{s+p-1}}(t) M_{js} d\xi, \quad (6)$$

где через M_{ij} обозначено алгебраическое дополнение к элементу определителя (5), $\rho_k = \gamma_0 + \dots + \gamma_k$, функция $W_\nu(t)$ определяется рядом

$$W_\nu(t) = W_\nu(t; \tau, \lambda, \mu) \equiv \sum_{s=0}^{\infty} \mu^s (t - s\tau)_+^{\alpha s + \nu - 1} E_{\alpha, \alpha s + \nu}^{s+1}(\lambda(t - s\tau)_+^\alpha), \quad \nu \in \mathbb{R}, \quad (7)$$

где

$$(t - s\tau)^\rho = \begin{cases} (t - s\tau)^\rho, & t > s\tau, \\ 0, & t \leq s\tau, \end{cases}$$

$$E_{\alpha, \beta}^\rho(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(\rho)_k z^k}{\Gamma(\alpha k + \beta) k!} \quad (8)$$

– обобщенная функция Миттаг – Леффлера [11], $(\rho)_k = \Gamma(\rho + k)/\Gamma(\rho)$ – символ Пойгамера.

Для $W_\nu(t)$ справедливы свойства [9]:

1. Начиная с некоторого s выражение $s\tau > t$, поэтому ряд (7) содержит конечное число слагаемых $N = [t/\tau] + 1$.

2. Для функции (7) имеет место формула дробного интегролифференцирования порядка $\alpha \in \mathbb{R}$ и $\nu > 0$:

$$D_{0t}^\alpha W_\nu(t) = W_{\nu-\alpha}(t). \quad (9)$$

3. Функция $W_\nu(t)$ удовлетворяет уравнению:

$$W_\nu(t) = \lambda W_{\nu+\alpha}(t) + \mu W_{\nu+\alpha}(t - \tau) + \frac{t^{\nu-1}}{\Gamma(\nu)}, \quad \nu \in \mathbb{R}. \quad (10)$$

4. Для функции $W_k(t)$ справедливо соотношение

$$W_k^{(i)}(0) = \begin{cases} 0, & k \neq i + 1, \\ 1, & k = i + 1. \end{cases} \quad (11)$$

Справедлива теорема:

Теорема. Пусть для функции $f(t) \in C(0, 1)$ справедливо представление вида

$$f(t) = D_{0t}^{\gamma_m-1}g(t), \quad g(t) \in L(0, 1),$$

и выполнено условие (5). Тогда решение задачи (1), (4) существует, единственno и имеет вид

$$u(t) = \sum_{k=1}^p a_k D_{1\xi}^{\{\gamma_m, \dots, \gamma_k\}} G(t, \xi) \Big|_{\xi=0} - \sum_{k=1}^q b_k D_{1\xi}^{\{\gamma_m, \dots, \gamma_k\}} G(t, \xi) \Big|_{\xi=1} + \int_0^1 f(\xi) G(t, \xi) d\xi. \quad (12)$$

Доказательство.

Докажем, что функция (12) удовлетворяет уравнению (1). Используя представление функции Грина (6) представим решение (12) в виде $u(t) = u_1 + u_2 + u_3$, где

$$\begin{aligned} u_1 &= \sum_{k=1}^p a_k \left[W_{\rho_{k-1}}(t) - \frac{1}{\Delta} \sum_{s=1}^q W_{\rho_{s+p-1}}(t) \sum_{j=1}^q W_{\rho_{k-1}-\rho_{j-1}}(1) M_{js} \right] + \frac{1}{\Delta} \sum_{s=1}^q W_{\rho_{s+p-1}}(t) \sum_{j=1}^q M_{js} b_j, \\ u_2 &= \frac{1}{\Delta} \sum_{s=1}^q W_{\rho_{s+p-1}}(t) \int_0^1 f(\xi) \sum_{j=1}^q M_{js} W_{\alpha-\rho_{j-1}+1}(1-\xi) d\xi, \quad u_3 = \int_0^t f(\xi) W_\alpha(t-\xi) d\xi. \end{aligned}$$

Тогда, учитывая представление функции $W_\nu(t)$ (7), а также ее свойства (9) и (10) получаем, что

$$D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_m\}}[u_1(t) + u_2(t)] = \lambda[u_1(t) + u_2(t)] + \mu[u_1(t) + u_2(t)],$$

и

$$D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_m\}} u_3(t) = D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_m\}} \int_0^t f(\xi) W_\alpha(t-\xi) d\xi.$$

Используя представление функции $f(t) = D_{0t}^{\gamma_m-1}g(t)$, получаем:

$$\begin{aligned} &= D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_m\}} \int_0^t D_{0t}^{\gamma_m-1} g(\xi) W_\alpha(t-\xi) d\xi = D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_m\}} \int_0^t g(\xi) W_{\alpha-\gamma_m+1}(t-\xi) d\xi = \\ &= D_{0t}^{\gamma_m-1} \int_0^t g(\xi) W_{\alpha-\gamma_m-\rho_{m-1}+1}(t-\xi) d\xi = D_{0t}^{\gamma_m-1} \int_0^t g(\xi) W_0(t-\xi) d\xi = \\ &= D_{0t}^1 D_{0t}^{\gamma_m-1} D_{0t}^{-1} \int_0^t g(\xi) W_0(t-\xi) d\xi = D_{0t}^1 D_{0t}^{\gamma_m-1} \int_0^t g(\xi) W_1(t-\xi) d\xi = \\ &= D_{0t}^1 \int_0^t D_{0t}^{\gamma_m-1} g(\xi) W_1(t-\xi) d\xi = D_{0t}^1 \int_0^t f(\xi) W_1(t-\xi) d\xi = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= f(t) + \int_0^t f(\xi) W_0(t - \xi) d\xi = f(t) + \int_0^t f(\xi) [\lambda W_\alpha(t - \xi) + \mu W_\alpha(t - \xi - \tau)] d\xi = \\
&= f(t) + \lambda u_3(t) + \mu u_3(t).
\end{aligned}$$

Покажем теперь справедливость условий (4). Используя свойства функции $W_\nu(t)$ (9) и (11), имеем:

$$D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_{i-1}\}} u(t) \Big|_{t=0} = \sum_{k=0}^{p-1} a_{k+1} \left[W_{\rho_k - \rho_{i-1} + 1}(0) - \frac{1}{\Delta} \sum_{s=1}^q W_{\rho_{s+p-1} - \rho_{i-1} + 1}(0) \sum_{j=1}^q M_{js} W_{\rho_k - \rho_{j-1} + 1}(1) \right].$$

Из свойства (11) имеем, что $W_{\rho_k - \rho_{i-1} + 1}(0) = 1$ при $k = i - 1$ и $W_{\rho_k - \rho_{i-1} + 1}(0) = 0$ при $k \neq i - 1$, откуда следует, что $D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_i\}} u(t) \Big|_{t=0} = a_i$,

$$D_{0t}^{\{\gamma_0, \dots, \gamma_{j-1}\}} u(t) \Big|_{t=1} = \frac{1}{\Delta} \sum_{s=1}^q W_{\rho_{s+p-1} - \rho_{j-1} + 1}(1) \sum_{j=1}^q M_{js} b_j.$$

Используя формулу разложения определителя (5) по столбцам

$$\Delta = \sum_{j=1}^q W_{\rho_{p+s-1} - \rho_{j-1} + 1}(1) M_{js}, \quad s = 1, \dots, q,$$

имеем, что полученное решение (12) удовлетворяет условиям (4).

Список использованных источников

1. Джербашян М. М., Нерсесян А. Б. Дробные производные и задача Коши для дифференциальных уравнений дробного порядка // Изв. Акад. Наук Арм. ССР. 1968. Т. 3. № 1. С. 3–29.
2. Нахушев А. М. Дробное исчисление и его применение. М.: Физматлит, 2003. 272 с.
3. Barrett J. H. Differential equation of non-integer order // Canad. J. Math. 1954. Vol. 6, No. 4. Р. 529–541.
4. Волкова А. Р., Ижбердеева Е. М., Федоров В. Е. Начальные задачи для уравнений с композицией дробных производных. Челяб. физ.-матем. журн. 2021. Т. 6, №. 3. С. 269–277.
5. Fedorov V. E., Plekhanova M. V., Izhberdeeva E. M. Initial Value Problems of Linear Equations with the Dzhrbashyan–Nersesyan Derivative in Banach Spaces. Symmetry. 2021. Vol. 13, No. 6. P. 1058. <https://doi.org/10.3390/sym13061058>
6. Mamchuev M. O. Cauchy problem for a linear system of ordinary differential equations of the fractional order. Mathematics. 2020. Vol. 8, No. 9. P. 1475.
7. Джербашян М. М. Краевая задача для дифференциального оператора дробного порядка типа Штурма-Лиувилля // Изв. АН Армянской ССР. 1970. Т. 5. № 2. С. 71–96.
8. Богатырева Ф. Т. Задача Дирихле для уравнения дробного порядка с постоянными коэффициентами // Челяб. физ.-матем. журн. 2017. Т. 2, №4. С 401–411.
9. Мажсихова М. Г. Задача Дирихле для обыкновенного дифференциального уравнения дробного порядка с запаздывающим аргументом // Дифференц. уравн. 2018. Т. 54, № 2. С. 187–194.
10. Мажсихова М. Г. Краевые задачи для обыкновенного дифференциального уравнения дробного порядка с запаздывающим аргументом // Сиб. электрон. матем. изв. 2018. Т. 15. С. 685–695.

11. *Prabhakar T. R.* A singular integral equation with a generalized Mittag – Leffler function in the kernel // Yokohama Math. J. 1971. Vol. 19. P. 7–15.

Поступила 12.12.2022; одобрена после рецензирования 19.12.2022; принята к публикации 20.12.2022.

Об авторе:

Мажгихова Мадина Гумаровна, младший научный сотрудник Отдела дробного исчисления Института прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН, (360017, Россия, г. Нальчик, ул. Шортанова 89 А), <https://orcid.org/0000-0001-7612-8850>, madina.mazhgihova@yandex.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

1. *M. M. Dzhrbashyan, A. B. Nersesyan* Drobnye proizvodnye i zadacha Koshi dlya differentials'nykh uravneniy drobnogo poryadka [Fractional derivatives and Cauchy problem for differential equations of fractional order] // Izv. Akad. Nauk Arm. SSR. 1968. Vol. 3. № 1. P. 3–29.
2. *A. M. Nakhushev* Drobnoe ischislenie i ego primenenie [Fractional calculus and its application]. M.: Fizmatlit, 2003. 272 p.
3. *J. H. Barrett* Differential equation of non-integer order // Canad. J. Math. 1954. Vol. 6, № 4. P. 529–541.
4. *A. R. Volkova, E. M. Izhberdeeva, V. E. Fedorov* Initial value problems for equations with a composition of fractional derivatives. Chelyabinsk Physical and Mathematical Journal. 2021. Vol. 6, iss. 3. P. 269–277.
5. *V. E. Fedorov, M. V. Plekhanova, E. M. Izhberdeeva* Initial Value Problems of Linear Equations with the Dzhrbashyan–Nersesyan Derivative in Banach Spaces. Symmetry. 2021. Vol. 13, No. 6. P. 1058. <https://doi.org/10.3390/sym13061058>.
6. *M. O. Mamchuev* Cauchy problem for a linear system of ordinary differential equations of the fractional order. Mathematics. 2020. Vol. 8, No. 9. P. 1475.
7. *M. M. Dzhrbashyan* Kraevaya zadacha dlya differentials'nogo operatora drobnogo poryadka tipa Shturma-Liuvillya [Boundary value problem for a Sturm-Liouville type differential operator of fractional order] // Izv. Akad. Nauk Arm. SSR. 1970. Vol. 5. No. 2. P. 71–96.
8. *F. T. Bogatyreva* Dirichlet problem for fractional differential equation with constant coefficients // Chelyabinsk Physical and Mathematical Journal. 2017. Vol. 2, iss. 4. P. 401–411.
9. *M. G. Mazhgikhova* Dirichlet problem for a fractional-order ordinary differential equation with retarded argument // Differential Equations. 2018. Vol. 54. iss. 2. P. 185–192.
10. *M. G. Mazhgikhova* Boundary value problems for a linear ordinary differential equation of fractional order with delay // Siberian Electronic Mathematical Reports. 2018. Vol. 15. P. 685–695.
11. *T. R. Prabhakar* A singular integral equation with a generalized Mittag – Leffler function in the kernel // Yokohama Math. J. 1971. Vol. 19. P. 7–15.

Submitted 12.12.2022; approved after reviewing 19.12.2022; accepted for publication 20.12.2022.

About the author:

Мажгихова Мадина Гумаровна, Junior Researcher of Department of Fractional Calculus, Institute of Applied Mathematics and Automation of KBSC RAS, (360017, 89 A Shortanova St., Nalchik, Russia), <https://orcid.org/0000-0001-7612-8850>, madina.mazhgihova@yandex.ru

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

УДК 517.5

Научная статья

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-18-28>

Оценки φ – сильных средних последовательностей сингулярных интегралов методов суммирования

Н. Л. Пачулиа, Н. Н. Пачулия

Абхазский государственный университет, г. Сухум, Абхазия

niaz-pachulia@rambler.ru

Аннотация. В работе найдены достаточные условия, которым должно удовлетворять ядро, чтобы сингулярный интеграл φ – сильно суммировался регулярными методами.

Ключевые слова: сингулярный интеграл, суммирование, сильное суммирование, методы суммирования

Благодарности: авторы выражают благодарность рецензентам за указанные замечания, которые позволили повысить качество статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования. Пачулиа Н. Л., Пачулия Н. Н. Оценки φ – сильных средних последовательностей сингулярных интегралов методов суммирования // Доклады АМАН. 2022. Т. 22, № 4. С. 18–28. DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-18-28>

© Пачулиа Н. Л.,
Пачулия Н. Н., 2022

MSC 32A10; 32A37

Original article

Estimates of φ – strong mean sequences of singular integrals of summation methods

Niazbey L. Pachulia, Natalia N. Pachuliya

Abkhazian State University, Sukhum, Republic of Abkhazia

niaz-pachulia@rambler.ru

Abstract. Sufficient conditions are found in the work that the kernel satisfies for the singular integral φ – to be strongly summable by regular methods.

Keywords: singular integral, summation, strong summation, summation methods

Acknowledgments: the authors are thankful to the anonymous reviewer for his valuable remakes.

The authors declare no conflict of interest.



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

For citation. N. L. Pachulia, N. N. Pachuliya Estimates of φ – strong mean sequences of singular integrals of summation methods. Adyghe Int. Sci. J. 2022. Vol. 22, No. 4. P. 18–28.
DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-18-28>

© Pachulia N. L.,
Pachuliya N. N., 2022

Сильными средними положительного метода суммирования рядов $\lambda = (\lambda_{k,n})$ последовательности сингулярных интегралов

$$f_n(x) = \int_a^b f(t) \phi_n(t, x) \alpha(t) dt, \quad (1)$$

назовем величины

$$\sum_{k=0}^{\infty} \lambda_{k,n} \varphi(|f_k(x) - f(x)|),$$

где $f \in L_{1,\alpha}[a, b]$, $\phi_n(t, x)$ – суммируемая функция на сегменте $[a, b]$, при любом фиксированном $x \in (a, b)$, $\alpha(t)$ – неотрицательный вес, а ϕ – непрерывная положительная функция на $[0, \infty)$ такая что $\varphi(0) = 0$.

Пусть $x \in (c, d) \subset (a, b)$ и функция $\phi_n(t, x)$ обладает следующими свойствами:

$$\int_a^b \phi_n(t, x) \alpha(t) dt = 1, \quad \forall n \in N_0 = \{0, 1, \dots\}, \quad (2)$$

для некоторой окрестности точки $I_n = (x - \frac{1}{n}, x + \frac{1}{n}) \subset (c, d)$ и $I = [c, d] \setminus I_n$

$$|\phi_n(t, x)| \leq A(n+1), \quad \forall t \in I_n \quad (3)$$

$$|\phi_n(t, x)| \leq \frac{A}{|t-x|}, \quad t \neq x, t \in [c, d], \quad (4)$$

$$\left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \left| \int_I f(t) \phi_k(t, x) \alpha(t) dt \right|^q \right\}^{\frac{1}{q}} \leq A \left\{ \int_I \left| \frac{f(t)}{t-x} \right|^p dt \right\}^{\frac{1}{p}} \quad (5)$$

$p \in (1, 2]$, $q = \frac{p}{p-1}$, $f \in L_{p,\alpha}[c, d]$, если $f \in L_{2,\alpha}(T)$, $T = [a, b] \setminus [c, d]$, то $I = T$ и $p = q = 2$.

Ядро сингулярного интеграла, удовлетворяющее условиям (2)–(5) будем называть ядром типа Дирихле. Здесь и в дальнейшем $A > 0$ число, не зависящее от параметра n , возможно не одно и то же в различных местах текста.

К интегралу вида (1) сводятся частные суммы порядка n ряда Фурье функции по ортонормированным системам. Сходимость или расходимость сингулярных интегралов $f_n(x)$ к числу $f(x)$ зависит от поведения функции $\phi_n(t, x)$. Функцию $\phi_n(t, x)$ называют ядром системы. Ядра многих ортонормированных систем обладают свойствами (2)–(5), т.е. являются ядрами типа Дирихле. Например, если дана ортонормированная на сегменте $[a, b]$ система алгебраических многочленов $p_n(x)$, которая равномерно ограничена

в некоторой окрестности I_0 точки x . Тогда ядро системы

$$\phi_n(t, x) = \sum_{k=0}^n p_n(x) p_n(t)$$

удовлетворяет условию (3) на основании равенства Кристоффеля-Дарбу [1],

$$\phi_n(t, x) = \frac{\alpha_n}{\alpha_{n+1}} \frac{p_{n+1}(t) p_n(x) - p_n(t) p_{n+1}(x)}{t - x}, \quad (6)$$

где α_n — старший коэффициент многочлена $p_n(t)$.

Тогда $\phi_n(t, x)$ ввиду $\left| \frac{\alpha_n}{\alpha_{n+1}} \right| \leq M$ удовлетворяет условию (4).

Если вес ортогональности α системы ограничен на $[c, d]$ и на этом множестве функция f суммируема со степенем $p \in (1, 2]$, на $I = [a, b] \setminus [c, d]$ суммируема с квадратом, то учитывая соотношение (4) и, полагая при этом,

$$F(t) = \begin{cases} \frac{f(t)}{t-x}, & t \in [c, d], \\ 0, & t \in [a, b] \setminus [c, d], \end{cases}$$

получим

$$\left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \left| \int_I f(t) \phi_n(t, x) \alpha(t) dt \right|^q \right\}^{\frac{1}{q}} \leq A \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \left| \int_a^b F(t) p_n(t) \alpha(t) dt \right|^q \right\}^{\frac{1}{q}},$$

и на основании неравенства Рисса [2] правая часть предыдущего неравенства не превосходит величину

$$A \left\{ \int_a^b |F(t)|^p dt \right\}^{\frac{1}{p}} = A \left\{ \int_I |F(t)|^p dt \right\}^{\frac{1}{p}}.$$

Отсюда следует, что ядро этой системы имеет тип Дирихле.

На некотором интервале $I_0 \subset (c, d)$ вес α ограничен, например, для многочленов Якоби $\alpha(t) = (1-x)^\alpha (1+x)^\beta$, $\alpha > -1, \beta > -1$. К таким системам относятся многочлены Чебышева первого рода $\alpha = \beta = -\frac{1}{2}$, второго рода $\alpha = \beta = \frac{1}{2}$, многочлены Лежандра $\alpha = \beta = 0$, а также тригонометрическая система функций и др.

Целью работы является изучение свойств сильных средних уклонений функции сингулярными интегралами (1) общих методов суммирования в ее точках Лебега.

Пусть (n_j) некоторая возрастающая последовательность натуральных чисел [3]

$$1 + \mu^{-1} \leq \frac{n_{j+1}}{n_j} \leq \mu, \mu > 1. \quad (7)$$

Множество таких последовательностей обозначим $\Delta(\mu)$

Пусть $(n_j) \in \Delta(\mu)$. Тогда, так как

$$\frac{1}{\mu} \leq \frac{n_{j+1} - n_j}{n_j} \leq \mu - 1 \quad (8)$$

найдутся положительные числа A_1, A_2 такие, что

$$A_1 \ln \frac{n_{j+1} - n_j}{r} e \leq \ln \frac{n_j e}{r} \leq A_2 \ln \frac{n_{j+1} - n_j}{r} e, \quad (9)$$

где $\forall j \in N = \{1, 2, \dots\}$.

Пусть $B \subset [n_j, n_{j+1} - 1] \cap N, r = |B|$ — мощность множества B и

$$h_{n_j, B}^{(q)}(f, x) = \left\{ \frac{1}{r} \sum_{k \in B} |f_k(x) - f(x)|^q \right\}^{\frac{1}{q}} \quad (10)$$

являются степенными, сильными средними, с пропусками уклонений $f_k(x) - f(x)$.

Очевидно, что если B состоит из одного элемента $k \in [n_j, n_{j+1}]$, то

$$h_{n_j, B}^{(q)}(f, x) = |f_k(x) - f(x)|.$$

Если же $B = [n_j, n_{j+1} - 1] \cap N$ и $\beta_{n_j} = n_{j+1} - n_j$,

$$h_{n_j, B}^{(q)}(f, x) = \left\{ \frac{1}{\beta_{n_j}} \sum_{k \in B} |f_k(x) - f(x)|^q \right\}^{\frac{1}{q}}$$

получаем среднее уклонение $f_k(x) - f(x)$, типа Валле-Пуссена.

Пусть функция $f \in L_{p, \alpha}[I_n]$, $I_n \subset (c, d)$, $p \geq 1$. Точку $x \in I_n$ называют p -точкой Лебега функции f , если

$$\lim_{|I| \rightarrow 0} \frac{1}{|I|} \int_I |f(t) - f(x)|^p \alpha(t) dt = 0, \quad (11)$$

где $|I|$ — длина интервала с центром в точке x .

Теорема 1. Пусть функция $f \in L_{p, \alpha}[I] \cap L_{2, \alpha}[T]$, $[c, d] = I$, $p > 1$, $T = [a, b] \setminus I$, $B \subset [n_j, n_{j+1} - 1] \cap N, r = |B|$ — мощность множества B , функция $\phi_n(t, x)$ — ядро типа Дирихле. Если $x \in (c, d)$ является p -точкой Лебега функции f , последовательность $(n_j) \in \Delta(\mu)$, то равномерно относительно B выполняется равенство

$$\lim_{j \rightarrow \infty} h_{n_j, B}^{(q)}(f, x) \left(\ln \frac{\beta_{n_j} e}{r} \right)^{-1} = 0. \quad (12)$$

Доказательство. Допустим, что $p \in (1, 2]$. Положим $q = \frac{p}{p-1}$. На основании равенств (1)–(2) получим

$$f_k(x) - f(x) = \int_a^b [f(t) - f(x)] \phi_k(t, x) \alpha(t) dt.$$

Пусть $\tau \in f\{c-a, b-d\} > 0$. На основании условия (7) имеем: для любого $\varepsilon > 0$, существует $\delta \in (0, \tau]$, когда $|I| \leq \delta$, выполняется неравенство

$$\left\{ \frac{1}{|I|} \int_I |f(t) - f(x)|^p \alpha(t) dt \right\}^{\frac{1}{p}} < \varepsilon. \quad (13)$$

Пусть

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= \left\{ t : |t - x| \leq \frac{1}{\beta_{n_j}} \right\}, \quad \gamma_2 = \left\{ t : \frac{1}{\beta_{n_j}} \leq |t - x| \leq \frac{1}{r} \right\}, \\ \gamma_3 &= \left\{ t : \frac{1}{r} \leq |t - x| \leq \delta \right\}, \quad \gamma_4 = \{t : [c, x - \delta] \cup [x + \delta, d]\}, \\ \gamma_5 &= \{t : [a, c] \cup [d, b]\}.\end{aligned}$$

Тогда

$$[a, b] = \bigcup_{j=1}^5 \gamma_j.$$

Используя неравенство Минковского, получаем

$$h_{n_j, B}^{(q)}(f, x) \leq \sum_{j=1}^5 \left\{ \frac{1}{r} \sum_{k \in B} \left| \int_{\gamma_j} [f(t) - f(x)] \phi_k(t, x) \alpha(t) dt \right|^q \right\}^{\frac{1}{q}} = \sum_{j=1}^5 \Delta_j^{(q)}(f, x).$$

В силу неравенств (3) и (8) получим

$$\begin{aligned}\Delta_1^{(q)}(f, x) &\leq \left\{ \frac{1}{r} \sum_{k \in B} \left| \int_{\gamma_j} |f(t) - f(x)| \phi_k(t, x) |\alpha(t)| dt \right|^q \right\}^{\frac{1}{q}} \leq \\ &\leq A n_j \int_{\gamma_1} |f(t) - f(x)| \alpha(t) dt < A \varepsilon.\end{aligned}$$

Применяя сначала неравенство (4), а затем, произведя замену переменной имеем

$$\begin{aligned}\Delta_2^{(q)}(f, x) &\leq \left\{ \frac{1}{r} \sum_{k \in B} \left| \int_{\gamma_2} |[f(t) - f(x)] \phi_k(t, x)| |\alpha(t)| dt \right|^q \right\}^{\frac{1}{q}} \leq \\ &\leq A \left\{ \frac{1}{r} \sum_{k \in B} \left| \int_{\gamma_2} |[f(t) - f(x)] \frac{1}{t-x}(t, x)| |\alpha(t)| dt \right|^q \right\}^{\frac{1}{q}} = \\ &= A \left| \int_{\gamma_2} |[f(t) - f(x)] \frac{1}{t-x}(t, x)| |\alpha(t)| dt \right| < A(\mu_1 + \mu_2),\end{aligned}$$

где

$$\mu_1 = \left| \int_{\frac{1}{\beta_{n_j}}}^{\frac{1}{r}} |f(x+t) - f(x)| \frac{1}{t} \alpha(x+t) dt \right|;$$

$$\mu_2 = \left| \int_{x - \frac{1}{\beta_{n_j}}}^{x - \frac{1}{r}} |f(t) - f(x)| \frac{1}{t-x} |\alpha(t)| dt \right|.$$

Интегрируя по частям, в силу (9) будем иметь

$$\begin{aligned} \mu_j &\leq r \int_0^{\frac{1}{r}} |f(x+t) - f(x)| |\alpha(x+t)| dt + \\ &+ \left\{ \int_{\frac{1}{\beta_{n_j}}}^{\frac{1}{r}} \frac{1}{t^2} \int_{\frac{1}{\beta_{n_j}}}^t |f(x+u) - f(x)| |\alpha(x+u)| du dt \right\} \leq \\ &\leq A\varepsilon \left\{ 1 + \int_{\frac{1}{\beta_{n_j}}}^{\frac{1}{r}} t^{-1} dt \right\} \leq A\varepsilon \ln \frac{\beta_{n_j} e}{r}. \end{aligned}$$

Аналогично $\mu_2 \leq A\varepsilon \ln \frac{\beta_{n_j} e}{r}$, следовательно $\Delta_2(f, x) \leq A\varepsilon \ln \frac{\beta_{n_j} e}{r}$.

Пусть функция F определена следующим образом

$$F_x(t) = \begin{cases} \frac{f(t) - f(x)}{t-x}, & t \in \gamma_3, \\ 0, & t \in [a, b] \setminus \gamma_3. \end{cases}$$

Тогда используя неравенство (3) получим

$$\begin{aligned} \Delta_3^{(q)}(f, x) &\leq \left\{ \frac{1}{r} \sum_{k \in B} \left| \int_{\gamma_3} [f(t) - f(x)] \phi_n(t, x) |\alpha(t)| dt \right|^q \right\}^{\frac{1}{q}} \leq \\ &\leq Ar^{-\frac{1}{q}} \left\{ \int_{\gamma_3} \left| \frac{f(t) - f(x)}{t-x} \right|^p |\alpha(t)| dt \right\}^{\frac{1}{p}}. \end{aligned}$$

Так как

$$\begin{aligned} &\left\{ \int_{\gamma_3} \left| \frac{f(t) - f(x)}{t-x} \right|^p |\alpha(t)| dt \right\}^{\frac{1}{p}} \leq \\ &\leq \left\{ \int_{x+\frac{1}{r}}^{x+\delta} \left| \frac{f(t) - f(x)}{t-x} \right|^p |\alpha(t)| dt \right\}^{\frac{1}{p}} + \left\{ \int_{x-\delta}^{x-\frac{1}{r}} \left| \frac{f(t) - f(x)}{t-x} \right|^p |\alpha(t)| dt \right\}^{\frac{1}{p}} = \beta_1 + \beta_2, \end{aligned}$$

интегрируя по частям, в силу (13)

$$\beta_1 = \left\{ \int_{\frac{1}{r}}^{\delta} \left| \frac{f(x+t) - f(x)}{t} \right|^p |\alpha(x+t)| dt \right\}^{\frac{1}{p}} =$$

$$\begin{aligned}
&= \left[\delta^{-p} \int_{\frac{1}{r}}^{\delta} |f(x+t) - f(x)|^p \alpha(t) dt + \int_{\frac{1}{r}}^{\delta} t^{-p-1} \int_{\frac{1}{r}}^t |f(x+t) - f(x)|^p \alpha(t) dt \right]^{\frac{1}{p}} \leq \\
&\leq \varepsilon \left\{ \delta^{-p+1} + p \int_{\frac{1}{r}}^{\delta} t^{-p} dt \right\}^{\frac{1}{p}} < A\varepsilon r^{\frac{1}{q}}.
\end{aligned}$$

Аналогично $\beta_2 \leq A\varepsilon r^{\frac{1}{q}}$. Отсюда следует

$$\Delta_3^{(q)}(f, x) \leq A\varepsilon.$$

Используя неравенство (5), при $q = 2$

$$\left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \left| \int_{\gamma_5} [f(t) - f(x)] \phi_k(t, x) \alpha(t) dt \right|^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \leq A \left\{ \int_{\gamma_5} \left| \frac{f(t) - f(x)}{t - x} \right|^2 \alpha(t) dt \right\}^{\frac{1}{2}} < \infty.$$

Отсюда следует стремление к нулю общего члена ряда в левой части предыдущего соотношения. Следовательно

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \Delta_5^{(q)}(f, x) = 0.$$

Используя соотношение (3), $I = \gamma_4$ получаем

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \Delta_4^{(q)}(f, x) = 0.$$

Таким образом, при $q = \frac{p}{p-1}$ теорема 1 доказана. Если $q \in \left(0, \frac{p}{p-1}\right)$, то соотношение (8) следует из доказанной части теоремы 1, так как степенные сильные средние не убывают относительно степени. А если $q \in \left(\frac{p}{p-1}, \infty\right)$ то, найдя p_1 сопряженное с q , заметим, что условия теоремы 1 выполняются для данного числа и по доказанной части, следует теорема 1. Пусть

$$\varepsilon_n^{(q)}(f, x) = \sup_{\frac{\tau \geq n}{B}} \frac{h_{\tau, B}^{(q)}(f, x)}{\ln \frac{\tau e}{r}}, \quad \varepsilon_n(f, x) = \varepsilon_n^1(f, x).$$

Отметим, что последовательность $\varepsilon_n(f, x)$ в условиях теоремы 1, ограничена и убывая стремится к нулю.

Пусть непрерывная на $[0, \infty)$ функция φ , возрастая стремится к ∞ , когда $u \rightarrow \infty$, причем $\varphi(0) = 0$, $\varphi(u) > 0$, $u > 0$. Множество функций, обладающих указанными свойствами, обозначим через ϕ . Пусть ϕ_1 подмножество множества ϕ , элементы которого обладают дополнительными свойствами

$$\varphi(2u) \leq a\varphi(u), \quad u \in [0, \sigma], \quad (14)$$

$$\ln \varphi(u) = 0(u), \quad u \rightarrow \infty. \quad (15)$$

Теорема 2. Пусть функция $f \in L_{p,\alpha}[I] \cap L_{2,\alpha}[T]$, $[c, d] = I$, $T = [a, b] \setminus I$, функция α ограничена на I , $p \in (1, 2]$ и ядро сингулярного интеграла $\phi_n(t, x)$ – является типа Дирихле. Если $x \in (c, d)$ является p -точкой Лебега функции f , $\varphi \in \phi_1$, а последовательность $(n_j) \in \Delta(\mu)$, то

$$\begin{aligned} H_{n_j}(f, \varphi, x) &= \\ &= \frac{1}{\beta_{n_j}} \sum_{k=n_j}^{n_{j+1}-1} \varphi(|f_k(x) - f(x)|) \leq A\varphi(\varepsilon_{n_j}(f, x)). \end{aligned} \quad (16)$$

Доказательство. Если $\varepsilon_{n_j}(f, x) = 0$, то $f_k(x) - f(x) = 0, \forall k \geq n_j$. Тогда неравенство (16) очевидно. Пусть $\varepsilon_{n_j}(f, x) > 0$ и $\nu \in N$,

$$\begin{aligned} \{k \in [n_j, n_{j+1} - 1] \cap N : (\nu - 1)\varepsilon_{n_j}(f, x) \leq |\rho_k(f, x)| < \nu\varepsilon_{n_j}(f, x)\} &= \\ = B_\nu, \quad \rho_k(f, x) &= f_k(x) - f(x), \\ \gamma_\nu = \begin{cases} 1, & B_\nu \neq 0, \\ 0, & B_\nu = 0. \end{cases} \end{aligned} \quad (17)$$

Группируя слагаемые в пачки, из соотношения (17) будем иметь

$$\begin{aligned} H_n(f, \varphi, x) &= \frac{1}{\beta_{n_j}} \sum_{\nu=1}^{\infty} \gamma_\nu \sum_{k \in B_\nu} \varphi(|f_k(x) - f(x)|) \leq \\ &\leq \frac{1}{\beta_{n_j}} \sum_{\nu=1}^{\infty} \varphi(\nu\varepsilon_{n_j}(f, x)) |B_\nu|. \end{aligned} \quad (18)$$

На основании определения величин $\varepsilon_{n_j}(f, x)$, считая $B = B_\nu$, получим

$$(\nu - 1)\varepsilon_{n_j}(f, x) \leq \left\{ \frac{1}{r} \sum_{k \in B_\nu} |f_k(x) - f(x)|^q \right\}^{\frac{1}{q}} \leq A\varepsilon_{n_j}(f, x) \ln \frac{\beta_{n_j}}{r} e.$$

Следовательно

$$r \leq \beta_{n_j} \exp(1 - \beta\nu). \quad (19)$$

На основании соотношений (18)–(19) имеем

$$H_{n_j}(f, \varphi, x) \leq A \left(\varphi(\varepsilon_{n_j}(f, x)) + \sum_{\nu=2}^{\infty} \varphi(\nu\varepsilon_{n_j}(f, x)) \exp(-\beta\nu) \right). \quad (20)$$

В работе [4] доказано утверждение, если $\varphi \in \phi_1$, то существует число $\sigma \in (0, 1)$ такое что $\forall u \in [0, \sigma]$

$$\sum_{\nu=1}^{\infty} \varphi(\nu u) \exp(-\beta\nu) \leq A\varphi(u). \quad (21)$$

Так как

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \varepsilon_{n_j}(f, x) = 0,$$

то существует число $j_0 \in \mathbb{N}$, что при $j \geq j_0$ $\varepsilon_{n_j}(f, x) \leq \sigma$. Полагая $u = \varepsilon_{n_j}(f, x)$ из (21) следует (12). Если же $j \leq j_0$ соотношение (12) получается за счет постоянного числа A. Теорема 2 доказана.

Пусть $(n_j) \in \Delta(\mu)$ и последовательность (λ_k) положительных чисел удовлетворяет неравенству

$$\left\{ \frac{1}{\beta_{n_j}} \sum_{k=n_j}^{n_{j+1}-1} (\lambda_k)^\sigma \right\}^{\frac{1}{\sigma}} \leq \frac{A}{\beta_{n_j}} \sum_{k=n_{j-1}}^{n_j-1} \lambda_k, \forall j, \sigma > 1. \quad (22)$$

Множество последовательностей чисел удовлетворяющих соотношению (22) обозначим $\Lambda_{\sigma, \mu}$.

Теорема 3. Пусть функция $f \in L_{p, \alpha}[I] \cap L_{2, \alpha}[T]$, функция α на I ограничена, $p > 1$, функция $\phi_n(t, x)$ ядро типа Дирихле. Если $x \in (c, d)$ является p -точкой Лебега функции f , $\varphi \in \phi_1$, а последовательность $(\lambda_k) \in \Lambda_{\sigma, \eta}$ то

$$\sum_{k=n_j}^{n_{j+1}-1} \lambda_k \varphi(|f_k(x) - f(x)|) \leq A \sum_{k=n_j}^{n_{j+1}-1} \lambda_k \varphi(\varepsilon_k(f, x)). \quad (23)$$

Доказательство. Применяя неравенство Гельдера, имеем

$$\begin{aligned} & \sum_{k=n_j}^{n_{j+1}-1} \lambda_k \varphi(|f_k(x) - f(x)|) \leq \\ & \leq \left\{ \sum_{k=n_j}^{n_{j+1}-1} (\varphi(|f_k(x) - f(x)|))^{\sigma_1} \right\}^{\frac{1}{\sigma_1}} \left\{ \frac{1}{\beta_{n_j}} \sum_{k=n_j}^{n_{j+1}-1} (\lambda_k)^\sigma \right\}^{\frac{1}{\sigma}}. \end{aligned}$$

Так как функции φ и φ^{σ_1} принадлежат множеству ϕ_1 , в силу теоремы 2 и соотношения (6), получим

$$\begin{aligned} & \sum_{k=n_j}^{n_{j+1}-1} \lambda_k \varphi(|f_k(x) - f(x)|) \leq \\ & \leq A \varphi(\varepsilon_{n_j}(f, x)) \beta_{n_j} \sum_{k=n_{j-1}}^{n_j-1} \lambda_k \leq A \sum_{k=n_{j-1}}^{n_j-1} \lambda_k \varphi(\varepsilon_k(f, x)). \end{aligned}$$

Теорема 4. Пусть функция $f \in L_{p, \alpha}[I] \cap L_{2, \alpha}[T]$, функция α на I ограничена, $p > 1$, функция $\phi_n(t, x)$ ядро типа Дирихле. Если $x \in (c, d)$ является p -точкой Лебега функции f , $\varphi \in \phi_1$, последовательность $(n_j) \in \Delta(\mu)$, а $(\lambda_k) \in \Lambda_{\sigma, \mu}$, то

$$\sum_{k=n_{j-1}}^{\infty} \lambda_k \varphi(|f_k(x) - f(x)|) \leq A \sum_{k=n_{j-1}}^{\infty} \lambda_k \varphi(\varepsilon_k(f, x)).$$

Вообще

$$\sum_{k=0}^{\infty} \lambda_k \varphi(|f_k(x) - f(x)|) \leq A \sum_{k=0}^{\infty} \lambda_k \varphi(\varepsilon_k(f, x)).$$

Доказательство. Представляя слагаемые ряда в пачки и, используя теорему 3, получим

$$\begin{aligned} \sum_{k=n_j}^{\infty} \lambda_k \varphi(|f_k(x) - f(x)|) &= \sum_{\mu=j}^{\infty} \sum_{k=n_\mu}^{n_{\mu+1}-1} \lambda_k \varphi(\varepsilon_k(f, x)) \leq \\ &\leq A \sum_{\mu=j}^{\infty} \sum_{k=n_{\mu-1}}^{n_\mu-1} \lambda_k \varphi(\varepsilon_k(f, x)) = A \sum_{k=n_{j-1}}^{\infty} \lambda_k \varphi(\varepsilon_k(f, x)). \end{aligned}$$

Второе утверждение теоремы следует из первого за счет увеличения числа A. Пусть дана положительная матрица $(\lambda_{k,n})$ – определяющая регулярный метод суммирования рядов. Из теоремы 4 получим

Теорема 5. Пусть функция $f \in L_{p,\alpha}[I] \cap L_{2,\alpha}[I]$, функция α на I ограничена, $p \geq 1$, функция $\phi_n(t, x)$ является ядром типа Дирихле. Если $x \in (c, d)$ является p -точкой Лебега функции f , $\varphi \in \phi_1$, последовательность $(n_j) \in \Delta(\mu)$ и $(\lambda_{k,n}) \in \Lambda_{\sigma,\mu}$, $n \in N_0$ то

$$\sum_{k=0}^{\infty} \lambda_{k,n} \varphi(|f_k(x) - f(x)|) \leq A \sum_{k=0}^{\infty} \lambda_{k,n} \varphi(\varepsilon_k(f, x)).$$

На основании теоремы 5, в силу регулярности метода суммирования, определяемая матрицей $(\lambda_{k,n})$, так как

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \varphi(\varepsilon_n(f, x)) = 0,$$

следует

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^{\infty} \lambda_{k,n} \varphi(|f_k(x) - f(x)|) = 0,$$

в частности,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n+1} \sum_{k=0}^n \varphi(|f_k(x) - f(x)|) = 0.$$

Отметим, что некоторые результаты в более частном виде были анонсированы в работе [5].

Список использованных источников

- Алексич Г. Проблемы сходимости ортогональных рядов. Издательство: М.: Иностранная литература. 1963. 360 с.
- Бари Н. К. Тригонометрические ряды. Москва, изд-во: Госиздат физмат литературы, 1961. 936 с.
- Пачулиа Н. Л. Экстремальные задачи теории сильного суммирования рядов Фурье. Сухум. АГУ. 2017. 204 с.
- Totik V. Notes of Fourier series. Strong approximation. J. approximation theory. 1985. V. 45. P. 105–111.
- Пачулиа Н. Л., Пачулия Н. Н. О поведении сильных средних методов суммирования уклонений функции сингулярными интегралами // Сб. трудов Абхазский Госуниверситет 90. Юбилейное научное издание. Москва. 2022. С. 42–46.

Поступила 21.11.2022; одобрена после рецензирования 27.11.2022; принята к публикации 08.12.2022.

Об авторах:

Пачулиа Ниазбей Лукич, доктор физико-математических наук, профессор, академик АН Абхазии, декан физико-математического факультета Абхазского государственного университета (Республика Абхазия, г. Сухум, ул. Университетская 1), <http://www.mathnet.ru/rus/person32205>, <https://mathscinet.ams.org/mathscinet/MRAuthorID/193066>, niaz-pachulia@rambler.ru

Пачулия Наталья Ниазбеевна, старший преподаватель кафедры прикладной математики и информатики Абхазского государственного университета (Республика Абхазия, г. Сухум, ул. Университетская 1), n_pachulia@inbox.ru.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. G. Alexits Convergence Problems of orthogonal series. Publisher: M.: Foreign Literature. 1963. 360 p.
2. N. K. Bari Trigonometriceskie ryady [Trigonometric series]. Moscow, publishing house: Gosizdat fizmat literature, 1961. 936 p.
3. N. L. Pachulia Ekstremal'nye zadachi teorij sil'nogo summirovaniya ryadov Fur'e [Extremal problems of strong summation theories of Fourier series]. Sukhum. ASU. 2017. 204 p.
4. V. Totik Notes of Fourier series. Strong approximation. J. approximation theory. 1985. V. 45. P. 105–111.
5. N. L. Pachulia, N. N. Pachuliya O povedenii sil'nyh srednih metodov summirovaniya uklonenij funkciij singulyarnymi integralami [On the behavior of strong mean methods for summation of function deviations by singular integrals]. Sb. trudov Abhazskij Gosuniversitet 90. Yubilejnoe nauchnoe izdanie. Moscow. 2022. P. 42–46.

Submitted 21.11.2022; approved after reviewing 27.11.2022; accepted for publication 08.12.2022.

About the authors:

Niazbey Lukich Pachulia, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of the Academy of Sciences Abkhazia, Dean of the Faculty of Physics and Mathematics of the Abkhazian State University (Republic of Abkhazia, Sukhum, Universitetskaya st. 1), <http://www.mathnet.ru/rus/person32205>, <https://mathscinet.ams.org/mathscinet/MRAuthorID/193066>, niaz-pachulia@rambler.ru

Natalia Niazbeevna Pachulia, Senior Lecturer, Department of Applied Mathematics and Informatics of the Abkhazian State University (Republic of Abkhazia, Sukhum, Universitetskaya st. 1), n_pachulia@inbox.ru.

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

УДК 517.58

Научная статья

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-29-38>

Некоторые формулы дробного интегрирования от одной функции Фокса с четырьмя параметрами

Ф. Г. Хуштова

Институт прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН

г. Нальчик, Россия

khushtova@yandex.ru

Аннотация. Решения многих задач математической физики, техники и экономики выражаются через так называемые специальные функции. В теории специальных функций важное место занимают функции гипергеометрического типа. Многие из них могут быть записаны через G -функцию Мейера. Обобщением функции Мейера является H -функция Фокса. Некоторые свойства этой функции могут быть получены из её представления с помощью интеграла Меллина – Барнса. При выводе некоторых формул для этой функции при частных значениях её параметров, ввиду громоздкости записи функции Фокса, удобнее пользоваться упрощенными обозначениями. В данной работе рассматривается частный случай такой функции Фокса, содержащей четыре параметра. Для этой функции получены формулы дробного интегрирования Римана–Лиувилля и Эрдейи–Кобера. Приводится интегральное представление рассматриваемой функции через интеграл Меллина – Барнса, выписывается 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 из рассматриваемой функции получаются некоторые известные элементарные и специальные функции, а из полученных формул дробного интегрирования – известные интегральные значения от этих функций.

Ключевые слова: Функция Фокса, функция типа Миттаг–Леффлера, гипергеометрическая функция, неполная гамма-функция, интеграл Меллина – Барнса, вырожденная гипергеометрическая функция Куммера, дробное интегрирование Римана–Лиувилля, дробное интегрирование Эрдейи–Кобера

Благодарности: автор выражает благодарность рецензентам за указанные замечания, которые позволили повысить качество статьи.

Для цитирования. Хуштова Ф. Г. Некоторые формулы дробного интегрирования от одной функции Фокса с четырьмя параметрами // Доклады АМАН. 2022. Т. 22, № 4. С. 29–38.
DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-29-38>

© Хуштова Ф. Г., 2022



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

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

Fatima G. Khushtova

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

Abstract. Solutions to many problems of mathematical physics, engineering and economics are expressed through the so-called special functions. In the theory of special functions an important place is occupied by functions of the hypergeometric type. Many of them can be written in terms of the Meyer G -function. A generalization of the Meyer function is the Fox H -function. Some properties of this function can be obtained from its representation using the Mellin – Barnes integral. When deriving some formulas for this function for particular values of its parameters, due to the cumbersome writing of the Fox function, it is more convenient to use simplified notation. In this paper, we consider a special case of such a Fox function containing four parameters. For this function, Riemann–Liouville and Erdelyi–Kober fractional integration formulas are obtained. An integral representation of the considered function h through the Mellin – Burns integral, we write out the conditions under which it converges absolutely, and the asymptotic expansions for this function for large and small values of the argument. The formulas proved in the paper are obtained using the indicated Mellin – Burns integral representation and the well-known integration formulas from power functions. For particular values of the parameters, the function under consideration yields some well-known elementary and special functions, and from the obtained formulas of fractional integration – the known integral values of these functions.

Keywords: Fox function, Mittag-Leffler type function, hypergeometric function, incomplete gamma function, Mellin – Barnes integral, degenerate hypergeometric Kummer function, Riemann–Liouville fractional integration, Erdelyi–Kober fractional integration

Acknowledgments: the author are thankful to the anonymous reviewer for his valuable remakes.

For citation. F. G. Khushtova On some formulas for fractional integration of one Fox function with four parameters. Adyghe Int. Sci. J. 2022. Vol. 22, No. 4. P. 29–38.

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-29-38>

© Khushtova F. G., 2022

1. Введение. Решения многих задач математической физики, техники и экономики выражаются через так называемые специальные функции. В теории специальных функций важное место занимают функции гипергеометрического типа. Многие из них могут быть записаны через G -функцию Мейера [1, с. 203]. Обобщением функции Мейера является H -функция Фокса [2, с. 528], [3, с. 1]. Исследованиям свойств этой функции посвящены достаточно много работ. Однако, при выводе некоторых формул при частных значениях её параметров, ввиду громоздкости записи функции Фокса, удобнее пользоваться упрощенными обозначениями. В данной работе рассматривается частный случай такой функции Фокса, содержащей четыре параметра.

2. Вспомогательные сведения. Далее в работе

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

— гамма-функция [3, с. 5], [4, с. 11], [1, с. 15],

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

— бета-функция [4, с. 5], [5, с. 25], [1, с. 23]. Функции (1) и (2) связаны формулой [4, 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 [6, с. 9], [7, 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 [8, с. 42], [9, с. 44], [10, 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 [8, с. 246], [9, с. 46], [10, с. 105]:

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

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

Известны равенства [11, 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 четырьмя параметрами. Пусть $0 < \rho \leq 2$, μ, σ и $r \in \mathbb{C}$, $(\sigma + r)/2 \notin \mathbb{Z}$. Рассмотрим функцию от комплексного переменного z

$$\mathcal{J}_r^{\rho, \mu, \sigma}(z) = H_{2,3}^{2,1} \left[\left(\frac{z}{2} \right)^2 \middle| \begin{matrix} (1 - \sigma/2, 1), (\mu - \rho\sigma/2, \rho) \\ (r/2, 1), (1 - \sigma/2, 1), (-r/2, 1) \end{matrix} \right], \quad (5)$$

где $H_{2,3}^{2,1}[\dots]$ – H -функция Фокса [2, с. 528], [3, с. 1], [12, с. 2], [10, с. 58].

Некоторые свойства функции (5), такие как представление в виде контурного интеграла, представление в виде степенного ряда, асимптотические свойства, формулы дифференцирования, некоторые рекуррентные соотношения, рассмотрены в работах [13], [14].

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

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

где

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

$$L = L_{i\omega\infty} = (\omega - i\infty, \omega + i\infty), \quad \omega_1 < \omega < \omega_2,$$

$$\omega_1 = -\min\{\operatorname{Re} r/2, 1 - \operatorname{Re} \sigma/2\}, \quad \omega_2 = \operatorname{Re} \sigma/2.$$

Интеграл (6) абсолютно сходится, если:

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

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

Справедливы асимптотические разложения

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

где $\delta = \min\{\operatorname{Re} r, 2 - \operatorname{Re} \sigma\}$,

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

и

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

где

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

4. Основные результаты. В этой работе, используя интегральное представление (6), докажем следующие свойства функции (5).

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

$$\frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^z (z - t)^{\alpha-1} t^{\mu - \rho\sigma/2 - 1} \mathcal{J}_r^{\rho, \mu, \sigma}(t^{-\rho/2}) dt = z^{\mu + \alpha - \rho\sigma/2 - 1} \mathcal{J}_r^{\rho, \mu + \alpha, \sigma}(z^{-\rho/2}). \quad (9)$$

Доказательство. Из асимптотического разложения (8) следует

$$t^{\mu-\rho\sigma/2-1} \mathcal{J}_r^{\rho,\mu,\sigma}(t^{-\rho/2}) \sim t^{\mu-1}, \quad t \rightarrow 0.$$

Тогда условия $\operatorname{Re} \alpha > 0$, $\operatorname{Re} \mu > 0$ обеспечивают сходимость интеграла в (9).

Из представления (6) имеем

$$\begin{aligned} & \int_0^z (z-t)^{\alpha-1} t^{\mu-\rho\sigma/2-1} \mathcal{J}_r^{\rho,\mu,\sigma}(t^{-\rho/2}) dt = \\ & = \frac{1}{2\pi i} \int_0^z (z-t)^{\alpha-1} t^{\mu-\rho\sigma/2-1} \int_L \Theta(s) \left(\frac{t^{-\rho/2}}{2} \right)^{-2s} ds dt. \end{aligned} \quad (10)$$

Меняя в (10) порядок интегрирования, получим

$$\int_0^z (z-t)^{\alpha-1} t^{\mu-\rho\sigma/2-1} \mathcal{J}_r^{\rho,\mu,\sigma}(t^{-\rho/2}) dt = \frac{1}{2\pi i} \int_L 2^{2s} \Theta(s) \int_0^z (z-t)^{\alpha-1} t^{\mu-\rho\sigma/2+\rho s-1} dt ds. \quad (11)$$

Внутренний интеграл по формуле (3) равен

$$\int_0^z (z-t)^{\alpha-1} t^{\mu-\rho\sigma/2+\rho s-1} dt = z^{\mu+\alpha-\rho\sigma/2+\rho s-1} \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\mu-\rho\sigma/2+\rho s)}{2\Gamma(\mu+\alpha-\rho\sigma/2+\rho s)}.$$

Подставляя найденное значение в (11), находим

$$\int_0^z (z-t)^{\alpha-1} t^{\mu-\rho\sigma/2-1} \mathcal{J}_r^{\rho,\mu,\sigma}(t^{-\rho/2}) dt = z^{\mu+\alpha-\rho\sigma/2-1} \frac{\Gamma(\alpha)}{2\pi i} \int_L \Theta_1(s) \left(\frac{z}{2} \right)^{-2s} ds,$$

где

$$\Theta_1(s) = \frac{\Gamma(r/2+s)\Gamma(1-\sigma/2+s)\Gamma(\sigma/2-s)}{\Gamma(\mu+\alpha-\rho\sigma/2+\rho s)\Gamma(1+r/2-s)},$$

откуда следует равенство (9).

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

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_z^b (t-z)^{\alpha-1} (b-t)^{\mu-\rho\sigma/2-1} \mathcal{J}_r^{\rho,\mu,\sigma}((b-t)^{-\rho/2}) dt = \\ & = (b-z)^{\mu+\alpha-\rho\sigma/2-1} \mathcal{J}_r^{\rho,\mu+\alpha,\sigma}((b-z)^{-\rho/2}). \end{aligned} \quad (12)$$

Доказательство. Интеграл в левой части (12) 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 $-1 < \operatorname{Re} r < 2 - \operatorname{Re} \sigma$, либо $2 - \operatorname{Re} r < \operatorname{Re} \sigma < 4 + \operatorname{Re} r$. Тогда справедлива формула

$$\frac{2^{1-q}}{\Gamma(q)} \int_0^z (z^2 - t^2)^{q-1} t^{r+1} \mathcal{J}_r^{\rho,\mu,\sigma}(t) dt = z^{r+q} \mathcal{J}_{r+q}^{\rho,\mu,\sigma-q}(z). \quad (13)$$

Доказательство. Если $\operatorname{Re} r < 2 - \operatorname{Re} \sigma$, то из (7) следует

$$t^{r+1} \mathcal{J}_r^{\rho, \mu, \sigma}(t) \sim t^{2r+1}, \quad t \rightarrow 0,$$

откуда для сходимости интеграла в (13) в точке $t = 0$ необходимо, чтобы $\operatorname{Re} r > -1$. Если $\operatorname{Re} r > 2 - \operatorname{Re} \sigma$, то

$$t^{r+1} \mathcal{J}_r^{\rho, \mu, \sigma}(t) \sim t^{3+r-\sigma}, \quad t \rightarrow 0.$$

В этом случае необходимо $\operatorname{Re} \sigma < 4 + \operatorname{Re} r$.

Из представления (6) имеем

$$\int_0^z t^{r+1} (z^2 - t^2)^{q-1} \mathcal{J}_r^{\rho, \mu, \sigma}(t) dt = \frac{1}{2\pi i} \int_0^z t^{r+1} (z^2 - t^2)^{q-1} \int_L \Theta(s) \left(\frac{t}{2}\right)^{-2s} ds dt. \quad (14)$$

Меняя в (14) порядок интегрирования, получим

$$\int_0^z t^{r+1} (z^2 - t^2)^{q-1} \mathcal{J}_r^{\rho, \mu, \sigma}(t) dt = \frac{1}{2\pi i} \int_L 2^{2s} \Theta(s) \int_0^z t^{r+1-2s} (z^2 - t^2)^{q-1} dt ds. \quad (15)$$

Внутренний интеграл по формуле (3) равен

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

Подставляя найденное значение в (15) и меняя переменную интегрирования по формуле $s = q/2 + \tau$, находим

$$\int_0^z t^{r+1} (z^2 - t^2)^{q-1} \mathcal{J}_r^{\rho, \mu, \sigma}(t) dt = \frac{2^{q-1}\Gamma(q)}{2\pi i} z^{r+q} \int_{L_1} \Theta_2(\tau) \left(\frac{z}{2}\right)^{-2\tau} d\tau, \quad (16)$$

где

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

$$L_1 = (\omega - i\infty, \omega + i\infty), \quad \omega_3 < \omega < \omega_4,$$

$$\omega_3 = -\min\{\operatorname{Re}(r+q)/2, 1 - \operatorname{Re}(\sigma-q)/2\}, \quad \omega_4 = \operatorname{Re}(\sigma-q)/2.$$

Сравнивая правую часть (16) с представлением (6), приходим к (13).

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

$$\frac{2^{1-q}}{\Gamma(q)} \int_z^\infty (t^2 - z^2)^{q-1} t^{1-r} \mathcal{J}_r^{\rho, \mu, \sigma}(t) dt = z^{q-r} \mathcal{J}_{r-q}^{\rho, \mu, \sigma-q}(z). \quad (17)$$

Доказательство. Из асимптотического разложения (8) следует

$$(t^2 - z^2)^{q-1} t^{1-r} \mathcal{J}_r^{\rho, \mu, \sigma}(t) \sim t^{2q-r-\sigma-1}, \quad t \rightarrow \infty.$$

Сходимость интеграла в (17) при этом обеспечивают условия $\operatorname{Re}(r + \sigma)/2 > \operatorname{Re}q > 0$.

Из представления (6) имеем

$$\int_z^\infty t^{1-r} (t^2 - z^2)^{q-1} \mathcal{J}_r^{\rho, \mu, \sigma}(t) dt = \frac{1}{2\pi i} \int_z^\infty t^{1-r} (t^2 - z^2)^{q-1} \int_L \Theta(s) \left(\frac{t}{2}\right)^{-2s} ds dt. \quad (18)$$

Меняя в (18) порядок интегрирования, получим

$$\int_z^\infty t^{1-r} (t^2 - z^2)^{q-1} \mathcal{J}_r^{\rho, \mu, \sigma}(t) dt = \frac{1}{2\pi i} \int_L 2^{2s} \Theta(s) \int_z^\infty t^{1-r-2s} (z^2 - t^2)^{q-1} dt ds. \quad (19)$$

Внутренний интеграл по формуле (4) равен

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

Подставляя найденное значение в (19) и меняя переменную интегрирования по формуле $s = q/2 + \tau$, находим

$$\int_z^\infty t^{1-r} (t^2 - z^2)^{q-1} \mathcal{J}_r^{\rho, \mu, \sigma}(t) dt = \frac{2^{q-1}\Gamma(q)}{2\pi i} z^{q-r} \int_{L_2} \Theta_3(\tau) \left(\frac{z}{2}\right)^{-2\tau} d\tau, \quad (20)$$

где

$$\Theta_3(\tau) = \frac{\Gamma((r-q)/2+\tau)\Gamma(1-(\sigma-q)/2+\tau)\Gamma((\sigma-q)/2-\tau)}{\Gamma(\mu-\rho(\sigma-q)/2+\rho\tau)\Gamma(1+(r-q)/2-\tau)},$$

$$L_2 = (\omega - i\infty, \omega + i\infty), \quad \omega_5 < \omega < \omega_6,$$

$$\omega_5 = -\min\{\operatorname{Re}(r-q)/2, 1 - \operatorname{Re}(\sigma-q)/2\}, \quad \omega_6 = \operatorname{Re}(\sigma-q)/2.$$

Сравнивая правую часть (20) с представлением (6), приходим к (17).

5. Частные случаи. Придавая параметрам ρ , μ и σ в (6) соответствующие частные значения и учитывая представления через интеграл Меллина–Барнса получающихся функций, нетрудно получить некоторые известные элементарные и специальные функции. Например, при $\rho = \mu = 1$ из (6) получим [15, с. 74, 108, 168]

$$\mathcal{J}_r^{1,1,2+r}(z) = \left(\frac{z}{2}\right)^r \exp\left(-\frac{z^2}{4}\right), \quad (21)$$

$$\mathcal{J}_r^{1,1,r}(z) = \left(\frac{z}{2}\right)^{-r} \gamma\left(r; \frac{z^2}{4}\right), \quad (22)$$

$$\mathcal{J}_r^{1,1,2-r}(z) = \left(\frac{z}{2}\right)^r E_{1,1+r}\left(-\frac{z^2}{4}\right), \quad (23)$$

$$\mathcal{J}_r^{1,1,\sigma}(z) = \frac{\Gamma((\sigma+r)/2)}{\Gamma(1+r)} \left(\frac{z}{2}\right)^r {}_1F_1\left((\sigma+r)/2; 1+r; -\frac{z^2}{4}\right). \quad (24)$$

Здесь $\gamma(r; z)$ – неполная гамма-функция [1, с. 254], $E_{\rho, \mu}(z)$ – функция типа Миттаг–Леффлера [16, с. 117], [12, с. 8], ${}_1F_1(a; c; z)$ – вырожденная гипергеометрическая функция Куммера [1, с. 237], [15, с. 73].

Функции (21) и (24) по формулам (13) и (17) будут связаны известными равенствами [11, с. 260, 261]

$$\begin{aligned} & \frac{2^{1-2q}}{\Gamma(q)} \int_z^\infty (t^2 - z^2)^{q-1} t \exp\left(-\frac{t^2}{4}\right) dt = \exp\left(-\frac{z^2}{4}\right), \quad \operatorname{Re} q > 0, \\ & 2^{1+r} \int_0^z (z^2 - t^2)^{q-1} t^{2r+1} \exp\left(-\frac{t^2}{4}\right) dt = \\ & = B(1+r, q) z^{2(r+q)} {}_1F_1\left(1+r, 1+r+q; -\frac{z^2}{4}\right), \quad \operatorname{Re} r > -1, \operatorname{Re} q > 0, \end{aligned}$$

функции (22) и (24) – равенствами [17, с. 143]

$$\begin{aligned} & \frac{2}{\Gamma(q)} \int_z^\infty (t^2 - z^2)^{q-1} t^{1-2r} \gamma\left(r; \frac{t^2}{4}\right) dt = z^{2(q-r)} \gamma\left(r-q; \frac{z^2}{4}\right), \quad \operatorname{Re} r > \operatorname{Re} q > 0, \\ & \frac{2^{2r+1}}{\Gamma(q)} \int_0^z (z^2 - t^2)^{q-1} t \gamma\left(r; \frac{t^2}{4}\right) dt = \\ & = \frac{\Gamma(r)}{\Gamma(1+r+q)} z^{2(r+q)} {}_1F_1\left(r, 1+r+q; -\frac{z^2}{4}\right), \quad \operatorname{Re} r > -1, \operatorname{Re} q > 0. \end{aligned}$$

функции (23) и (24) – равенствами [17, с. 143], [16, с. 120]

$$\begin{aligned} & \frac{2^{1-2q}}{\Gamma(q)} \int_z^\infty (t^2 - z^2)^{q-1} t^{1-2r} E_{1,1+r}\left(-\frac{t^2}{4}\right) dt = \frac{\Gamma(1-q)}{\Gamma(1+r-q)} z^{2(q-r)} {}_1F_1\left(1-q, 1+r+q; -\frac{z^2}{4}\right), \\ & 0 < \operatorname{Re} q < 1, \\ & \frac{2}{\Gamma(q)} \int_0^z (z^2 - t^2)^{q-1} t^{2r+1} E_{1,1+r}\left(-\frac{t^2}{4}\right) dt = z^{2(r+q)} E_{1,1+r+q}\left(-\frac{z^2}{4}\right), \quad \operatorname{Re} r > -1, \operatorname{Re} q > 0. \end{aligned}$$

Список использованных источников

1. Бейтмен Г., Эрдейи А. Высшие трансцендентные функции. Т. I. М.: Наука, 1965. 296 с.
2. Прудников А. П., Брычков Ю. А., Маричев О. И. Интегралы и ряды. Т. 3. Дополнительные главы. М.: Физматлит, 2003. 688 с.
3. 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.
4. Кузнецов Д. С. Специальные функции. М.: Высшая школа, 1965. 248 с.

5. Лебедев Н. Н. Специальные функции и их приложения. М.: Физматлит, 1963. 358 с.
6. Нахушев А. М. Дробное исчисление и его применение. М.: Физматлит, 2003. 272 с.
7. Псеху А. В. Уравнения в частных производных дробного порядка. М.: Наука, 2005. 199 с.
8. Самко С. Г., Килбас А. А., Маричев О. И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. Минск: Наука и техника, 1987. 688 с.
9. Ситник С. М., Шишкова Э. Л. Метод операторов преобразования для дифференциальных уравнений с операторами Бесселя. М.: Физматлит, 2019. 224 с.
10. 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.
11. Прудников А. П., Брычков Ю. А., Маричев О. И. Интегралы и ряды. Элементарные функции. Т. 1. М.: Физматлит, 2002. 632 с.
12. Mathai A. M., Saxena R. K., Haubold H. J. The H-function. Theory and Applications. New York: Springer, 2010. 268 p.
13. Хуштова Ф.Г. Формулы дифференцирования и формула автотрансформации для одного частного случая функции Фокса // Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук. 2020. Т. 20, № 4. С. 15–18.
14. Хуштова Ф. Г. О некоторых свойствах одной специальной функции // Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук. 2022. Т. 22, № 2. С. 34–40.
15. Маричев О. И. Метод вычисления интегралов от специальных функций (теория и таблицы формул). Минск: Наука и техника, 1978. 312 с.
16. Джербашян М. М. Интегральные преобразования и представления функций в комплексной области. М.: Наука, 1966. 671 с.
17. Прудников А. П., Брычков Ю. А., Маричев О. И. Интегралы и ряды. Т. 2. Специальные функции. М.: Физматлит, 2003. 664 с.

Поступила 13.12.2022; одобрена после рецензирования 21.12.2022; принята к публикации 24.12.2022.

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. H. Bateman, A. Erdelyi Higher Transcendental Functions. V. I. New York, Toronto, London, McGraw-Hill Book Company. 1953. 302 p.
2. A. P. Prudnikov, Yu. A. Brychkov, O. I. Marichev Integrals and series. Additional chapters]. V. 3. M.: Fizmatlit, 2003. 688 p.
3. A. A. Kilbas, M. Saigo H-Transform. Theory and Applications. London, New York and Washington: Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, D.C., 2004. 389 p.
4. D. S. Kuznetsov Spetsial'nye funktsii [Special functions]. M.: Vysshaya shkola, 1965. 424 p.
5. N. N. Lebedev Spetsial'nye funktsii i ikh prilozheniya [Special functions and their applications]. M.: Fizmatlit, 1963. 358 p.

6. A. M. Nakhushev Drobnoe ischislenie i ego primenenie [Fractional calculus and its application]. M.: Fizmatlit, 2003. 272 p.
7. A. V. Pskhu Uravneniya v chastnykh proizvodnykh drobnogo poryadka [Fractional Partial Differential Equations]. M.: Nauka, 2005. 199 p.
8. S. G. Samko, A. A. Kilbas, O. I. Marichev Fractional Integrals and Derivatives: Theory and Applications. Gordon and Breach, Yverdon, 1993. 1016 p.
9. S. M. Sitnik, S. M. Shishkina 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.
10. A. A. Kilbas, H. M. Srivastava, J. J. Trujillo Theory and Applications of Fractional Differential Equations. North Holland Mathematics Studies, 204. Amsterdam: Elsevier Science, Publishers BV, 2006. 499 p.
11. A. P. Prudnikov, Yu. A. Brychkov, O. I. Marichev Integraly i ryady. Elementarnye funktsii [Integrals and series. Elementary Functions]. V. 1. M.: Fizmatlit, 2002. 632 p.
12. A. M. Mathai, R. K. Saxena, H. J. Haubold The H-function. Theory and Applications. New York: Springer, 2010. 268 p.
13. F. G. Khushtova Formuly differentsirovaniya i formula avtotransformatsii dlya odnogo chaschnogo sluchaya funktsii Foksa [Differentiation formulas and an autotransformation formula for one particular case of the Fox function]. Doklady Adygskoy (Cherkesskoy) Mezhdunarodnoy akademii nauk. 2020. V. 20, No. 4. P. 15–18.
14. F. G. Khushtova O nekotorykh svoystvakh odnoy spetsial'noy funktsii [On some properties of one special function]. Doklady Adygskoy (Cherkesskoy) Mezhdunarodnoy akademii nauk. 2022. V. 22, No. 2. P. 34–40.
15. O. I. Marichev Handbook of integral transforms of higher transcendental functions: theory and algorithmic tables, Ellis Horwood Ltd., Chichester, New York: Halsted Press, 1983. 336 p.
16. M. M. Dzhrbashyan Integral'nye preobrazovaniya i predstavleniya funktsiy v kompleksnoy oblasti [Integral transformations and representations of functions in the complex domain]. M.: Nauka. 1966. 671 p.
17. A. P. Prudnikov, Yu. A. Brychkov, O. I. Marichev Integraly i ryady. Spetsial'nye funktsii [Integrals and series. Special Functions]. V. 2. M.: Fizmatlit, 2003. 664 p.

Submitted 13.12.2022; approved after reviewing 21.12.2022; accepted for publication 24.12.2022.

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.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ MATHEMATICAL MODELING

УДК 519.85; 519.17

Научная статья

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-39-56>

Компьютерное проектирование больших трубопроводных сетей высокого ранга оптимальности

М. Б. Абазоков¹, М. А. Багов², В. Ч. Кудаев³

Институт прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН
г. Нальчик, Россия

¹*Abazokov.Mukhammed@yandex.ru*, ²*maratniipma@mail.ru*, ³*vchkudaev@mail.ru*

Аннотация. В работе представлен метод компьютерного проектирования трубопроводных гидравлических сетей высокого ранга оптимальности. Метод основан на разделении задачи синтеза сети на две фазы, что снижает размерность задачи синтеза. Это обеспечивает возможность компьютерного проектирования сетей высокого ранга оптимальности. Метод предназначен для использования в автоматизированном проектировании больших трубопроводных сетей регионального и межрегионального водоснабжения.

Ключевые слова: Потоковая сеть, задача синтеза, разделение на подзадачи, снижение размерности, ранг экстремума, ранговая оптимизация

Благодарности: авторы выражают благодарность рецензентам за указанные замечания, которые позволили повысить качество статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования. Абазоков М. Б., Багов М. А., Кудаев В. Ч. Компьютерное проектирование больших трубопроводных сетей высокого ранга оптимальности // Доклады АМАН. 2022. Т. 22, № 4. С. 39–56. DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-39-56>

© Абазоков М. Б.,
Багов М. А.,
Кудаев В. Ч., 2022

MSC 05C85, 05C21, 90C25, 90C39

Original article

Higher-ranked optimal large pipeline networks design

Mukhammed B. Abazokov¹, Marat A. Bagov², Valery Ch. Kudaev³

Institute of Applied Mathematics and Automation KBSC RAS, Nalchik, Russia

¹*Abazokov.Mukhammed@yandex.ru*, ²*maratniipma@mail.ru*, ³*vchkudaev@mail.ru*



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Abstract. The paper presents a computer-aided optimal design of hydraulic systems. The method is based on dividing the network synthesis problem into two stages resulting in a dimensional reduction. This allows the optimal networks design of the higher rank. The proposed technique is intended for automated design of large pipeline networks for rural and interregional water supply.

Keywords: Flow network, synthesis problem, division into subtasks, dimensional reduction, extremum rank, rank optimization

Acknowledgments: the authors are thankful to the anonymous reviewer for his valuable remakes.

The authors declare no conflict of interest.

For citation. M. B. Abazokov, M. A. Bagov, V. Ch. Kudaev Higher-ranked optimal large pipeline networks design. Adyghe Int. Sci. J. 2022. Vol. 22, No. 4. P. 39–56.

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-39-56>

© Abazokov M. B.,
Bagov M. A.,
Kudaev V. Ch., 2022

1. Постановка задачи синтеза разветвленной потоковой сети

Задача синтеза состоит в следующем:

$$z(x) = \sum_{ij \in D} c_{ij}(x_{ij})l_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\sum_{i \in \Gamma_j^+} x_{ij} - \sum_{k \in \Gamma_j^-} x_{jk} = g_i, \quad \forall j \neq 1 \in B, \quad (2)$$

$$\sum_{j \in \Gamma_1^-} x_{1j} = Q, \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad \forall (i, j) \in D, \quad (4)$$

где $\Gamma(B, D)$ – заданный избыточный граф возможных соединений вершин сети; B и D – множества его вершин и дуг; x_{ij} , c_{ij} , l_{ij} – искомое значение величины потока, заданные удельная стоимость и длина (i, j) -й дуги; Q – заданный поток в сеть; g_i – заданный расход потока в i -м узле сети. Γ_j^+ и Γ_j^- – множества дуг, входящих и исходящих из узла j .

Функция $c_{ij}(x_{ij})$ для $\forall (i, j) \in D$ является гладкой и строго вогнутой. Вследствие этого локальный и глобальный экстремумы задачи могут достигаться только в вершинах транспортного многогранника (2) – (4). Задача является существенно многоэкстремальной. Недостатки существующих методов [1] – [3] рассмотрены в монографии [4, с. 114–123]. Основной же недостаток состоит в том, что уже при $n > 80$ (где n – количество узлов сети) существующие методы решения задачи не срабатывают.

2. Ранги экстремумов

Для существенно многоэкстремальных задач большой размерности локальный экстремум не информативен.

Определение 1. Точкой экстремума P -го ранга задачи (1) – (4) назовем такую угловую точку $\{x_{ij}^*\}_{ij \in D}$ транспортного многогранника (2) – (4), которая является точкой

глобального минимума на выпуклой линейной комбинации вершин многогранника, P -достижимых из этой точки.

Как известно, любой точке (вершине) транспортного многогранника соответствует базисное решение.

Переведем определение 1 на язык теории сетей.

Определение 2. P -фрагментом сети назовем замыкаемые любыми P хордами графа $\Gamma(B, D)$ P контуров на текущем оствном дереве T графа $\Gamma(B, D)$.

Теорема. (условие ранговой оптимальности для сетевой задачи).

Для того, чтобы решение $\{x_{ij}^*\}_{ij \in D}$, где $x_{ij} = 0, \forall (i, j) \notin T$ задачи (1) – (4) было экстремумом P -го ранга, необходимо и достаточно, чтобы оно было оптимально по всем фрагментам P -го ранга $\Phi_{T,P}$ на T , т.е.

$$\sum_{ij \in \Phi_{T,P}} c_{ij}(x_{ij}^*) l_{ij} \leq \sum_{ij \in D} c_{ij}(x_{ij}) l_{ij},$$

где $\{x_{ij}\}_{ij \in D}$ – любое допустимое решение задачи, но такое, что $x_{ij} = x_{ij}^* \forall (i, j) \notin \Phi_{T,P}$.

Доказательство теоремы приведено в работе [5].

Условие ранговой оптимальности является конкретизацией системного принципа оптимальности: "Любая часть оптимальной системы оптимальна (при фиксации граничных условий с остальной сетью)".

Метод ранговой оптимизации сетевых систем состоит в сведении оптимизации сети к оптимизации ее фрагментов всё более высокого ранга. При этом рассмотрение только связных P -фрагментов позволяет существенно снизить размерность задачи.

Метод ранговой оптимизации всей потоковой сети представлен в работах [5] – [7].

3. Кустовая оптимизация потоковых сетей

Кустовая оптимизация потоковых сетей представлена в нашей работе [8]. Изложим здесь её суть.

Обозначим через T_n^P время компьютерного проектирования с n -вершиной разветвленной потоковой сети P -го ранга оптимальности на заданном избыточном базовом графе (БГ) возможных соединений её вершин друг с другом.

Покажем, что T_n^P имеет экспоненциальный рост по P .

Поскольку при оптимизации осуществляется направленный перебор связных P -фрагментов сети, т.е. фрагментов образуемых внесением в текущую оптимизированную сеть любых P хорд БГ и удалением из сети встречных им дуг, то $T_n^P = \eta C_n^P$, где η – постоянный коэффициент, доля связанных P -фрагментов сети умноженная на среднее время вычисления стоимости одного P -фрагмента. Получим

$$\frac{T_n^{P+1}}{T_n^P} = \frac{C_n^{P+1}}{C_n^P} = \frac{n - P}{P + 1}, \quad \frac{T_n^{P+2}}{T_n^P} = \frac{(n - P - 1)(n - P - 2)}{(P + 1)(P + 2)} \dots$$

В общем случае, получим:

$$\frac{T_n^{P+k}}{T_n^P} = \left(\frac{n - P - k + 1}{P + 1} \right) \left(\frac{n - P - k + 2}{P + 2} \right) \dots \left(\frac{n - P - 1}{P + k - 1} \right) \left(\frac{n - P}{P + k} \right).$$

Выбрав наименьший сомножитель числителя и наибольший знаменатель, получим

$$\frac{T_n^{P+k}}{T_n^P} > \left(\frac{n - P - k + 1}{P + k} \right)^k.$$

Поскольку для больших сетей $p, k \ll n$, получим

$$\frac{T_n^{P+k}}{T_n^P} \sim O\left(\left(\frac{n}{P+k}\right)^k\right). \quad (5)$$

Пусть T – заданное время решения задачи синтеза на ЭВМ. Выделим время $T/2$ на решение задачи методом ранговой оптимизации всей сети. Пусть за это время на компьютере построена сеть P -го ранга. Тогда в силу (5) за оставшееся время $T/2$ не может быть построена сеть $(P+1)$ -го ранга.

Для снижения размерности задачи синтеза сети будем проводить дальнейшую оптимизацию $(P+1)$ -го ранга и более высоких рангов не на всей n -вершинной сети, а на ее связных фрагментах каждый из которых сопоставляется одной из вершин сети.

Для реализации этого подхода с каждой вершиной i следует связать фрагмент Φ_i^{P+1} сети, количество вершин которого не превышает некоторой искомой величины m , такой, что время решения задачи синтеза на нем сети $(P+1)$ -го ранга с соблюдением граничных условий с остальной сетью было в n раз меньше времени $T/2$, т.е.:

$$\frac{T_n^P}{T_n^{P+1}} = \frac{C_n^P}{C_n^{P+1}} \cong n, \quad p+1 < m < n. \quad (6)$$

Каждый фрагмент Φ_i^{P+1} пересекается при этом с m_i фрагментами, где m_i – количество узлов фрагмента. Таким образом, выполняется необходимое условие оптимальности сети $(P+1)$ -го ранга: «**любой фрагмент сети Φ_i^{P+1} , $i = \overline{1, n}$ $(P+1)$ оптимален**».

Для приближения условия к достаточному следует определить предельное (наибольшее) значение m , при котором выполняется (6)

$$\begin{aligned} \frac{T_n^P}{T_m^{P+1}} &= \frac{n!(P+1)!(m-P-1)!}{P!(n-P)!m!} = \\ &= \left(\frac{P+1}{m-P}\right) \left(\frac{n-P+1}{m-P+1}\right) \left(\frac{n-P+2}{m-P+2}\right) \cdots \left(\frac{n-1}{m-1}\right) \frac{n}{m}. \end{aligned}$$

Отсюда следует

$$\frac{T_n^P}{T_m^{P+1}} > \left(\frac{P+1}{m-P}\right) \left(\frac{n}{m}\right)^P.$$

Наибольшее значение n тогда определяется системой

$$\begin{cases} \left(\frac{P+1}{m-P}\right) \left(\frac{n}{m}\right)^P \geq n, \\ \left(\frac{P+1}{m+1-P}\right) \left(\frac{n}{m+1}\right)^P < n. \end{cases} \quad (7)$$

Определим такое наибольшее \hat{n} с которого на сетях с $n < \hat{n}$ будет достигнут $(P+1)$ -й ранг. Из (7) следует

$$\begin{cases} \frac{T_n^P}{T_{\hat{n}}^{P+1}} = \left(\frac{P+1}{\hat{n}-P}\right) \left(\frac{n}{\hat{n}}\right)^P \geq 1, \\ \frac{T_n^{P+1}}{T_{\hat{n}}^{P+1}} = \left(\frac{P+1}{\hat{n}+1-P}\right) \left(\frac{n}{\hat{n}+1}\right)^P < 1. \end{cases} \quad (8)$$

Например, в соответствии с (8) для $n = 100$ получим $\hat{n} = 45$.

4. Метод сочетания решения задач структурной и параметрической оптимизации в компьютерном проектировании потоковой сети высокого ранга оптимальности.

4.1. Метод Меренкова А. П., Хасилева В. Я., Некрасовой О. А.

В работе [4] изложены методы оптимального проектирования разветвленных трубопроводных сетей, разработанные в Сибирском энергетическом институте (г. Иркутск) СО РАН. Основу методов составили работы А. П. Меренкова, В. Я. Хасилева и О. А. Некрасовой [9], [10]. В основе метода Меренкова-Хасилева-Некрасовой (МХН) лежит зависимость стоимости каждой i -ой ветви сети от диаметра трубы на ней, стоимостного коэффициента b и гидравлического коэффициента $0 < \alpha < 2$

$$c_i = a + bd_i^\alpha. \quad (9)$$

На основе формулы типа Дарси-Вейсбаха $h_i = \frac{kx_i^\beta}{d_i^\gamma}$ получим

$$d_i = \left(\frac{kx_i^\beta}{h_i} \right)^{1/\gamma}. \quad (10)$$

Из (9), (10) получим

$$\begin{aligned} c_i &= a + bk^{\frac{\alpha}{\gamma}} x_i^{\frac{\alpha\beta}{\gamma}} h_i^{-\frac{\alpha}{\gamma}}, \\ c_i l_i &= \left(a + bk^{\frac{\alpha}{\gamma}} x_i^{\frac{\alpha\beta}{\gamma}} h_i^{-\frac{\alpha}{\gamma}} \right) l_i. \end{aligned}$$

В методе МХН решается задача минимизации капитальных затрат $\mathcal{Z}(x, h)$ на сеть при заданных энергетических затратах Θ и общего потока в сеть Q от источника:

$$\begin{aligned} \mathcal{Z}(x, h) &= \sum_{i=1}^n \left(a + bk^{\frac{\alpha}{\gamma}} x_i^{\frac{\alpha\beta}{\gamma}} h_i^{-\frac{\alpha}{\gamma}} \right) l_i, \quad \rightarrow \min, \\ \sum_{i=1}^n x_i h_i l_i &= \Theta, \\ Ax &= Q, \end{aligned}$$

где A – заданная матрица возможных соединений узлов сети, $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – вектор потоков; x_i, h_i – неизвестный поток и удельная потеря напора по i -ой ветви матрицы возможных соединений узлов сети друг с другом; α, β, γ – гидравлические параметры, зависящие от материала труб сети; a, b, k – заданные коэффициенты; l_i – длина i -ой ветви сети.

Значения гидравлических и стоимостных коэффициентов по трубам из различных материалов представлены в таблице 1, сформированной нами на основе методов определения потерь напора в водопроводных трубах [17, с. 54–55].

Таблица 1.

Table 1.

Материал труб	Коэффициенты			
	α	β	γ	k
Сталь	1.4	2	5.3	0.001735
Чугун	1.6	2	5.3	0.001735
Асбестоцемент	1.95	1.85	4.89	0.001180
Пластмасса	1.95	1.774	4.774	0.001052

Снизить размерность задачи позволяет разделение решения на две фазы: на первой фазе решается задача трассировки сети (определение потоков по ветвям сети), на второй фазе – задача МХН при известных потоках.

4.2. Метод трассировки сети

Общие затраты (капитальные и энергетические) на всю сеть будем оценивать функцией

$$F(x, h) = \sum_{i=1}^n \left(bk^{\frac{\alpha}{\gamma}} x_i^{\frac{\alpha\beta}{\gamma}} h_i^{-\frac{\alpha}{\gamma}} + px_i h_i \right) l_i. \quad (11)$$

Поскольку функция затрат (11) строго выпуклая и гладкая по h_i , то

$$\frac{\partial F}{\partial h_i} = -\frac{\alpha}{\gamma} bk^{\frac{\alpha}{\gamma}} x_i^{\frac{\alpha\beta}{\gamma}} h_i^{-\frac{\alpha+\gamma}{\gamma}} + px_i = 0. \quad (12)$$

Из (12) следует

$$h_i^{-\frac{\alpha+\gamma}{\gamma}} = \frac{\gamma p}{\alpha b k^{\frac{\alpha}{\gamma}}} x_i^{1-\frac{\alpha\beta}{\gamma}}. \quad (13)$$

Из (13), в свою очередь, следует

$$h_i = \left(\frac{\alpha b}{\gamma p} \right)^{\frac{\gamma}{\alpha+\gamma}} k^{\frac{\alpha}{\alpha+\gamma}} x_i^{-\frac{\gamma-\alpha\beta}{\alpha+\gamma}}. \quad (14)$$

Подставив h_i в функцию общих затрат (11) на создание сети, получим

$$F(x, h) = \sum_{i=1}^n \left(bk^{\frac{\alpha}{\gamma}} x_i^{\frac{\alpha\beta}{\gamma}} \left(\left(\frac{\alpha b}{\gamma p} \right)^{\frac{\gamma}{\alpha+\gamma}} k^{\frac{\alpha}{\alpha+\gamma}} x_i^{-\frac{\gamma-\alpha\beta}{\alpha+\gamma}} \right)^{-\frac{\alpha}{\gamma}} + px_i \left(\frac{\alpha b}{\gamma p} \right)^{\frac{\gamma}{\alpha+\gamma}} k^{\frac{\alpha}{\alpha+\gamma}} x_i^{-\frac{\gamma-\alpha\beta}{\alpha+\gamma}} \right) l_i. \quad (15)$$

После ряда преобразований, из (15) получим

$$F(x, h) = \left(\left(\frac{\gamma}{\alpha} \right)^{\frac{\alpha}{\alpha+\gamma}} + \left(\frac{\alpha}{\gamma} \right)^{\frac{\gamma}{\alpha+\gamma}} \right) b^{\frac{\gamma}{\alpha+\gamma}} (pk)^{\frac{\alpha}{\alpha+\gamma}} \sum_{i=1}^n x_i^{\frac{\alpha\beta+\alpha}{\alpha+\gamma}} l_i. \quad (16)$$

Введя обозначения

$$\eta = \left(\left(\frac{\gamma}{\alpha} \right)^{\frac{\alpha}{\alpha+\gamma}} + \left(\frac{\alpha}{\gamma} \right)^{\frac{\gamma}{\alpha+\gamma}} \right) b^{\frac{\gamma}{\alpha+\gamma}} (pk)^{\frac{\alpha}{\alpha+\gamma}}, \quad \delta = \frac{\alpha\beta + \alpha}{\alpha + \gamma},$$

окончательно получим:

$$F(x, h) = \eta \sum_{i=1}^n x_i^\delta l_i. \quad (17)$$

Величины η и δ зависят только от материала труб, используемых для создания сети и не зависят от потоков. Таким образом, приходим к чисто потоковой задаче поскольку η и δ являются константами на заданном сортаменте труб.

Но важнейшим обстоятельством при проектировании оптимальной сети является то, что $0 < \delta < 1$, то есть потоковая функция x_i^δ строго вогнута по потоку x_i . Вследствие этого локальные и глобальные экстремумы функции затрат (17) могут достигаться только на остовных деревьях заданного избыточного графа возможных соединений узлов сети друг с другом.

4.3. Метод определения оптимальных параметров разветвленной трубопроводной гидравлической сети при заданных потоках

При найденных при решении задачи трассировки потоках $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$, задача МХН переходит в задачу

$$\begin{aligned} Z(h) = \sum_{i=1}^n \left(a + b k^{\frac{\alpha}{\gamma}} x_i^{*\frac{\alpha\beta}{\gamma}} h_i^{-\frac{\alpha}{\gamma}} \right) l_i, \quad \rightarrow \min, \\ \sum_{i=1}^n x_i^* h_i l_i = \Theta. \end{aligned}$$

Решим ее методом Лагранжа:

$$\begin{aligned} L(h, \lambda) = \sum_{i=1}^n \left(a + b k^{\frac{\alpha}{\gamma}} x_i^{*\frac{\alpha\beta}{\gamma}} h_i^{-\frac{\alpha}{\gamma}} \right) l_i + \lambda \left(\sum_{i=1}^n x_i^* h_i l_i - \Theta \right), \\ \frac{\partial L(h, \lambda)}{\partial h_i} = -\frac{\alpha}{\gamma} b k^{\frac{\alpha}{\gamma}} x_i^{*\frac{\alpha\beta}{\gamma}} h_i^{-\frac{\alpha}{\gamma}-1} l_i + \lambda x_i^* l_i = 0, \end{aligned} \quad (18)$$

$$\frac{\partial L(h, \lambda)}{\partial \lambda} = \sum_{i=1}^n x_i^* h_i l_i - \Theta = 0. \quad (19)$$

Выразив из (18) переменную h_i получим

$$h_i^{-\frac{\alpha+\gamma}{\gamma}} = \frac{\lambda \gamma x_i^{*\frac{\gamma-\alpha\beta}{\gamma}}}{\alpha b k^{\frac{\alpha}{\gamma}}}. \quad (20)$$

Из (20) получим

$$h_i = \left(\frac{\alpha b}{\lambda \gamma} \right)^{\frac{\gamma}{\alpha+\gamma}} k^{\frac{\alpha}{\alpha+\gamma}} x_i^{*\frac{\alpha\beta-\gamma}{\alpha+\gamma}}. \quad (21)$$

Подставив полученное выражение h_i в (19), получим

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{\alpha b}{\lambda \gamma} \right)^{\frac{\gamma}{\alpha+\gamma}} k^{\frac{\alpha}{\alpha+\gamma}} x_i^{*\frac{\alpha\beta-\gamma}{\alpha+\gamma}} x_i l_i = \Theta. \quad (22)$$

Выразим λ из (22)

$$\lambda = \left(\frac{\Theta}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\alpha b}{\gamma} \right)^{\frac{\gamma}{\alpha+\gamma}} k^{\frac{\alpha}{\alpha+\gamma}} x_i^{*\frac{\alpha\beta+\alpha}{\alpha+\gamma}} l_i} \right)^{-\frac{\alpha+\gamma}{\alpha}}. \quad (23)$$

Подставив значение λ из (23) в (21), после ряда преобразований, получим

$$h_i = \frac{\exists x_i^* \frac{\alpha\beta-\gamma}{\alpha+\gamma}}{\sum_{j=1}^n x_j^* \frac{\alpha\beta+\alpha}{\alpha+\gamma} l_j},$$

при этом для любого $i = j$, $x_i^* = x_j^*$.

Поскольку значения x_i^* , $i = \overline{1, n}$ известны, то вычислив сумму в знаменателе дроби и обозначив ее через M

$$M = \sum_{j=1}^n x_j^* \frac{\alpha\beta+\alpha}{\alpha+\gamma} l_j,$$

определим h_i^*

$$h_i^* = \frac{\exists x_i^* \frac{\alpha\beta-\gamma}{\alpha+\gamma}}{M}, \quad i = \overline{1, n}.$$

Подставив найденные значения x_i^* , h_i^* $i = \overline{1, n}$, получим из (10) и (9) диаметры трубопроводов водопроводной сети и их удельную стоимость.

Теорема. (о коммутации фаз решения задачи синтеза потоковой сети)

С ростом ранга оптимальности решения задачи трассировки (1 фаза) уменьшаются и затраты на создание гидравлической трубопроводной сети при заданных фиксированных энергетических затратах.

Доказательство. Обозначим $\mathcal{Z}_{\Phi_1}^P$, $\mathcal{Z}_{\Phi_1}^{P+1}$ – соответственно оценку затрат на создание сетей P -го и $(P+1)$ -го рангов оптимальности на первой фазе оптимизации, а $\mathcal{Z}_{\Phi_2}^P$, $\mathcal{Z}_{\Phi_2}^{P+1}$ – оценку затрат на второй фазе, x_i^* , x_i^{**} , $i = \overline{1, n}$ – потоки на сети P -го и $(P+1)$ -го рангов.

Пусть $\mathcal{Z}_{\Phi_1}^{P+1} \neq \mathcal{Z}_{\Phi_1}^P \Rightarrow \mathcal{Z}_{\Phi_1}^{P+1} < \mathcal{Z}_{\Phi_1}^P$. Тогда из (16), (17) получим:

$$\mathcal{Z}_{\Phi_1}^{P+1}(x^{**}) = \eta \sum_{i=1}^n x_i^{** \frac{\alpha(\beta+1)}{\alpha+\gamma}} l_i < \mathcal{Z}_{\Phi_1}^P(x^*) = \eta \sum_{i=1}^n x_i^* \frac{\alpha(\beta+1)}{\alpha+\gamma} l_i.$$

Рассмотрим теперь значение затрат на создание сети по второй фазе при найденных на первой фазе потоках x^* , x^{**} :

$$\mathcal{Z}_{\Phi_2}^{P+1}(x^{**}) = \exists^{-\frac{\alpha}{\gamma}} b k^{\frac{\alpha}{\gamma}} \sum_{i=1}^n x_i^{** \frac{\alpha(\beta+1)}{\alpha+\gamma}} \left(\sum_{j=1}^n x_j^{** \frac{\alpha(\beta+1)}{\alpha+\gamma}} l_j \right)^{\frac{\alpha}{\gamma}} l_i.$$

$$\mathcal{Z}_{\Phi_2}^P(x^*) = \exists^{-\frac{\alpha}{\gamma}} b k^{\frac{\alpha}{\gamma}} \sum_{i=1}^n x_i^* \frac{\alpha(\beta+1)}{\alpha+\gamma} \left(\sum_{j=1}^n x_j^* \frac{\alpha(\beta+1)}{\alpha+\gamma} l_j \right)^{\frac{\alpha}{\gamma}} l_i.$$

Поскольку потоки x^* , x^{**} определены на первой фазе решения задачи, то

$$\sum_{j=1}^n x_j^{** \frac{\alpha(\beta+1)}{\alpha+\gamma}} l_j = \sum_{i=1}^n x_i^{** \frac{\alpha(\beta+1)}{\alpha+\gamma}} l_i$$

и значит

$$\mathcal{Z}_{\Phi_2}^{P+1}(x^{**}) = \exists^{-\frac{\alpha}{\gamma}} b k^{\frac{\alpha}{\gamma}} \left(\sum_{i=1}^n x_i^{** \frac{\alpha(\beta+1)}{\alpha+\gamma}} l_i \right)^{\frac{\alpha}{\gamma}+1}, \quad \frac{\alpha}{\gamma} + 1 > 1,$$

$$\mathcal{Z}_{\Phi_2}^P(x^*) = \Theta^{-\frac{\alpha}{\gamma}} b k^{\frac{\alpha}{\gamma}} \left(\sum_{i=1}^n x_i^{*\frac{\alpha(\beta+1)}{\alpha+\gamma}} l_i \right)^{\frac{\alpha}{\gamma}+1}.$$

Поскольку $\frac{\mathcal{Z}_{\Phi_1}^{P+1}(x^{**})}{\mathcal{Z}_{\Phi_1}^P(x^*)} = r < 1$, то $\frac{\mathcal{Z}_{\Phi_2}^{P+1}(x^{**})}{\mathcal{Z}_{\Phi_2}^P(x^*)} = r^{\frac{\alpha}{\gamma}+1} < 1$, и, таким образом, с ростом ранга экстремума решения задачи трассировки сети снижаются и затраты на ее параметрическую оптимизацию, что и требовалось доказать.

5. Сетевая задача Штейнера

В сетевой задаче Штейнера (СЗШ), в отличии от задачи Штейнера (ЗШ) [11], [12], следует минимизировать не суммарную длину коммуникаций, а их общую стоимость. В работе Gilbert E. N. [13] впервые дана формула вычисления углов, образуемых смежными ребрами инцидентными точке Штейнера в случае, когда эти дуги имеют различные веса. В работах [14] – [16] были представлены подход и метод решения СЗШ основанные на динамической декомпозиции и ранговой оптимизации. Отметим, что СЗШ существенно сложней (ЗШ).

Задача 1 (СЗШ): На плоскости задан полный двухзвеный ориентированный геометрический граф $\Gamma(B, D)$, n вершин которого (x_i, y_i) , $i = 1, \dots, n$ фиксированы, а $(n - 2)$ вершины (x_i, y_i) , $i = n + 1, \dots, 2n - 2$ не фиксированы. Следует так определить координаты не фиксированных вершин и так приписать каждой дуге $ij \in D$ поток v_{ij} , что

$$C = \sum_{ij \in D} f_{ij}(v_{ij}) \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \rightarrow \min, \quad (24)$$

$$\sum_{i \in \Gamma_j^+} v_{ij} - \sum_{k \in \Gamma_j^-} v_{jk} = q_i, \forall j \in B, \quad (25)$$

$$\sum_{j \in \Gamma_1} v_{1j} = \sum_{j \in B_\Phi} q_j, \quad (26)$$

$$v_{ij} \geq 0, \forall ij \in D,$$

$$x_i = a_i, y_i = b_i, \forall i \in B_\Phi,$$

где $|B_\Phi| = n$, $|B_{\text{Ш}}| = n - 2$, $f_{ij}(v_{ij})$ – удельная стоимость ij -й ветви сети вогнутая непрерывно возрастающая функция, $f_{ij}(0) = 0$; $q_j > 0, j \in B_{\text{Ш}}$ и $q_j = 0, j \in B_\Phi$; q_j – поток потребляемый j -м узле (вершине) сети. Целевая функция (24) отражает общую стоимость коммуникаций сети, уравнение (25) есть уравнение неразрывности потока в сети, уравнение (26) – соотношение между источниками и стоками.

5.1. Математическое моделирование оптимального проектирования трубопроводной гидравлической сети Штейнера.

Решение задачи оптимального проектирования трубопроводной сети Штейнера, как и сети без точек Штейнера, состоит из двух фаз. На первой фазе решается задача определения структуры (трассировки) сети Штейнера, т.е. задача

$$F_{\text{Ш}}(v, h) = \sum_{ij} \left(b k^{\frac{\alpha}{\gamma}} v_{ij}^{\frac{\alpha\beta}{\gamma}} h_{ij}^{-\frac{\alpha}{\gamma}} + p v_{ij} h_{ij} \right) \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}, \rightarrow \min.$$

При этом, в результате преобразований типа (12)-(17), как и в задаче без точек Штейнера, приходим к чисто потоковой задаче

$$F(v) = \eta \sum_{ij} v_{ij}^\delta \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}, \rightarrow \min.$$

На втором этапе решается задача определения оптимальных параметров трубопроводной гидравлической сети Штейнера заданной структуры

$$h_{ij} = \frac{\Theta v_{ij}^{*\frac{\alpha\beta-\gamma}{\alpha+\gamma}}}{\sum_{i_1j_1} v_{i_1j_1}^{*\frac{\alpha\beta+\alpha}{\alpha+\gamma}} l_{i_1j_1}},$$

где

$$l_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}.$$

Поскольку значения x_{ij}^* известны, то вычислив сумму в знаменателе дроби и обозначив ее M

$$M = \sum_{i_1j_1} v_{i_1j_1}^{*\frac{\alpha\beta+\alpha}{\alpha+\gamma}} l_{i_1j_1},$$

определен h_{ij}

$$h_{ij} = \frac{\Theta v_{ij}^{*\frac{\alpha\beta-\gamma}{\alpha+\gamma}}}{M}.$$

Подставив найденные значения v_{ij}^* , h_{ij}^* , в формулу

$$d_i = \left(\frac{kv_i^{*\beta}}{h_i} \right)^{1/\gamma},$$

найдем диаметры трубопроводов водопроводной сети и их удельную стоимость по формуле

$$c_i = a + bd_i^\alpha.$$

5.2. Преобразование терминальной потоковой сети в потоковую сеть Штейнера

Поскольку задача синтеза потоковой сети Штейнера является существенно многоэкстремальной задачей большой размерности, то для ее решения следует стартовать с оптимального решения более простой задачи – задачи синтеза терминальной сети.

Преобразование терминального оствового дерева в сеть Штейнера осуществляется путем развертывания его узлов в структуры Штейнера. Каждый такой узел содержит вершину, из которой поступает поток в узел (исток), и вершины, в которые доставляется поток из узла (стоки).

Развертывание элементарных узловых структур в узловые структуры Штейнера осуществляется в соответствии с фундаментальными свойствами точек Штейнера:

1. Степени точек Штейнера равны 3, а степени фиксированных (терминальных) точек не превосходят 3.

2. Дуги оставного дерева, инцидентные каждой точке Штейнера, образуют смежные друг с другом углы, которые определяются по формуле

$$\cos(\alpha_{i,j}) = \frac{f_k^2(v_k) - f_i^2(v_i) - f_j^2(v_j)}{2f_i(v_i)f_j(v_j)},$$

где $\cos(\alpha_{i,j})$ – косинус угла между отрезками, соединяющими точку (x, y) с точками (x_i, y_i) и (x_j, y_j) .

3. Число точек Штейнера не превосходит $(n - 2)$, где n – количество терминальных точек.

4. Ребра дерева пересекаются только в вершинах дерева.

На рис. 1 представлено развертывание элементарного узла типа «исток-4 стока» в узловые структуры Штейнера.

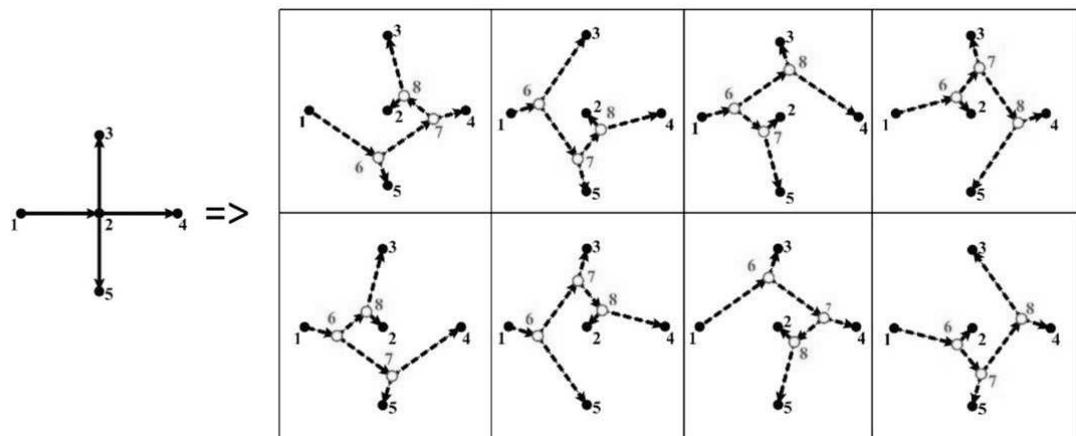


Рис 1. Узловая структура «исток-4 стока» терминальной потоковой сети и соответствующие ей узловые структуры Штейнера.

Fig 1. The nodal structure «source-4 drain» of the terminal network and the corresponding nodal Steiner structures.

5.3. Определение координат точек Штейнера

Остановимся более подробно на 2 этапе решения задачи. Пусть i – текущая точка Штейнера в процессе оптимизации сети на этапе 2.

Обозначим: M_k^{P-1} , \overline{M}_k^P , \overline{M}_k^{P+1} , соответственно, множество $(P - 1)$ -достижимых вершин из k ; P -достижимых, но не $(P - 1)$ -достижимых из k ; $(P + 1)$ -достижимых, но не P -достижимых из k . Эти множества будем для краткости называть внутренними вершинами, внутренним контуром и внешним контуром графа P_k^* .

Схема алгоритма динамической декомпозиции и ранговой оптимизации такова:

1. Определяются M_k^{P-1} , \overline{M}_k^P , \overline{M}_k^{P+1} .
2. Устраняются все дуги между вершинами M_k^P .
3. Устраняются внутренние точки Штейнера k -ой подсети и формируется множество $M\Phi_k^{P-1}$ фиксированных вершин.
4. Определяется количество внутренних точек Штейнера $(|\overline{M}_k^P \cup M\Phi_k^{P-1}| - 2)$ в формируемой подсети P_k^* .
5. Формируется (генерируется) очередная подсеть Штейнера, стягивающая точки множества $\overline{M}_k^P \cup M\Phi_k^{P-1}$.

6. Решается задача оптимизация координат точек Штейнера сформированной подсети, определяется стоимость ее коммуникаций. При этом для наилучшего согласования оптимизации подсети со всей остальной сетью, внутренний контур подвижен для его точек Штейнера, а внешний контур фиксирован т.е. варьируются координаты не только внутренних точек Штейнера, но и точек Штейнера, расположенных на внутреннем контуре сети.

Пункты 5 и 6 повторяются для всех генерируемых альтернативных структурах Штейнера текущей вершины i с отбором оптимальной по стоимости коммуникаций. Далее переходим к оптимизации следующей подсети сети Штейнера. Процесс оптимизации структуры сети завершается при построении такой сети Штейнера, любая подсеть P -го ранга которой уже не модифицируется в процессе оптимизации всей сети. Такая сеть и является сетью P -го ранга оптимальности.

6. Вычислительный эксперимент

Ниже представлены результаты вычислительного эксперимента. Вычислительный эксперимент был проведен для подтверждения согласованности фаз решения задачи компьютерного проектирования трубопроводных гидравлических сетей водоснабжения высокого ранга оптимальности. Были рассмотрены 2 сети: средней и большой размерности.

6.1. Сеть «30 узлов»

Результаты компьютерного проектирования сети на заданном графе, моделирующем возможные соединения узлов сети друг с другом.

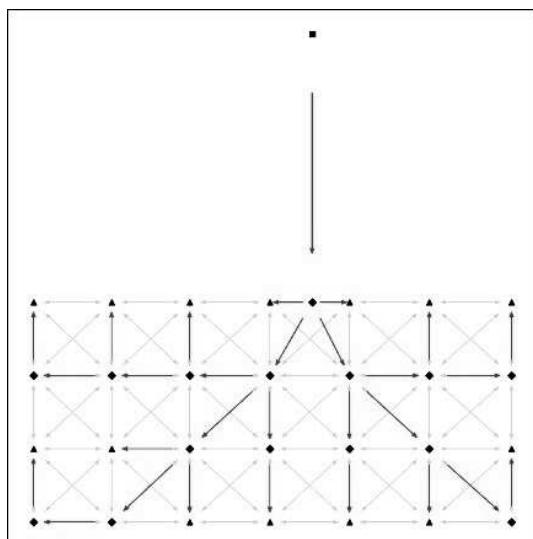


Рис. 2. Начальное оствое дерево сети
Fig. 2. Initial spanning tree

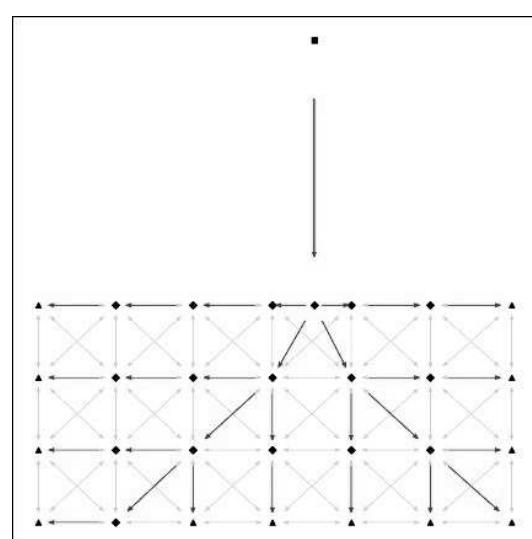


Рис. 3. 5-оптимальное дерево сети
Fig 3. 5-optimal tree

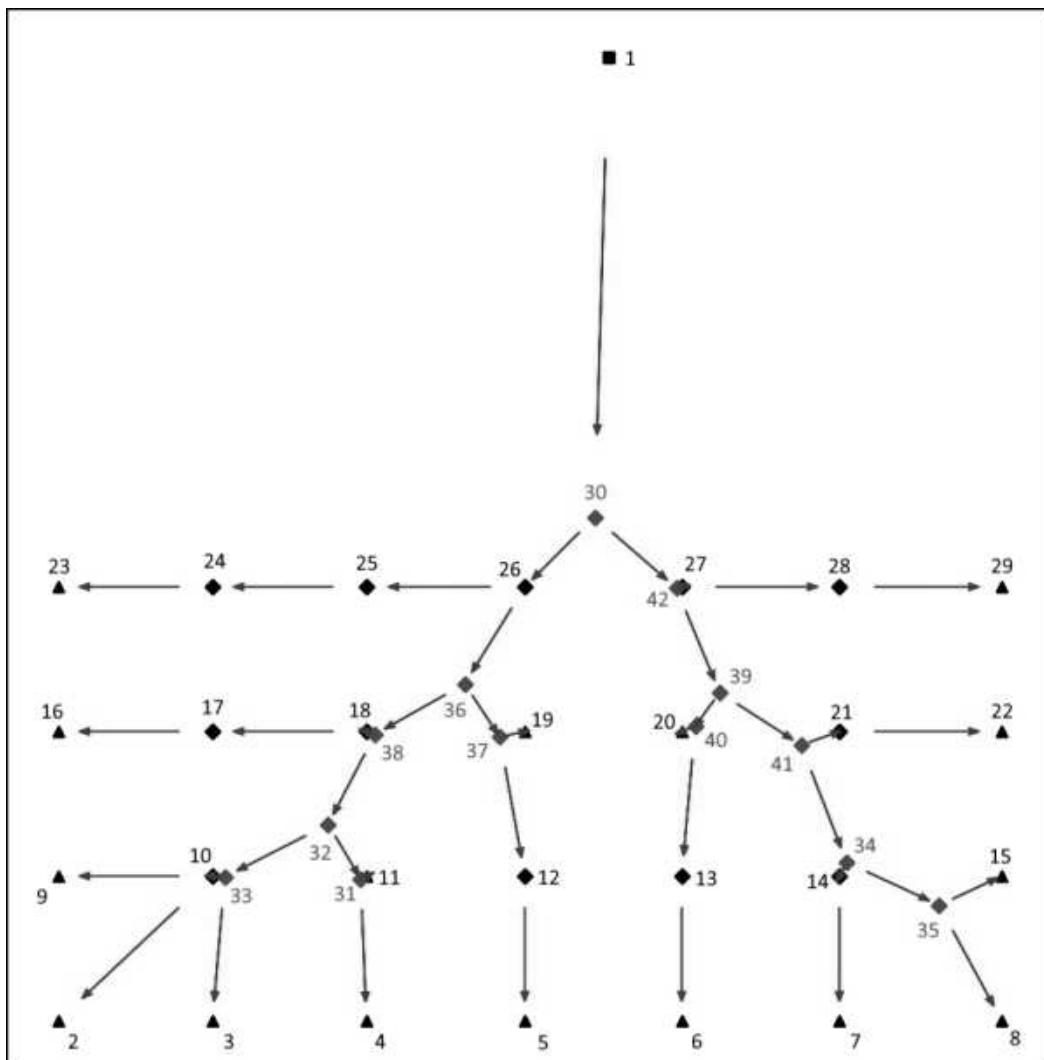


Рис 4. 2-оптимальная потоковая сеть Штейнера.

Fig. 4. Steiner's 2-optimal flow network

Таблица 2.

Table 2.

Дерево	Оценка капитальных затрат на создание сети (млн. руб.)
Начальное оствовное дерево сети (Рис. 2.)	24,847
5-оптимальное дерево сети (Рис. 3.)	23,018
2-оптимальная потоковая сеть Штейнера (Рис. 4.)	22,464

В таблице 3 приведены выходные параметры 2-оптимальной потоковой сети Штейнера (рис. 4): i – номер исходящего узла сети, j – номер входящего узла сети, l – длина ветви, x – поток по ветви, h – потери напора по ветви, c – удельная стоимость ветви, $c * l$ – стоимость ветви, d – диаметр трубы ветви, v – скорость потока по ветви, $x * h * l$ – энергетические затраты по трубопроводу ветви.

Таблица 3.

Table 3.

<i>i</i>	<i>j</i>	<i>l</i>	<i>x</i>	<i>h</i>	<i>c</i>	<i>c * l</i>	<i>d</i>	<i>v</i>	<i>x * h * l</i>
1	30	2288,816	0,672	0,018	4069,702	9314799,148	0,475	3,797	28,024
10	9	720	0,024	0,035	278,842	200766,16	0,12	2,12	0,604
10	2	1018,234	0,024	0,035	278,842	283926,226	0,12	2,12	0,854
12	5	720	0,024	0,035	278,842	200766,16	0,12	2,12	0,604
13	6	720	0,024	0,035	278,842	200766,16	0,12	2,12	0,604
14	7	720	0,024	0,035	278,842	200766,16	0,12	2,12	0,604
17	16	720	0,024	0,035	278,842	200766,16	0,12	2,12	0,604
18	17	720	0,048	0,031	487,001	350640,494	0,16	2,393	1,055
21	22	758	0,024	0,035	278,842	211362,151	0,12	2,12	0,636
24	23	720	0,024	0,035	278,842	200766,16	0,12	2,12	0,604
25	24	720	0,048	0,031	487,001	350640,494	0,16	2,393	1,055
26	25	740	0,072	0,028	674,825	499370,143	0,189	2,569	1,502
26	36	558,559	0,288	0,022	2058,42	1149749,389	0,335	3,274	3,459
27	28	737	0,048	0,031	487,001	358919,506	0,16	2,393	1,08
28	29	758	0,024	0,035	278,842	211362,151	0,12	2,12	0,636
30	26	476,185	0,384	0,02	2594,444	1235435,573	0,377	3,443	3,717
30	42	519,834	0,288	0,022	2058,42	1070036,985	0,335	3,274	3,219
31	11	30,612	0,024	0,035	278,842	8535,853	0,12	2,12	0,026
31	4	706,881	0,024	0,035	278,842	197108,099	0,12	2,12	0,593
32	31	311,016	0,048	0,031	487,001	151464,906	0,16	2,393	0,456
32	33	550,186	0,096	0,027	850,553	467962,175	0,213	2,702	1,408
33	3	717,769	0,024	0,035	278,842	200144,042	0,12	2,12	0,602
33	10	57,829	0,072	0,028	674,825	39024,612	0,189	2,569	0,117
34	35	481,454	0,048	0,031	487,001	234468,636	0,16	2,393	0,705
34	14	76,071	0,048	0,031	487,001	37046,775	0,16	2,393	0,111
35	15	326,109	0,024	0,035	278,842	90932,906	0,12	2,12	0,274
35	8	644,828	0,024	0,035	278,842	179805,071	0,12	2,12	0,541
36	37	311,507	0,072	0,028	674,825	210212,736	0,189	2,569	0,632
36	38	488,908	0,216	0,023	1633,141	798455,997	0,297	3,113	2,402
37	19	120,804	0,024	0,035	278,842	33685,237	0,12	2,12	0,101
37	12	702,061	0,048	0,031	487,001	341904,181	0,16	2,393	1,029
38	18	42,244	0,072	0,028	674,825	28507,263	0,189	2,569	0,086
38	32	498,218	0,144	0,025	1178,589	587194,38	0,251	2,9	1,767
39	40	203,154	0,072	0,028	674,825	137093,541	0,189	2,569	0,412
39	41	462,251	0,144	0,025	1178,589	544804,531	0,251	2,9	1,639
40	20	67,912	0,024	0,035	278,842	18936,757	0,12	2,12	0,057
40	13	748,489	0,048	0,031	487,001	364514,748	0,16	2,393	1,097
41	21	191,517	0,048	0,031	487,001	93268,718	0,16	2,393	0,281
41	34	621,653	0,096	0,027	850,553	528748,103	0,213	2,702	1,591
42	27	26,039	0,072	0,028	674,825	17571,697	0,189	2,569	0,053
42	39	558,253	0,216	0,023	1633,141	911705,375	0,297	3,113	2,743
Итоговые данные		Общая длина 22560,393				Капит-е затраты 22463935,56			Энерг-е затраты 67,584

6.2. Сеть «101 узел»

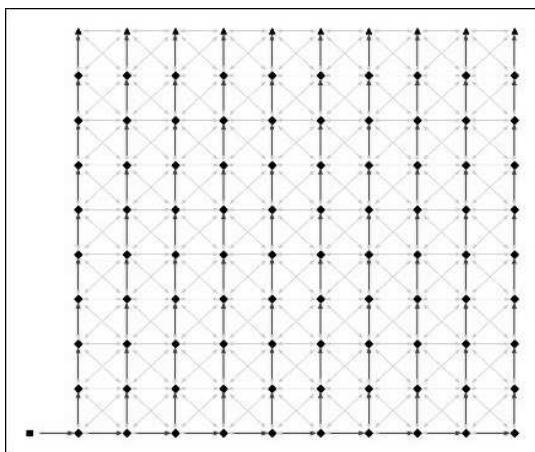


Рис. 5. Начальное оствовное дерево.
Fig. 5. Initial spanning tree.

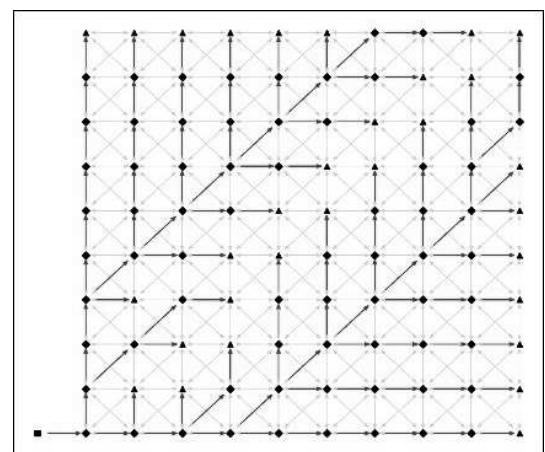


Рис. 6. 3-оптимальное оствовное дерево.
Fig. 6. 3-optimal tree.

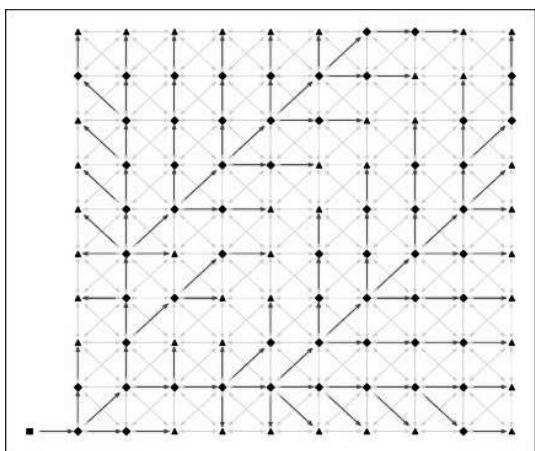


Рис. 7. 5-оптимальное оствовное дерево
(кустовая оптимизация).
Fig. 7. 5-optimal tree (cluster
optimization).

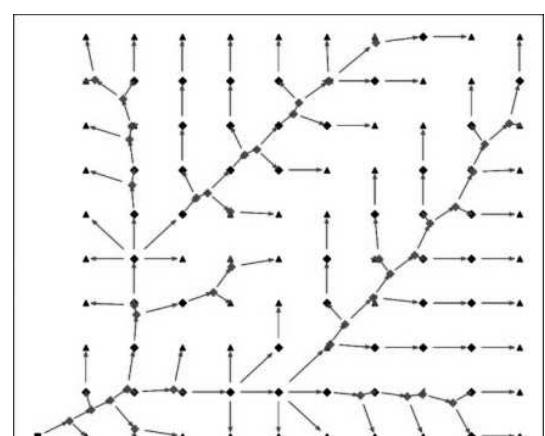


Рис. 8. 2-оптимальная потоковая сеть
Штейнера.
Fig. 8. Steiner's 2-optimal flow network.

Таблица 4.
Table 4.

Дерево	Оценка капитальных затрат на создание сети (млн. руб.)
Начальное оствовное дерево (Рис. 5.)	17,603
3-оптимальное оствовное дерево (Рис. 6.)	14,435
5-оптимальное оствовное дерево (кустовая оптимизация) (Рис. 7.)	14,128
2-оптимальная потоковая сеть Штейнера (Рис. 8.)	13,866

Заключение

В результате научных исследований получены следующие результаты:

1. Разработан метод снижения размерности задачи синтеза трубопроводной гидравлической сети. Метод основан на разделении задачи синтеза на две подзадачи – оптимизацию структуры (трассировки) сети и оптимизацию параметров сети на найденной структуре.
2. Метод обеспечивает возможность компьютерного проектирования трубопроводных гидравлических сетей высокого ранга оптимальности.
3. Проведенный обширный вычислительный эксперимент компьютерного проектирования показал эффективность метода. При этом подтверждена согласованность фаз решения задачи синтеза трубопроводной гидравлической сети: с возрастанием ранга оптимальности решения задачи структурной оптимизации (трассировки) сети снижаются и затраты на параметрическую оптимизацию сети на полученной структуре.
4. Метод может быть использован в компьютерном проектировании больших трубопроводных сетей регионального и межрегионального водоснабжения, что актуально в настоящее время.

Список использованных источников

1. Булатов В. П., Кассинская Л. И. Некоторые методы минимизации вогнутой функции на выпуклом многограннике // Методы оптимизации и их приложения. Иркутск: СЭИ СО АН СССР, 1987. С. 151–172.
2. Анциферов Е. Г., Ащепков Л. Т., Булатов В. П. Методы оптимизации и их приложения. Ч. 1. Математическое программирование // Издательство «Наука», Новосибирск, 1990. 158 с. ISBN 5-02-029658-9
3. Трубин В. А., Михалевич В. С., Шор Н. З. Оптимационные задачи производственно – транспортного планирования // Издательство "Наука Москва, 1986. 260 с.
4. Меренков А. П., Сенинова Е. В., Сумароков С. В. и др. Математическое моделирование и оптимизация систем тепло-, водо-, нефте- и газоснабжения, Наука, Новосибирск, 1992. 407 с.
5. Кудаев В. Ч. Ранги экстремумов и структурная оптимизация больших сетевых систем // Известия КБНЦ РАН, 2016, № 4(72). С. 15–24.
6. Кудаев В. Ч., Абазоков М. Б. Ранговая оптимизация потоковых сетей // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2018. № 4(24). С. 178–185. DOI: 10.18454/2079-6641-2018-24-4-178-185
7. Кудаев В. Ч., Абазоков М. Б. Компьютерное проектирование потоковых сетей Р-го ранга оптимальности // Известия КБНЦ РАН, 2019, №6(92). С. 122–131. DOI:10.35330/1991-6639-2019-6-92-122-131
8. Кудаев В. Ч., Абазоков М. Б. Кустовая оптимизация высокого ранга оптимальности потоковых сетей // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2021. Т. 37, № 4. С. 104–118.
9. Меренков А. П. Математические модели и методы для анализа оптимального проектирования трубопроводных систем: Автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. Новосибирск: Секция кибернетики Объединенного ученого совета СО АН СССР, 1974. 34 с.
10. Некрасова О. А., Хасилев В. Я. Оптимальное дерево трубопроводной системы // Экономика и мат. методы, 1970. Т. 4, №3. С. 427–432.
11. Гордеев Э. Н., Тарасцов О. Г. Задача Штейнера. Обзор // Дискретная математика. 1993, Т. 5, вып. 2. С. 3–28.
12. Melzak Z. A. On the problem of Steiner. Canad. Math. Bull. 1961. V. 4. P. 143–148.

13. *Gilbert E. N.* Minimal Cost Communication Networks. Bell System technological Journal. 1967. No. 9. P. 48–50.
14. *Багов М. А.* Построение потоковой сети Штейнера 2-го ранга оптимальности // Известия КБНЦ РАН. 2021. Т. 104. № 6. С. 185–203.
15. *Bagov M. A., Kudaev V. C.* Construction of the Current Steiner Network of the Second Optimality Rank. J Math Sci 253, 488–499 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10958-021-05245-1>.
16. *Багов М. А.* Нелокальное решение сетевой задачи Штейнера // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2018. № 4(24). С. 148–157. DOI: 10.18454/2079-6641-2018-24-4-148-157.
17. *Абрамов Н. Н. и др.* Расчет водопроводных сетей, Стройиздат, М., 1983. 278 с.

Поступила 18.11.2022; одобрена после рецензирования 28.11.2022; принята к публикации 14.12.2022.

Об авторах:

Абазоков Мухаммед Борисович, младший научный сотрудник отдела вычислительных методов Института прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН, (360017, Россия, г. Нальчик, ул. Шортанова 89 А), <https://orcid.org/0000-0002-6847-403X>, Abazokov.Mukhammed@yandex.ru

Багов Марат Алиевич, научный сотрудник отдела вычислительных методов Института прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН, (360017, Россия, г. Нальчик, ул. Шортанова 89 А), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221977895>, maratniipma@mail.ru

Кудаев Валерий Черимович, к. ф.-м. н., ведущий научный сотрудник отдела вычислительных методов Института прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН, (360017, Россия, г. Нальчик, ул. Шортанова 89 А), <https://orcid.org/0000-0002-8313-4199>, <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205145867>, vchkudaev@mail.ru

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. *V. P. Bulatov, L. I. Kassinskaya* Nekotorye metody minimizatsii vognutoy funktsii na vypuklom mnogogrannike. Metody optimizatsii i ikh prilozheniya. Irkutsk: SEI SO AN SSSR, 1987. P. 151–172.
2. *E. G. Antsiferov, L. T. Ashchepkov, V. P. Bulatov* Metody optimizatsii i ikh prilozheniya. Ch. 1. Matematicheskoe programmirovaniye. Izdatel'stvo «Nauka», Novosibirsk, 1990. 158 p. ISBN 5-02-029658-9.
3. *V. A. Trubin, V. S. Mikhalevich, N. Z. Shor* Optimizatsionnye zadachi proizvodstvenno – transportnogo planirovaniya. Izdatel'stvo "Nauka Moskva. 1986. 260 p.
4. *A. P. Merenkov, E. V. Sennova, S. V. Sumarokov i dr.* Matematicheskoe modelirovaniye i optimizatsiya sistem teplo-, vodo-, nefte- i gazosnabzheniya, Nauka, Novosibirsk, 1992, 407 p.
5. *V. Ch. Kudayev* Ranks of extrema and structural optimization of the big network systems // News of the Kabardin-Balkar Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2016, No. 4 (72). P. 15–24.
6. *V. Ch. Kudaev, M. B. Abazokov* Rank optimization for flow networks, Vestnik KRAUNC. Fiz.-mat. nauki. 2018, 24: 4. P. 178–185. DOI: 10.18454/2079-6641-2018-24-4 178-185
7. *V. Ch. Kudaev, M. B. Abazokov* Computer design of stream networks of P-th optimality rank. News of the Kabardin-Balkar Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2019, No. 6(92). P. 122–131. DOI:10.35330/1991-6639-2019-6-92-122-131

8. *M. B. Abazakov, V. Ch. Kudaev* Bush optimization method for high ranked stream networks. Vestnik KRAUNC. Fiz.-mat. nauki. 2021, 37: 4. P. 104–118. DOI: 10.26117/2079-6641-2021-37-4-104-118
9. *A. P. Merenkov* Matematicheskie modeli i metody dlya analiza optimal'nogo proektirovaniya truboprovodnykh sistem: Avtoref. dis. ... d-ra fiz.-mat. nauk. Novosibirsk: Sektsiya kibernetiki Ob"edinennogo uchenogo soveta SO AN SSSR, 1974. 34 p.
10. *O. A. Nekrasova, V. Ya. Khasilev* Optimal'noe derevo truboprovodnoy sistemy. Ekonomika i mat. metody, 1970, V. 4, No. 3. P. 427–432.
11. *E. N. Gordeev, O. G. Tarastsov* Zadacha Shteynera. Obzor. Diskretnaya matematika. V. 5, vyp. 2, 1993. P. 3–28.
12. *Z. A. Melzak* On the problem of Steiner. Canad. Math. Bull. 1961. V. 4. P. 143–148.
13. *E. N. Gilbert* Minimal Cost Communication Networks. Bell System technological Journal. 1967, No. 9. P. 48–50.
14. *M. A. Bagov* Postroenie potokovoy seti Shteynera 2-go ranga optimal'nosti. Izvestiya KBNTs RAN. 2021. V. 104. No. 6. P. 185–203. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-6-104-185-203
15. *M. A. Bagov, V. C. Kudaev* Construction of the Current Steiner Network of the Second Optimality Rank. J Math Sci 253, 488–499 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10958-021-05245-1>.
16. *M. A. Bagov* A solution with nonlocal effect to the Steiner problem in networks, Vestnik KRAUNC. Fiz.-mat. nauki. 2018, 24: 4. P. 148-157. DOI: 10.18454/2079-6641-2018-24-4-148-157
17. *N. N. Abramov i dr.* Raschet vodoprovodnyh setej, Strojizdat, M., 1983. 278 p.

Submitted 18.11.2022; approved after reviewing 28.11.2022; accepted for publication 14.12.2022.

About the authors:

Mukhammed Borisovich Abazakov, junior researcher, department of Computational Methods, Institute of Applied Mathematics and Automation of KBSC RAS, (360017, 89 A Shortanova St., Nalchik, Russia), <https://orcid.org/0000-0002-6847-403X>, Abazakov.Mukhammed@yandex.ru

Marat Alievich Bagov, researcher, department of Computational Methods, Institute of Applied Mathematics and Automation of KBSC RAS, (360017, 89 A Shortanova St., Nalchik, Russia), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221977895>, maratniipma@mail.ru

Valery Cherimovich Kudaev, Ph.D., lead researcher, department of Computational Methods, Institute of Applied Mathematics and Automation of KBSC RAS, (360017, 89 A Shortanova St., Nalchik, Russia), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205145867>, <https://orcid.org/0000-0002-8313-4199>, vchkudaev@mail.ru

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

ФИЗИКА PHYSICS

УДК 538.9

Научная статья

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-57-66>

О методических особенностях и ошибках измерения поверхностного натяжения водных суспензий

Р. Х. Дадашев¹, Р. С. Джамбулатов²

Комплексный научно-исследовательский институт им. Х. И. Ибрагимова РАН,
Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова, Грозный, Россия

¹raykom50@mail.ru, ²asldzam@mail.ru

Аннотация. В работе дается анализ методических особенностей измерения поверхностного натяжения высокодисперсных систем, к которым относятся и суспензии бентонитов. Показано, что суспензии бентонитов являются сложными неравновесными системами, при измерении поверхностного натяжения которых необходимо учесть влияние на ее величину многих факторов, основными из которых являются диспергирование и седиментация. Указанные факторы оказывают существенное влияние на измеряемое значение поверхностного натяжения. Неравновесность исследуемой системы приводит к временной зависимости поверхностного натяжения, что существенно осложняет измерение его зависимости от температуры. Для измерения поверхностного натяжения суспензии бентонитов разработан и апробирован новый метод, который базируется на суперпозиции результатов измерения, полученных двумя независимыми методами – методами висящей и лежащей капли. Седиментация, при использовании этих методов, приводит к противоположно направленным (относительно поверхности) процессам: в первом случае поверхность капли обогащается частицами твердой фазы, во втором – обедняется. Экспериментальные исследования временных зависимостей поверхностного натяжения показали, что в методе висящей капли наблюдается линейное уменьшение поверхностного натяжения, в методе лежащей капли поверхностного натяжения линейно возрастает со временем. Суперпозиция результатов, полученных этими методами, позволяет найти значение поверхностного натяжения в данный момент времени. Проведен анализ влияния различных факторов на погрешность измерения поверхностного натяжения разработанным методом.

Ключевые слова: поверхностное натяжение, дисперсная фаза, дисперсионная среда, суспензия бентонита, методы измерения, лежащая капля, висящая капля, седиментация, случайная и систематическая ошибка измерения

Благодарности: авторы выражают благодарность рецензентам за указанные замечания, которые позволили повысить качество статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования. Дадашев Р. Х., Джамбулатов Р. С. О методических особенностях и ошибках измерения поверхностного натяжения водных суспензий // Доклады АМАН. 2022. Т. 22, № 4. С. 57–66.
DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-57-66>

© Дадашев Р. Х.,
Джамбулатов Р. С., 2022



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

On the methodological features and errors of measuring the surface tension of aqueous suspensions

Raykom H. Dadashov¹, Roman S. Dzhambulatov²

Kh. I. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Grozny, Russia

Chechen State University A. A. Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russia

¹*raykom50@mail.ru*, ²*asldzam@mail.ru*

Abstract. The paper analyzes the methodological features of measuring the surface tension of highly dispersed systems, which include bentonite suspensions. It is shown that bentonite suspensions are complex nonequilibrium systems, when measuring the surface tension of which it is necessary to take into account the influence on its value of many factors, the main ones being dispersion and sedimentation. These factors have a significant effect on the measured value of surface tension. The non-equilibrium of the system under study leads to a time dependence of the surface tension, which significantly complicates the measurement of its dependence on temperature. To measure the surface tension of a bentonite suspension, a new method based on the superposition of measurement results obtained by two independent methods, the hanging drop method and the lying drop method, has been developed and tested. Sedimentation, when using these methods, leads to oppositely directed (relative to the surface) processes: in the first case, the surface of the drop enriches the particles of the solid phase, in the second – is impoverished. Experimental studies of the time dependences of surface tension have shown that in the hanging drop method there is a linear decrease in surface tension, in the lying drop method the surface tension increases linearly with time. Superposition of the results obtained by these methods allows us to find the value of surface tension at a given time. An analysis of surface tension measurement errors of the influence of various factors on the error in measuring surface tension of the developed method is carried out.

Keywords: surface tension, dispersed phase, dispersion medium, bentonite suspension, measurement methods, lying drop, hanging drop, sedimentation, random and systematic measurement error

Acknowledgments: the authors are thankful to the anonymous reviewer for his valuable remarks.

The authors declare no conflict of interest.

For citation. R. H. Dadashov, R. S. Dzhambulatov On the methodological features and errors of measuring the surface tension of aqueous suspensions. Adyghe Int. Sci. J. 2022. Vol. 22, No. 4. P. 57–66. DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-57-66>

© Dadashov R. H.,
Dzhambulatov R. S., 2022

Введение

Для решения многих практически важных проблем необходимы надежные данные по поверхностным свойствам используемых материалов [1]–[12]. Подавляющее большинство существующих методов измерения поверхностного натяжения (σ) предназначены для исследования равновесных двухфазных систем [12]. При этом недостаточно разработанными остаются методы измерения поверхностных свойств дисперсных систем, к которым относятся и супензии бентонитов. В частности, практически неразработанной остается методика измерения σ супензий бентонитов, учитывающая влияние на величину σ непрерывных процессов диспергирования и седиментации частиц. В связи с этим разработка новых и усовершенствование имеющихся методов определения σ дисперсных систем, к которым относится и супензии бентонитов, является актуальной задачей.

Супензия бентонита представляет собой полидисперсную систему, в которой протекают такие процессы как диспергирования и седиментация. В результате действия этих процессов происходит изменение размеров и содержания частиц твердой фазы в поверхностном слое, что оказывает влияние на значение σ супензии. При разработке методики измерения σ супензии бентонитов, прежде всего, необходимо иметь в виду, что эти системы имеют сложную структуру и химический состав, они отличаются неравновесностью, обусловленной указанными процессами. Непрерывно протекающие процессы седиментации и диспергирования приводят к временной зависимости σ супензии, что создает значительные трудности при разработке надежных методов измерения σ дисперсных систем. Этим, в частности, обусловлена недостаточная изученность целого ряда практических важных свойств бентонитов [4]–[11].

В супензии бентонитов существуют несколько границ раздела фаз. Это – граници раздела фаз: твердое тело – жидкость, твердое тело – газ (воздух), жидкость – газ (воздух). Под поверхностью супензии мы подразумеваем границу раздела жидкость – воздух, которая является объектом исследования в данной работе.

Обзор литературы

Принято считать, что частицы твердой фазы не участвуют в формировании поверхностного слоя и не оказывают существенного влияния на величину σ супензии бентонита. В научной литературе особенности на изотермах σ супензии бентонита обычно связывают не с наличием частиц твердой фазы, а с составом жидкой фазы, наличием избыточных зарядов на поверхности [13], влиянием электролитов [7]. Однако имеющиеся экспериментальные результаты свидетельствуют о том, что в сочетании с коллоидными частицами, частицы твердой фазы могут оказывать существенное влияние на величину σ [4]–[6], [14]. С другой стороны, как отмечено выше, в результате непрерывно протекающих неравновесных процессов (диспергирование и седиментация) частицы твердой фазы, в зависимости от метода измерения σ , оседают или покидают поверхность. Эти процессы приводят к изменению формы (контура) капли, что отражается на величине измеряемого значения σ .

Исходя из вышеизложенного, методы измерения σ супензии можно разбить на две группы. К первой группе можно отнести методы, в которых процесс измерения σ сопровождается седиментацией частиц твердой фазы на поверхность (метод висящей капли, сталагмометрический метод). Ко второй группе относятся методы, в которых частицы твердой фазы, в результате седиментации уходят из поверхностного слоя, т. е. поверхность со временем обедняется грубодисперсными частицами (метод лежащей капли, максимального давления в газовом пузырьке или в капле, метод капиллярного поднятия и другие).

При использовании любого из указанных методов экспериментатор столкнется с проблемами, связанными с непрерывным изменением содержания твердых частиц в поверхностном слое. Поэтому, прежде чем приступить к экспериментальным исследованиям поверхностных свойств суспензии, необходимо разработать эффективные способы учета влияния этих факторов на измеряемое значение σ .

Для решения поставленной проблемы нами изучена зависимость σ суспензии бентонита от времени формирования капли двумя независимыми методами: лежащей и висящей капли. Полученные результаты представлены на рис. 1 и 2, откуда видно, что значения σ , полученные методом лежащей капли, со временем увеличиваются (рис. 1), а при измерениях σ методом висящей капли поверхностное натяжение со временем уменьшается (рис. 2). При этом увеличение содержания твердой фазы в суспензии приводит, при сохранении линейной зависимости σ от времени, к увеличению абсолютного значения углового коэффициента. Эти закономерности изменения σ со временем обусловлены тем, что в методе лежащей капли концентрация частиц твердой фазы в поверхности в результате седиментации уменьшается, что приводит к увеличению σ , а при измерении σ методом висящей капли поверхность, наоборот, обогащается частицами твердой фазы.

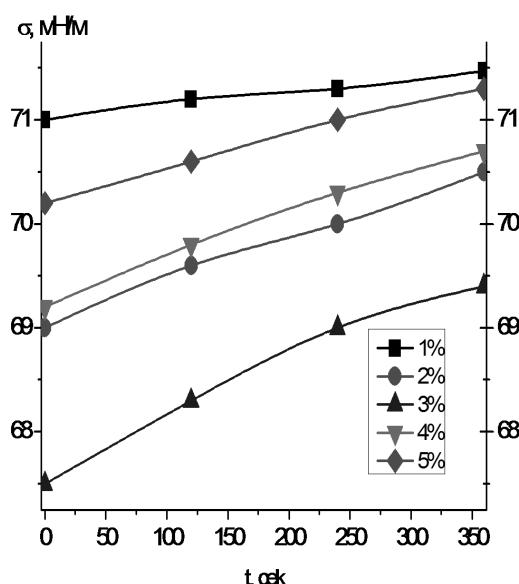


Рис. 1. Зависимость σ суспензии бентонита с различным содержанием твердой фазы от времени формирования капли при 298 К (метод лежащей капли)

Fig. 1. Dependence of σ of a suspension of bentonite with different solids content on the time of drop formation at 298 K (seated drop method)

Капля под действием осевших на поверхность твердых частиц вытягивается, что фиксируется прибором как снижение величины σ .

Таким образом, при измерении σ суспензии бентонитов экспериментатор сталкивается с проблемами, обусловленными динамическим характером σ , чем обусловлена зависимость σ от времени формирования капли. Использование для этих целей динамических методов измерения поверхностного натяжения [12] не всегда оправдано и требует специальных исследований.

Для решения этой задачи нами предложена новая методика, которая позволяет учесть влияние седиментации на измеряемое значение σ суспензии. Сущность этого метода за-

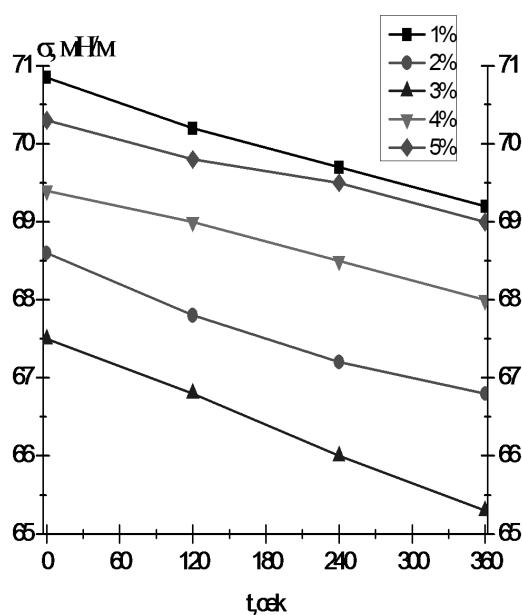


Рис. 2. Зависимость σ суспензии бентонита с различным содержанием твердой фазы от времени формирования капли при 298 К (метод висячей капли)

Fig. 2. Dependence of σ of bentonite suspension with different solids content on the time of drop formation at 298 K (hanging drop method)

ключается в том, что измерения σ проводятся двумя независимыми методами: методами висячей и лежащей капли [15]. Процесс седиментации при использовании этих способов измерений протекает в противоположных направлениях: в первом случае поверхность капли обогащается частицами твердой фазы, во втором – обедняется. В результате действия этих процессов временные зависимости σ в этих двух случаях демонстрируют противоположные изменения, а именно, при использовании метода висячей капли наблюдается линейное (в пределах погрешности измерений) уменьшение σ (рис. 2), а при использовании метода лежащей капли σ линейно возрастает со временем (рис. 1). При этом коэффициенты временной зависимости σ , в пределах погрешности измерения, по абсолютной величине равны.

Следует отметить, что на значение σ суспензии может также оказывать влияние подложка, на которой формируется лежащая капля. В наших исследованиях в качестве подложки используется рекомендованная производителем прибора DSA-100 [15] стандартная фторопластовая пластина. Об отсутствии заметного влияния подложки на величину σ суспензии свидетельствует тот факт, что значения σ суспензии, полученные методом лежащей капли (капля располагается на подложке), и висячей капли (капля висит на кончике стального капилляра), в пределах погрешности эксперимента совпадают. На рис. 3 представлены экспериментальные данные по временной зависимости σ суспензии бентонита (концентрация твердой фазы 3 масс %), полученные двумя независимыми методами (методами висячей и лежащей капли). Для сравнения на том же рисунке представлена временная зависимость σ , полученная суперпозицией (усреднением) результатов, полученных в данный момент времени разными методами.

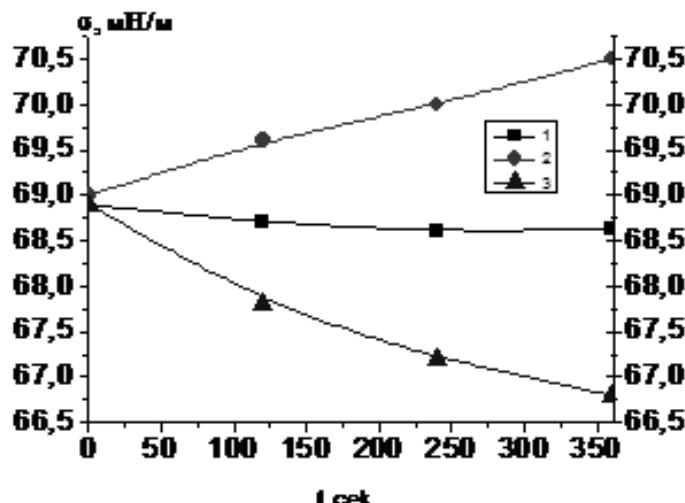


Рис. 3. Временная зависимость поверхностного натяжения суспензии бентонита при 298 К (3 масс. % твердой фазы): 1 – усредненные значения; 2 – метод лежащей капли; 3 – метод висячей капли.

Fig. 3. Time dependence of the surface tension of a suspension of bentonite at 298 K (3 wt. % of the solid phase): 1 — averaged values; 2 — sessile drop method; 3 — hanging drop method.

Как видно из рисунка (прямые 2 и 3), углы наклона прямых, характеризующих зависимость σ от времени выдержки капли ($\sigma(t)$) относительно горизонтальной прямой, по абсолютному значению равны, а усредненные значения рис. 3, в изученном интервале времени, в пределах погрешности измерения не зависят от времени.

Результаты исследования

Для апробации разработанной методики экспериментально изучены временные зависимости поверхностного натяжения ($\sigma(t)$) суспензии бентонитов, которые отличаются друг от друга только содержанием частиц твердой фазы. Как видно из рис. 4, значения σ , полученные методом суперпозиции результатов, полученных методами лежащей и висячей капли, в пределах погрешности измерения не зависят от времени, что позволяет получать достоверные экспериментальные данные по σ суспензии в данный момент времени.

Очевидно, что эффективное использование предложенной методики на практике требует детального анализа погрешностей измерения σ .

Известно, что систематическая ошибка, за исключением специальных случаев, не меняется в процессе измерения. Поэтому разброс экспериментальных данных по величине σ будет определяться только случайной составляющей общей ошибки измерения. Систематическая ошибка измерения σ тензиометром DSA-100 «KRUSS», согласно данным производителя, равна 1% [15]. Значения σ суспензий бентонита лежат в диапазоне 50–70 мН/м. Следовательно, абсолютное значение систематической погрешности измерения σ суспензии бентонита тензиометром DSA-100 «KRUSS» составляет ± 0.7 мН/м.

Для оценки случайной погрешности измерения физической величины разработаны несколько подходов [16]. Одним из наиболее надёжных из них является метод, который базируется на вычислении среднеквадратичной ошибки измерения физической величины. При этом с увеличением количества измерений, случайная составляющая общей ошибки измерения уменьшается до определенного статистического предела.

В тензиометре DSA-100 предусмотрена возможность многократного измерения σ в

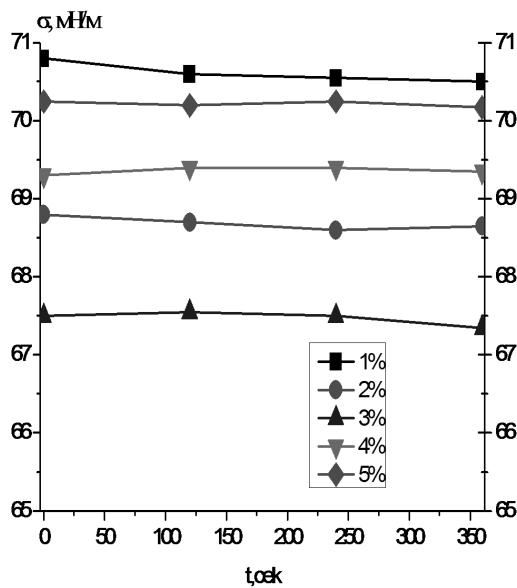


Рис. 4. Временная зависимость поверхностного натяжения суспензии бентонита с различным содержанием частиц твердой фазы при 298 К. Прямые получены усреднением результатов измерения σ методами лежащей и висящей капли.

Fig. 4. Time dependence of the surface tension of a suspension of bentonite with different content of solid particles at 298 K. Straight lines are obtained by averaging the results of measuring σ by the sessile and hanging drop methods.

автоматическом режиме, что позволяет получать необходимое количество экспериментальных данных в течение короткого промежутка времени. Увеличение массива экспериментальных данных приводит к значительному снижению величины случайной ошибки. При этом необходимо иметь в виду, что эту ошибку достаточно снизить до тех пор, пока она не станет существенно ниже систематической ошибки измерения прибора.

Исходя из этого, для определения случайной ошибки измерений σ водной суспензии бентонита были использованы результаты многократных измерений σ водных суспензий бентонита (3-4 серии по 30 измерений в каждой). Согласно полученным экспериментальным данным, максимальный разброс значений σ наблюдается для суспензий бентонитов с содержанием твердой фазы 3 масс. %. Поэтому для статистической обработки нами использованы результаты измерения σ этой суспензии бентонита. Использованные экспериментальные данные представлены в таблице.

Среднюю квадратичную ошибку измерений определяли по выражению:

$$S_n^2 = \sqrt{\frac{\sum(x - x_i)^2}{n(n - 1)}},$$

где $x - x_i$ – отклонение величины единичного измерения от среднего значения; n – общее число измерений. Расчеты показали, что значение погрешности измерения σ равно $S_n = 0.31$ мН/м. Поскольку коэффициент Стьюдента при 30 измерениях равен 2, то средняя квадратичная ошибка измерения ($\Delta\sigma$) (при концентрации 3% твердой фазы бентонита) равна $\pm 0,62$ мН/м.

Таблица 1. Поверхностное натяжение суспензии бентонита при концентрации твердой фазы 3 масс. %

Table 1. The surface tension of a suspension of bentonite at a solid phase concentration of 3 wt. %.

н-число измерений	σ , мН/м	н-число измерений	σ , мН/м	н-число измерений	σ , мН/м
1	59,30	11	59,40	21	59,43
2	59,27	12	59,27	22	59,32
3	59,23	13	59,26	23	59,20
4	59,25	14	59,23	24	59,70
5	59,40	15	59,20	25	59,50
6	58,90	16	58,74	26	58,80
7	58,70	17	58,73	27	58,65
8	58,40	18	58,44	28	58,42
9	58,10	19	58,12	29	58,15
10	57,46	20	57,80	30	57,71
Среднее значение		59,10 мН/м			

Заключение

Таким образом, на основе проведенных экспериментальных исследований и анализа полученных данных, в работе показано, что влияние седиментации на измеряемое значение σ можно существенно снизить, если провести измерения поверхностного натяжения двумя независимыми методами: висящей и лежащей капли.

Остальные факторы, оказывающие влияние на поверхностное натяжение суспензии, можно отнести к категории случайных. Значения этих погрешностей можно уменьшить до тех пор, пока суммарная ошибка измерения σ суспензии бентонитов не будет определяться систематической ошибкой измерения σ прибором DSA-100. При этом измерение поверхностного натяжения двумя независимыми методами и усреднение полученных результатов может уменьшить и величину систематической ошибки измерения σ , так как частично сводит эту погрешность в категорию случайной. В итоге, разработанная методика измерения σ суспензии значительно повышает точность и воспроизводимость получаемых экспериментальных данных.

Список использованных источников

1. Dadashov R., Kutuev R., Elimkhanov D. Analytical description of concentration dependence of surface tension in multicomponent systems. Journal of Physics: Conference Series. 2008. V. 98, No. 6. Art. 062029.
2. Алчагиров Б. Б., Дадашев Р. Х., Дышекова Ф. Ф., Элимханов Д. З. Поверхностное натяжение индия. Методы и результаты исследований // Теплофизика высоких температур. 2014. Т. 52, № 6. С. 941–960.
3. Дадашев Р. Х., Хоконов Х. Б., Элимханов Д. З., Бичуева З. И. Концентрационная зависимость поверхностного натяжения двойных систем // Известия Российской академии наук. Серия физическая. 2007. Т. 71, № 2. С. 264–266.
4. Dadashov R. H., Dzhambulatov R. S., Elimkhanov D. Z. Effect of Nanoscale Particles on the Surface Properties of Aqueous Suspensions of Bentonites. Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics, 2018. V. 82, No. 7. P. 902–904.
5. Nanda K., Bulk K. Cohesive energy and surface tension from the size-dependent evaporation study of nanoparticle. Applied Physics Letters. 2005. V. 87. P. 21–29.

6. *Van Olphen H.* Forces between suspended bentonite particles. Shell Development Company. Exploration and prediction research division. Huston. 2008. No. 62. P. 204–224.
7. Шантарин В. Д., Войтенко В. С. Физико-химия дисперсных систем. М.: Недра, 1990. 315 с.
8. Витюгин В. М., Фукс О. А., Сомова Т. Н. Исследование влияния концентрации бентонитовых суспензий на поверхностное натяжение и реологические свойства // Известия Томского политехнического института имени С. М. Кирова. 1977. Т. 214. С. 106–108.
9. Дадашев Р. Х., Джамбулатов Р. С., Дадашева З. И., Талхигова Х. С. Влияние некоторых факторов на изотермы поверхностного натяжения водных суспензий бентонита // Известия Кабардино-Балкарского университета. 2019. Т. 9, № 2. С. 48–52.
10. Джамбулатов Р. С., Дадашев Р. Х., Элимханов Д. З. Теоретические модели для прогноза поверхностного натяжения растворов диоксан 1,4-ацетон-вода // Вестник Академии наук Чеченской Республики. 2015. № 1(26). С. 5–8.
11. Дадашев Р. Х., Джамбулатов Р. С., Элимханов Д. З. О влиянии пространственных структур на свойства поверхности суспензий бентонита // Вестник Академии наук Чеченской Республики. № 2 (49). 2020. С. 21–24
12. Русанов А. И., Прохоров В. А. Межфазная тензометрия. СПб.: Химия, 1994. 397 с.
13. Кочурова Н. Н., Русанов А. И., Мырзахметова Н. О. Эффект Джонса-Рея и поверхностная электризация // Журнал Доклады академии наук СССР. 1991. Т. 316, № 6. С. 1425–1427.
14. Дадашев Р. Х., Джамбулатов Р. С., Элимханов Д. З. Особенности концентрационной зависимости поверхностного натяжения водных суспензий бентонитов // Журнал физической химии. 2015. Т. 89, № 8. С. 1338–1340.
15. Дадашев Р. Х., Джамбулатов Р. С., Элимханов Д. З. Измерение поверхностного натяжения методом висящей капли на тензиометре DSA-100 // Сборник Труды КНИИ РАН, Грозный, 2012. № 5. С. 3–7
16. Алентьев А. Н., Ильченко А. Г., Токов А. Ю. Статистические методы обработки результатов физического эксперимента: уч. пособие. Иваново: 2007. 143 с.

Поступила 24.11.2022; одобрена после рецензирования 22.12.2022; принята к публикации 26.12.2022.

Об авторах:

Дадашев Райком Хасимханович, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории экспериментальной физики Комплексного научно-исследовательского института им. Х. И. Ибрагимова РАН (366002, Российская Федерация, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. Старопромысловское ш., д. 21 а), действительны член АМАН, ORCID: 0000-0002-0192-5510, Scopus ID 6603898428, raykom50@mail.ru

Джамбулатов Роман Суламбекович, к.ф.-м.н., зав. отделом физико-математических исследований Комплексного научно-исследовательского института им. Х. И. Ибрагимова РАН (366002, Российская Федерация, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. Старопромысловское ш., д. 21 а), ORCID: 0000-0002-4126-127X, Scopus ID 56205601800, asldzam@mail.ru

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. R. Dadashov, R. Kutuev, D. Elimkhanov Analytical description of concentration dependence of surface tension in multicomponent systems. Journal of Physics: Conference Series. 2008. V. 98. No. 6. Art. 062029.
2. B. B. Alchagirov, R. H. Dadashov, F. F. Dyshekova, D. Z. Elimkhanov Surface tension of India. Methods and results of research. Teplofisika vysokikh temperatur. 2014. V. 52, No. 6. P. 941–960.

3. R. Kh. Dadashev, Kh. B. Khokonov, D. Z. Elimkhanov, Z. I. Bichueva Concentration dependence of surface tension of double systems. Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Physical Series. 2007. V. 71, No. 2. P. 264–266.
4. R. H. Dadashev, R. S. Dzhambulatov, D. Z. Elimkhanov Effect of Nanoscale Particles on the Surface Properties of Aqueous Suspensions of Bentonites. Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics, 2018. V. 82, No. 7. P. 902–904.
5. K. Nanda, K. Bulk Cohesive energy and surface tension from the size-dependent evaporation study of nanoparticle. Applied Physics Letters, 2005. V. 87. P. 21–29.
6. Van Olphen H. Forces between suspended bentonite particles. Shell Development Company. Exploration and prediction research division. 2008. Huston. No. 62. P. 204–224.
7. V. D. Shantarin, V. S. Voytenko Physico-chemistry of dispersed systems. Moscow: Nedra, 1990. 315 p.
8. V. M. Vitiugin, O. A. Fuchs, T. N. Somova Study of influence of bentonite suspensions concentration on surface tension and rheological properties. Proceedings of Tomsk Polytechnic Institute named after S. M. Kirov. 1977. V. 214. P. 106–108.
9. R. Kh. Dadashev, R. S. Dzhambulatov, Z. I. Dadasheva, H. S. Talhigova The influence of some factors on the surface tension isotherms of aqueous suspensions of bentonite // Proceedings of the Kabardino-Balkarian University. 2019. V. 9, No. 2. P. 48–52.
10. R. S. Dzhambulatov, R. Kh. Dadashev, D. Z. Elimkhanov Theoretical models for the prediction of the surface tension of dioxane 1,4-acetone-water solutions. Bulletin of the Academy of Sciences of the Chechen Republic. 2015. No. 1(26). P. 5–8.
11. R. Kh. Dadashev, R. S. Dzhambulatov, D. Z. Elimkhanov The influence of spatial structures on the surface properties of bentonite suspensions. Bulletin of the Academy of Sciences of the Chechen Republic. No. 2 (49). 2020. P. 21–24.
12. A. I. Rusanov, V. A. Prokhorov Inter-phase tensometry. SPb: Chemistry, 1994. 397 p.
13. N. N. Kochurova, A. I. Rusanov, N. O. Myrzakhmetova The Jones-Reay effect and surface electrification. Journal of the Reports of the Academy of Sciences of the USSR. 1991. V. 316, No. 6. P. 1425–1427.
14. R. KH. Dadashev, R. S. Dzhambulatov, D. Z. Elimkhanov Features of the concentration dependence of the surface tension of aqueous suspensions of bentonite. Journal of Physical Chemistry. 2015. V. 89, No. 8. P. 1338–1340.
15. R. Kh. Dadashev, R. S. Dzhambulatov, D. Z. Elimkhanov Measurement of surface tension by the method of a hanging drop on tensiometer DSA-100. Proceedings of KNII RAS, Grozny, 2012. No. 5. P. 3–7.
16. A. N. Alentjev, A. G. Ilchenko, A. Y. Tokov Statistical methods of processing the results of physical experiment: tutorial. Ivanovo: 2007. 143 p.

Submitted 24.11.2022; approved after reviewing 22.12.2022; accepted for publication 26.12.2022.

About the authors:

Raykom Khasimkhanovich Dadashev, Ph. Chief Scientific Associate at the Laboratory of Experimental Physics, Kh. I. Ibragimov Complex Research Institute of the Russian Academy of Sciences (21 a, st. Staropromyslovskoe sh., Grozny, Chechen Republic, Russian Federation, 366002), Full member of AIAS, ORCID: 0000-0002-0192-5510, Scopus ID 6603898428, raykom50@mail.ru

Roman Sulambekovich Dzhambulatov, Candidate of Philosophy and Mathematics, Head of the Department of Physical and Mathematical Research of the Kh. I. Ibragimov, (21 a, st. Staropromyslovskoe sh., Grozny, Chechen Republic, Russian Federation, 366002) ORCID: 0000-0002-4126-127X, Scopus ID 56205601800, asldzam@mail.ru

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

ФИЛОЛОГИЯ PHILOLOGY

УДК 82

Научная статья

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-67-75>

Язык как мотив обращенности к родине (на примере адыгов у Кадыра Натхо)

Ф. Н. Хуако

Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп, Россия
fatimah2@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется функциональная миссия языка как инструментального механизма, действующего в пределах сознания находящегося за пределами Родины адыга. После рассмотрения ряда соответствующих теоретических аспектов и заключения на их основе об актуальности вопросов взаимодействия языка и сознания автор обращается к конкретному текстовому ресурсу. Им в работе выступает известный на адыгской ниве текст «Воспоминаний» оставшегося за границей соотечественника Кадыра Натхо. Анализируя тексты его некоторых новелл и, делая на этом основании выводы о взаимной обусловленности языка и сознания соотечественника, автор статьи ассоциирует язык с мощью, выстраивавшей индивидуальное мышление в его оглядке на Родину как под ментальность, так и под обстоятельства.

Ключевые слова: язык, сознание, образ Родины, Кадыр Натхо

Благодарности: автор выражает благодарность рецензентам за указанные замечания, которые позволили повысить качество статьи.

Для цитирования. Хуако Ф. Н. Язык как мотив обращенности к родине (на примере адыгов у Кадыра Натхо) // Доклады АМАН. 2022. Т. 22, №. 4. С. 67–75.
DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-67-75>

© Хуако Ф. Н., 2022

Original article

Language as a motivation to the motherland (by the example of the adyges at Kadyr Natkho)

Fatimet N. Khuako

Maykop State Technological University, Maykop, Russia
fatimah2@mail.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Abstract. The article analyzes the functional mission of the language as an instrumental mechanism operating within the consciousness of the Adyghe who is outside the Motherland. After considering a number of relevant theoretical aspects and concluding on their basis about the relevance of the issues of interaction between language and consciousness, the author turns to a specific text resource. The text of "Memoirs" of the compatriot Kadyr Natkho, who remained abroad, acts as the text in the work known in the Adyghe field. Analyzing the texts of some of his short stories and drawing conclusions on this basis about the mutual conditionality of the language and the consciousness of a compatriot, the author of the article associates the language with the power that builds individual thinking in its look at the Motherland both under mentality and under circumstances.

Keywords: language, consciousness, image of the Motherland, Kadyr Natkho

Acknowledgments: the author are thankful to the anonymous reviewer for his valuable remakes.

For citation. F. N. Khuako Language as a motivation to the motherland (by the example of the adyges at Kadyr Natkho). Adyghe Int. Sci. J. 2022. Vol. 22, No. 4. P. 67–75.
DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-67-75>

© Khuako F. N., 2022

Устоявшейся научной истиной уже не первое столетие в глубинах мировых цивилизаций является факт: своеобразная метафизика всегда присуща любому лингвистическому механизму. Следовательно, язык уверенно и неизбежно очерчивает всякому носителю специфическую реальность всегда по-своему, являясь тем самым заметным психологическим стимулом тому или иному представителю всякой цивилизационной культуры. В подобном отношении язык неизбежно составляет определенную понятийную конструкцию, что помогает индивиду выстраивать собственный образ жизни и образ мыслей. Таким образом, очевидна следующая линия бытия: язык является собой присущее тому или иному носителю строго определенное пространство.

На научных просторах предыдущих веков в некотором отношении воздействие названной линии сказалось на теоретических разработках следующих мировых лингвистов. Это были: великий французский синолог первой половины прошлого века Марсель Гране, швейцарский лингвист XX в. Шарль Балли, французско-бельгийский этнолог XX века Клод Леви-Строс, первый профессор лингвистики в Норвегии XX в. Альф Соммерфельт, швейцарский философ XX в. Жан Пиаже, а также прочие. Однако наиболее заметно данная теория просматривается у немецкого философа и культуролога (в то же время, – неокантианца) прошлого века Эрнеста Кассирера, которому удалось формирование аспектов своеобычной философии культуры, а также, – теоретическая разработка функции сознания, обогащенной символизмом. В его трудах указанный языковой мотив фактически выступает стержневым. Наиболее признанной монографией Э. Кассира в ее пересеченности с языковой культурологией является «Философия символических форм».

Сторонники соответствующих трудов, разделяющие идеи Марбургской школы неокантианства, полагают следующее. Язык оформляет и распространяет представления индивидуума о внешнем мире, благодаря чему языковой носитель персонально владеет собственными установками, а также остается способен презентовать такие личные позиции многим другим языковым представителям. Имеются также данные установки

и у сегодняшних неогумбольдтианцев, направление которых также относится к современному языкоznанию. Относя язык к категории определенного «национального духа», неогумбольдтианство (присущее воззрениям Вильгельма Гумбольдта) предполагает следующее. Носители, обладающие различными языками, весьма дифференцированно видят действительность, а также, – ведут себя в ней. Следовательно, некая «картина мира» у них определяется признаками языкового механизма, каковой очерчивает персональный ход мыслей индивида.

Тем самым, как говорит по этому поводу исследователь нашего времени профессор Батыrbий Берсиров, «идея о замкнутости человека в своеобразном волшебном кругу своего родного языка, <...>, прошла через всю историю европейского языкоznания (и сопредельных с ним наук) XIX и XX вв., хотя и не всегда находилась на первом плане» [1, с. 72]. Именно это и попытаемся проследить в нашей работе в авторских новеллах Кадыра Натхо (Natkho K. Memories (= «Воспоминания»)). Известный сегодня адыг, успевший в детстве и в юные годы пожить на Родине, но семья которого оказалась в ряду черкесских изгнанников в Турции, будучи уже взрослым, взирает в своем внушительном художественно-публицистическом издании на отечественные земли из турецкого зарубежья.

Применительно к Северному Кавказу язык испокон веков выступает мощным этно-культурным ориентиром каждой из многочисленных, скопившихся здесь наций. Убеждения в гармоничном созвучии между языковой единицей и очерчиваемым ею явлением ощутимо заметны и действенны в большинстве цивилизационных культур. В предыдущие столетия до появления письменности реалии и духовно-психологические установки социума контролировались посредством идейно-образного ресурса, который был присущ и соответствовал мифическим традициям того или иного эпоса. У адыгов подобным эпическим ресурсом является цикл «Нарты», несущий собой и философские, и духовные понятия народа. Однако имевший место быть в истории северокавказских народов силовой натиск иноязыковой России не мог не сказаться на возникновении здесь адаптационной проблематики, касающейся сохранности местных языков и культур.

Несмотря на то, что тот или иной кавказский (в том числе, – адыгский) этнос ранее не владел письменностью на своем языке, он успешно приобретает ее в середине прошлого века. На кавказских территориях в прошлом и нынешнем веках русский язык выступает наиболее частым и активным межнациональным инструментом, обильным, разносторонним и распространенным. Данное средство межэтнической коммуникации порой односторонне присуждает языковому носителю конкретное мировидение, фиксирует его мыслительные средства и, тем самым, – образ действия. И потому нередко общение на советском, так и на пост-советском (в частности, российском) пространстве преимущественно предпочитает русский и отнюдь не поощряет использование других национальных языков. Так, в частности, в первые десятилетия прошлого века адыгские писатели были вынуждены пытаться справиться с частыми сложностями, стремясь к активизации у получателя открытой реакции на печатное слово.

Данные трудности, еще более усугубившиеся на протяжении шаблонного советского режима, в их совокупности привели к имеющейся на начало нового (текущего) тысячелетия ситуации: представитель кавказского этноса чаще предпочитает говорить на русском, будучи уверен в неприятии своего родного языка прочими нациями. Однако рассматриваемый нами адыгский соотечественник Кадыр Натхο (Турция) весьма убедительно объясняет в своих «Воспоминаниях...» собственную склонность к изложению подобных сведений. Так, к примеру, по позыву от одного из турецких журнальных изда-

телей рассказчик приступает к творчеству. Он своими статьями и рассказами стремится осветить адыгскую национальную культуру, хронику событий и обычай. Поясняет собственную мотивацию в своей оглядке на язык предков Кадыр Натхо в новелле «Мой новый концерн» так: издатель «пробудил во мне старые опасения, которые у меня были разработаны в Иордании, когда я понял в первый раз, что наши молодые черкесские поколения не забыли наш язык» [2, с. 372].

На протяжении многих веков пользования языком воздействие того или иного слога и его конструкций на человеческую деятельность демонстрировалось и доказывалось в процессе бытия его носителей. Так, к примеру, у современного составителя «Мемуаров...» (Четыре друга эпохи. Мемуары на фоне столетия. – М.: АСТ, 2013) И.Оболенского российский историк моды второй половины XX века Александр Васильев прямо воспевает выражение «Я русский, и я горжусь». Эта присущая ему позиционная доминанта поддерживалась им при переселении во Францию в конце предыдущего столетия. Она косвенно предопределяет официально заявленное им позже разочарование в новоприобретенном месте проживания («Мне уже не нравится во Франции!» <https://yandex.ru/video/preview/14491305284438542286>). С той же силой обращен мысленно к предкам (уже, – адыгским) своим творчеством Кадыр Натхо, объясняя свою творческую мотивацию следующим образом: «Я, наконец, понял на встрече с некоторыми молодыми черкесами, что наше молодое поколение в целом не проявляет большого интереса к чтению истории. Поэтому я решил написать для них рассказы, основанные на нашем фольклоре, которые бы донесли до них нашу историю и культуру в капсуле» [3, с. 372]. Именно здесь он и делится своими ощущениями, охватившими его в ходе обращения к этой задаче. В первую очередь считает себя строго обязанным просветить их по поводу имеющегося у них общего гордого наследия, продуктивно возместить перенесенные ими потери. Именно такая миссия воодушевляет автора, и обращение к нему издателя весьма удивляет его как рядового гражданина, а также ощутимо льстит скромному представителю нации. Либо в продолжение того, что были приобретены им уже на первых шагах понимающие поклонники в Турции, имя Кадыра Натхо, его изображение и новелла «Первые признаки Рассвета» уже в 60-х гг. прошлого века вошли в «Антологию Коротких Рассказов Черкесских авторов» (Турция). В этом издании изображение автора сопровождала вступительная статья, в которой ему было присвоено звание «Возрожденец адыгской литературы в диаспоре». Такое, восхитившее К. Натхо, имя стимулировало его к написанию новелл на английском (1964), а это, в свою очередь, позволило ему начать отправлять их в Турцию. Там такая проза в журнале *Kuzey Kafkasia* (= Северный Кавказ) была переведена на турецкий, и к ней получили доступ многие (как диаспора, так и соотечественники на Родине).

Присущая тем или иным соотечественникам за рубежом языково-словесная заданность при этом имеет возможность выделить, а также переместить на узловый план конкретный ряд качеств и особенностей, что делает скрытыми прочие. Так, в частности, перечисляя хроникальные детали биографии, присущие собственному отцу, Мирель Кирилловна Зданевич в составленных в наши дни И. Оболенским «Мемуарах...» констатирует истину: была налицо пламенная расположенностъ его к Грузии как к Родине, что стимулировало его к порывам побывать там. И из этого рассказчица делает обобщающий, но многозначный вывод: «Они с братом были истинными патриотами Грузии...» [3, с. 235]. Фактически выступая неким последствием от реалий и мышления, язык в его продуктивности оказывается одновременно их некоторой связной нитью. Тем самым именно устоявшаяся в мировоззрении языка ментальность позволяет оказавшемуся вне Родины носителю (в частности, – черкесу) оставаться сыном своего народа (далнего,

– территориально, ближнего, – духовно). И подобный позыв весьма поощряет автора, который собственную задачу в своей новелле «Мой новый концерн» формулирует так: «Я был уверен, что наши молодые черкесские поколения в Турции схвачены в таком же затруднительном положении и не знают много о нашем гордом наследии. Могу ли я что-нибудь сделать, чтобы исправить это?» [2, с. 372].

Изыскание мобильной статики, присущей этническим языковым полотнам бытия, изучалось не слишком активно. Определенный круг исследователей упомянут нами в начале статьи. Непосредственно линию взаимозависимости языка и сознания прокладывает также американский языковед первой половины прошлого века, специалист по языкам американских индейцев, разработчик некоей гипотезы «лингвистической относительности» Бенджамин Ли Уорф. Как утверждает сегодня адыгский лингвист, профессор Батырбий Берсиров, разрабатывая проблематику взаимодействий языка с сознанием, признанный американский языковед данную линию в качестве стержневой «выхватывает из единой цепи», однако игнорирует при этом «наличие третьего фактора – действительности» [3, с. 74]. Согласимся с Б. М. Берсировым в его несогласии (просим прощения за тавтологию), поскольку язык действительно воспроизводит появление, а также прогressionирование либо затухание мышления, позволяет проследить ход мыслей, индивидуально-коллективные деятельностные ходы или среду, окружающую данную деятельность.

Вообще языковая мотивация сознания, присущего обращенному к Родине из-за рубежа представителю того или иного (в частности, – адыгского) этноса, ни теоретически, ни конкретно не освещалась. Специалистами адыгского языкоznания и литературоведения, этнографами только затрагивался некоторый художественный ресурс (как авторский, так и фольклорный), который демонстрирует единичные психолого-патриотические аспекты. Таковые действуют лишь преимущественно на отдельных кавказских территориях, оставленных часто нашими соотечественниками, которые были вынуждены переселиться в другую страну..

Вследствие того, что обуславливающие язык и зависимые от языка мыслительные стимулы совсем не выступают устойчивыми шаблонами, они преобразуются и хроникально, и территориально. Их многогранность и многоцветность тем самым допускает активизацию межъязыковых взаимодействий. Это позволяет поиск иных методов, которые предопределяют рассмотрение единого, цельного суждения о действительности, присущего конкретному цивилизационному типу. При этом чаще случается перекрешение различных языков, а с ними, – и культур. Подобная спаянность выступает объектом насыщенного постижения, располагаясь стержнем в сегодняшних и языковых, и культурологических, и литературоведческих трудах. Анализируя далее обращенность языкового носителя к Родине посредством рассмотрения его текстовых единиц с помощью лингвокультурологии, мы затрагиваем сам текст и его дискурс в общем. Это позволяет нам говорить о своей аналитической попытке, проводимой применительно к весьма глобальному объекту – к характерному для адыгов языковому сознанию с его этнокультурными признаками.

Как известно, язык выступает незаменимым действующим компонентом цельного механизма, характерного для взаимодействия, которое присуще окружающим реалиям и индивидуальному мышлению. Вследствие того, что мыслительный акт получатель не способен постичь лишь путем *linguo-* знака, данный акт прослеживается отнюдь не в силу языковых, а, скорее, – в силу мыслительных тенденций. Причем в этом случае необходимо учитывать следующее. Фактически языковой механизм выступает своеобразным последствием как окружающих реалий, так и персонального сознания. Тем самым,

приводимое нами в начале абзаца высказывание достаточно допустимо, если иметь в виду не просто языковую оформленность, а именно содержательные аспекты сознания. В противовес существующей концепции относительности в языкоznании, соответственно которой языковой знак выступает в роли ресурса в ходе мыслительной трактовки и толкования, имеет место быть несомненная словесная оформленность человеческой мысли, что обусловлено спаянностью образа мыслей с языком. И поэтому помогающий турецкому издателю освещением в вышеупомянутом журнале дум и чаяний адыгов Кадыр Натхο весьма польщен и удивлен. Он готов сосредоточить на себе внимание благодарного читателя, коим выступает обитающее за рубежом подрастающее поколение адыгов. Более того, это он считает собственным моральным долгом. Писателю удается весьма продуктивно (см. несколько десятков его новелл) адресовать многое от души своим соотечественникам в Турции, а также порадовать их на Родине, то есть, как объясняет он сам, – «передать им достаточную информацию о таком красочно гордом наследии для того, чтобы разбудить их национальное сознание и долг» [2, с. 372].

Соответственно сегодняшней теоретической интерпретации взаимодействий сознания с языком, их энергетическое распределение в этом случае такое. Несмотря на то, что непосредственные языковые механизмы способны оказаться активизированными на сознательном пространстве, однако все-таки некоторые акты, как проявления языка, по-рой обусловлены сакральным неимением мысли, что определяется уже на источниковом уровне. Считающий себя обязанным возмещать мыслительные трудности для соотечественников Кадыр Натхο стремится продуктивно исполнить собственный долг: «Я был так поглощен этой ответственностью, что начал пренебрегать моей связью с группой прогрессивных экономистов. Я просто должен был найти лучшее средство общения с нашей молодежью в диаспоре» [2, с. 372].

Применительно к содержащимся в этнокультурах религиям, в сфере взаимодействия языка и сознания, адыги также чаще культивировали в применении слово, обретающее форму (нередко – мифическую). Специфика мировидения черкесов при этом, нередко напоминающая миф в его признаках, образуется, как подчеркивала в своих исследованиях профессор Лейла Бекизова, «от Древа мироздания, Древа жизни, которое в их представлениях имеет верх (крону), что ассоциируется с небом, середину (ствол – жизнь народа) и низ (корень – преисподня)» [4, с. 48]. Таковыми, пришедшими из древности, проявлениями мифо-обрядовой адыгской лирики могли быть ритуалы, клятвы, магические формулы, обеты, проклятия. В частности, именно эти синcretические формы демонстрируют то, каким образом в них располагаются основы художественного постижения реалий.

Языковая конфигурация, форматирующая языковую выраженность и подпитывающая коммуникацию того или иного этноса, способна презентовать определенный объект изображения достаточно продуктивно. Струей, демонстрирующей языковой уровень адыгов в ходе постижения действительности, является их собственное мифотворчество. Будучи весьма архаичным, оно способно развернуть ассоциативную линию как к этически, так и к эстетически обратным сведениям. В свое время миф на генетическом уровне условно предвещал прочие жанры эпоса. Ему уже тогда были присущи стилевые и лирические компоненты языка (то есть конкретной художественной конфигурации): они обладали весьма ощутимой миссией даже в бытии человеческого предка.

У владеющих выразительным слогом адыгов центральная образная фигура, а также ее сущность твердо спаяны в языковой единице. Причем образная фигура в устных адыгских словесах при этом чаще проявляет свою сущность посредством метафор, символиче-

ских оборотов. Подобная языково-мыслительная конструкция способна произвести определенное влияние на читательскую мысль, однако лишь настолько, насколько эмоция способна отразиться и на душе, и на логике получателя. При этом частые в устно-эпических текстах средства выразительности убедительно способствуют чувственно-мыслительной активизации рассказчика, ассоциируемой с образом Родины, прикрывающей народ. Либо, к примеру, в упоминавшихся нами выше современных «Мемуарах...» начала текущего века, составленных И. Оболенским, дочь одного из советских актеров, зрелая и самостоятельная персона современности Елена Ульянова независимо провозглашает непременное присутствие патриотической нотки во всяком советском художественном продукте. Базируясь в своих рассуждениях на неимении в указанную эпоху какой бы то ни было моральной альтернативы обязательным тогда идеологическим канонам, Е.Ульянова делает весьма обобщающий вывод. По ее мнению (разделляемому тогда большинством населения страны), Родина это мать: никак нельзя ни в какой степени разрешать себе и окружающим порицать, осуждать либо обижать ее, следует лишь понимать ее, радуясь и привыкая к принесенной судьбой данности. Следовательно, налицо в данном случае ассоциативность явлений – Родина и мать.

Аналогичная склонность к гармоничной ассоциативности образов Родины с матерью прослеживается и в литературах художественных. Так, к примеру, в литературе адыгской она налицо уже на ранних стадиях – в базирующем ее тысячелетнем эпосе «Нарты». Продолжается она и с появлением письменности, и с прогрессированием ее в печатной форме у кавказских народов. Например, заметна подобная склонность и у адыгского писателя нашего времени Нальбия Куека. Как твердо заявляет ведущий изложение здесь рассказчик, нартский Бог Тлепш отнюдь не один раз заново появляется на свет в собственном сыне, пришедшем в мир благодаря мирской жительнице Адиюх. Таким образом вновь продлится нартская линия, вновь новоприбывшие, рожденные Родиной и ее богом герои, примутся приходить сюда, сражаться, оставлять мир. Воодушевленный именно такими образами Кадыр Натхо в своем тексте научился завоевывать всеобщее доверие земляков. Выстроился целый ряд адыгских словотворцев на Родине, каковые принялись вступать в переписку с ним. Как признавались читатели у Кадыра Натхо, «они получили удовольствие, читая мои рассказы, которые, как они утверждали, напомнили им о чудесной черкесской истории и легендах, которые они привыкли слышать от своих бабушек и дедушек» [2, с. 373]. И потому вполне адекватна авторская реакция того, кому достались подобные благодарные признания: «Естественно, я был безмерно рад это слышать и начал писать истории для них с надеждой, что смог пробудить в сердцах этих молодых черкесских читателей некоторую любовь и гордость их предками адыгами, Адыгагъэ, Адыгэ Хабзэ, Адыгэ Тлигэ, сохранение родного языка и изысканной уникальной культуры» [2, с. 373]. Именно подобный настрой демонстрирует присущую рассматриваемому писателю ответственность перед соотечественниками за собственную долю в успешно творимом им слоге.

Итак, как было выявлено нами в статье, язык в функции живого посредника у находящегося вне Родины этнического представителя весьма активен. Следует при этом учитывать и базисы словесного творчества адыга на Родине: это мифотворчество его предков, дающее свои обильные ростки последующему адыгскому слогу. Суждения, придающие слову мощь, признающие его ритуально-обрядовую и даже магическую силу, являются собой некую материю, собранный ресурс на поле архаических словесных фигур. Благодаря этому певшие в свое время гимны адыгским божествам сказители одними из первых презентовали принятый всем эпосом герический образ с его лексикой и настроем. Соци-

альная миссия языка многократно и многогородне выстраивает весьма специфическое «пейзажное поле», располагающееся между реальностью и индивидом. Именно поэтому весьма определен в своем стремлении рассматриваемый нами в работе Кадыр Натхо: «Хотя я уже закончил американскую журналистику к этому времени, я все еще изучал английскую литературу, посещал лекции и писательские курсы для взрослых в различных университетах Нью-Йорка для того, чтобы улучшить свои писательские способности и осуществить лучше обязанность познакомить нашу молодежь с более важными частями нашей истории, культуры и традиций. Вскоре мои усилия начали приносить плоды» [2, с. 373]. В данном случае сумевшая подарить жизнь говорящему Родина законно представляется, навечно понимается образом, отнюдь не телесным, однако совсем не менее серьезным для всякого носителя ее языка. Язык в этой проблематике выступает буквально силой: он подстраивает под обстоятельства то или иное сознание, нацеленное на оставленную за морем почву, нуждающуюся в пусты и косвенном, но возмущении реального бытия.

Список использованных источников

1. Берсиров Б. М. Формирование лингвистической культуры у студентов в процессе обучения языку // Журнал. Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. Выпуск № 2 / 2010. С. 71–76.
2. Natho K. Memoirs. Xlibris, 2010. 731 p. (перевод наш. – Ф.Х.)
3. Четыре друга эпохи. Мемуары на фоне столетия [Текст] / Сост. И. В. Оболенский. М.: AST, 2013.
4. Бекизова Л. А. Проблемы изучения мифологии и эпоса адыгов и научная деятельность Михаила Исмаиловича Мижаева // Проблемы сохранения черкесского фольклора, культуры и языка: Мат-лы Международной научно-практической конференции памяти М. И. Мижаева / Сост. М. М. Паштова. Майкоп: ИП Паштова З. В., 2015. С. 48–53.

Поступила 09.12.2022; одобрена после рецензирования 15.12.2022; принята к публикации 25.12.2022.

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: <https://orcid.org/0000-0001-7398-1004>, ResearcherID: <https://publons.com/researcher/1762991/fatimet-khuako-huako/>, <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205188981>, fatimah2@mail.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

1. B. M. Bersirov Formirovanie lingvisticheskoy kul'tury u studentov v processe obucheniya yazyku [Formation of linguistic culture among students in the process of teaching the language]. The Bulletin of the Adyghe State University. Series «Pedagogy and Psychology». 2010. Vyp. 2. P. 71–76.
2. K. Natho Memoirs. Xlibris, 2010. 731 p.
3. Chetyre druga epohi. Memuary na fone stoletiya [Tekst] [Four friends of the era. Memoirs against the background of the century [Text]] / Sost. I. V. Obolenskij. M.: AST, 2013.

4. L. A. Bekizova Problemy izucheniya mifologii i eposa adygov i nauchnaya deyatel'nost' Mihaila Ismailovicha Mizhaeva [Problems of studying the mythology and epic of the Circassians and the scientific activity of Mikhail Ismailovich Mizhaev]. Problemy sohraneniya cherkesskogo fol'klora, kul'tury i yazyka: Mat-ly Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii pamjati M. I. Mizhaeva / Sost. M. M. Pashtova. Majkop: IP Pashtov Z. V., 2015. P. 48–53.

Submitted 09.12.2022; approved after reviewing 15.12.2022; accepted for publication 25.12.2022.

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: <https://orcid.org/0000-0001-7398-1004>, ResearcherID: <https://publons.com/researcher/1762991/fatimet-khuako-huako/>, <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205188981>, fatimah2@mail.ru

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

ФИЛОСОФИЯ PHILOSOPHY

УДК 101.1

Научная статья

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-76-89>

Гендерология в проблемах и перспективах развития этнологической науки

Х. Г. Тхагапсоев

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова

г. Нальчик, Россия

gapsara@rambler.ru

Аннотация. Статья посвящена проблематике развития этнологии в рамках современной методологической парадигмы социально-гуманитарного познания. В этом контексте особое внимание уделено потенциальной роли идей, принципов и познавательных методов гендерологии в развитии этнологической науки, включая также и пере-прочтение накопленных в прошлом этнологических знаний. На ряде примеров продемонстрировано принципиальное различие в интерпретациях одних и тех же феноменов культуры в рамках этнологии (этнографии) и с позиции гендерологической науки, считавшиеся привычными феномены этнических культур здесь предстают в новом свете, требуя переосмысления, пере-интерпретации, переоценки. Это касается традиций гендерных отношений, форм и норм публичной коммуникации мужчины и женщины, статуса мужчины и женщины в культуре, интерпретации культурно-символического мира этноса, а также социально-смысовых измерений этно-художественной литературы, в том числе и в ретроспекции.

Ключевые слова: этнос, культура, этнология, гендер, пол, социокультурный пол, гендерные отношения, гендерная асимметрия, гендерология, культурология, этно-гендерология, этнолитературоведение

Благодарности: автор выражает благодарность рецензентам за указанные замечания, которые позволили повысить качество статьи.

Для цитирования. Тхагапсоев Х. Г. Гендерология в проблемах и перспективах развития этнологической науки // Доклады АМАН. 2022. Т. 22, № 4. С. 76–89.

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-76-89>

© Тхагапсоев Х. Г., 2022

Original article

Genderology in the problems and prospects of the development of ethnological science

Khazhismel G. Tkhagapsoev

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

gapsara@rambler.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Abstract. The article is devoted to the problems of the development of ethnology within the framework of the modern paradigm of human sciences and scientific and humanitarian knowledge. Particular attention is paid to the potential role of ideas, principles and cognitive methods of gender studies in the development of ethnological science. A number of examples demonstrate the fundamental difference in the interpretation of the same phenomena of culture and gender existence of the Caucasian ethnic groups within the framework of ethnology and from the point of view of genderology. It is emphasized that when considered on the basis of genderology, the usual phenomena of ethnic cultures appear in a new light, requiring re-reading, rethinking and re-evaluation. This concerns the meanings and genesis of traditions, forms and norms of public communication between men and women, the status of men and women in culture, the interpretation of the cultural and symbolic world of an ethnic group, as well as the social and semantic dimensions of ethno-fiction, including in retrospect.

Keywords: ethnos, cultureethnology, gender, gender, sociocultural gender, gender relations, gender asymmetry, gender studies, cultural studies, ethnic literary criticism

Acknowledgments: the author are thankful to the anonymous reviewer for his valuable remakes.

For citation. Kh. G. Tkagapsoev Genderology in the problems and prospects of the development of ethnological science. Adyghe Int. Sci. J. 2022. Vol. 22, No. 4. P. 76–89.

DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-4-76-89>

© Tkagapsoev Kh. G., 2022

К постановке проблемы

Вероятно, можно по-разному оценивать роль и значимость советского этапа в нашей истории, в ту пору в жизни одного поколения подвергся слому практически весь уклад жизни и культуры каждого этноса, а ряд этносов – еще и массовым репрессиям. Но все же именно советская система обеспечила невиданные доселе формы, масштабы и темпы развития российских народов и их культур. Обширный список достижений этого периода включает модернизацию всех аспектов социально-политического и экономического бытия этносов и создание такой инфраструктуры, о которой этносы прежде и мечтать не могли – обширную сеть школ, университетов, НИИ, театров, филармоний, музеев, библиотек, творческих студий искусства и систем коммуникаций в пространстве каждого этноса. И этот список по праву должен быть дополнен феноменом, значимость которого трудно переоценить. Речь идет о становлении особой отрасли науки – этнографии, нацеленной на всеобъемлющее познание этноса и его самопознание. А история Кавказа сложилась так, что ее этнография восходит к известным едва ли ни всему миру наблюдениям и гуманистическим толкованиям кавказского быта, нравов и культур в гениальных творениях А. Пушкина, Ю. Лермонтова, Л. Н. Толстого. Но надо отдать должное и нашим этнографам старшего поколения, действуя в узких рамках вспомогательного раздела исторической науки (народоведения, как его тогда называли), изучающего быт этноса, они добились серьезных успехов в описании, реконструкции, систематизации и кодификации наших традиционных культур [1-4]. Особая заслуга этнографии – собирание, сохранение и изучение фольклора наших народов, неоценимых богатств музыкального фольклора и Нартского эпоса.

В 90-е годы в контексте глобальных перемен в жизни страны был взят курс на трансформацию этнографии в самостоятельную научную дисциплину «этнология». Это означало, что наука об этносе выходит на новые рубежи развития, обретает новую масштабность. Ведь этнология в отличие от этнографии должна являть собой сферу междисциплинарного познания, соотносящую этнос и его бытие не только с антропологией, историографией и филологией (как было в этнографии), но со всем спектром наук о человеке и социуме от социологии и политологии до психологии и педагогики, поскольку она призвана изучать в отношении этноса весь спектр социальных процессов (от этногенетических до цивилизационных). Это, в свою очередь, предполагает опору этнологии на современные теоретико-концептуальные и методологические идеи науки, в числе которых теория систем, социальная синергетика, информационно-семиотические теории культуры, принципы междисциплинарных исследований социума и культуры. Соответственно, знание об этносе и его бытии более не может быть лишь описательной, и по-вествовательной, оно должно стать аналитичным, объясняющим (как в социологии), по меньшей мере, интерпретирующими на основе аргументов.

Поначалу (на рубеже 1990–2000 годов) казалось, что эти идеи нашли восприятие и отклик в этнологии. Появились попытки проецирования социальной синергетики на этногенез; креативных идей концептосферы и семиосферы, на осмысление особенностей этнических культур и языков; родилась идея кавказской локальной цивилизации. О подъеме этнологии в ту пору говорят сами темы статейных публикаций и монографических изданий тех лет: синергетическая концепция этноса — постановка проблемы [5]; этносоциальная эволюция — синергетический аспект [6]; культурные концепты в адыгской языковой картине мира [7]; семиозис кавказской поэзии как форма объективации культурного сознания в советскую пору [8]; концепт ночи в адыгской традиционной культуре [9]; лектонический тип коммуникации и проблема цивилизационной идентификации Кавказа [10]. Но, увы, эти новые идеи, взгляды и подходы к изучению бытия и культуры наших этносов не получили активного продолжения и должного развития [11].

Между тем, в последнее время развивается еще одна отрасль науки и научной методологии, которая адресуется этнологии — гендерология, которая посвящена проблематике пола, а точнее гендера (социокультурного пола), во всех его измерениях: личных, бытовых, психологических, культурных коммуникативных [12, 13]. При рассмотрении через призму гендерологии привычные и, казалось бы, устоявшиеся этнографические знания, предстают в новом свете. С учетом этих обстоятельств наш дискурс посвящен показу роли и возможностей гендерологии, ее идей и методов в процессах развитии этнологии в духе времени и его требований к науке, научному познанию.

Кавказское этносоциальное бытие в оптиках этнографии и гендерологии

Гендерология характерна тем, что воспринимает и интерпретирует все и вся в жизни социума с особых позиций, с позиций соотнесенности мужчины и женщины с каждым аспектом и процессом бытия и культуры. Прежде всего, с позиций их равенства и неравенства в культуре и социальных отношениях.

Разумеется, в этнографии (теперь в этнологии) всегда сознавали и сознают, что культуру и социальное бытие творят два несходных субъекта, мужчина и женщина (Он и Она), что неизбежно порождает вопросы о роли и значимости их отношений в социальном бытии и культуре, а также о различиях и нюансах половой специализации в социальном и культурном творчестве. Но в гендерологии подход к этому вопросу принципиально иной, здесь гендер (фактор пола) рассматривается как универсальная мера бытия и особая форма социальных отношений со всеми вытекающими оттуда последствиями: проти-

воречиями, конфликтами, кризисами, трансформациями и даже революциями. Именно подобное широкое понимание гендерса и его роли в социокультурной системе обеспечивает гендерологии эффективность и высокий методологический потенциал, проливающий новый свет в познании этноса. Остается разве что добавить, самобытность кавказских культур явно взывает к проецированию на них гендерологии и ее «оптики», обещая, по меньшей мере, «иное виденье», того, что давно кажется и считается в этнографии известным, незыблемым, само собой разумеющимся [14].

Обратимся, прежде всего, к тем особенностям гендерного бытия кавказских этносов, которые чаще всего на слуху. Здесь на первом плане детальная регламентация аспектов публичной коммуникации мужчины и женщины: от форм пространственных диспозиций (кому быть справа, а кому слева, кому впереди, а кому приотставать на шаг или два) до этики и деталей «поведения на людях». Получается, наша этнография видит и трактует гендерные отношения прежде всего в плане норм регламентации жизни этнического социума, т.е. через призму приличия, благопристойности, одобрения или неодобрения в социуме. С позиции же гендерологии эти критерии мало что говорят об отношениях Он–Она; они скорее искажают, приукрашивают их. В отношениях Он–Она куда важнее свобода чувств и доверительность этих отношений, неприкословенность личного пространства. Но самое главное в том, что для гендерологии проблемы коммуникации не исчерпываются так ценимыми в этнографии сценариями этикетно-чопорного общения на людях. По ее представлениям арсенал коммуникации и ее культурное измерение куда шире, включает также «язык тела» (язык танцев), музыку (язык музыки) и конечно же, костюм, который имеет собственный красноречивый язык, к чему мы еще вернемся. А пока обратимся к ключевому и непреходящему интересу гендерологии – к «статусу полов» (мужчины и женщины) в культуре и социальном бытии этноса.

Для этнографии «здесь все ясно, поскольку все задано самой традицией». Ведь традиции для этнографии играют ту же роль, что и аксиомы в математике, они не подлежат сомнению, задают базовые знания об этносе. А наши традиции (точнее сказать, некогда заданные ими нормы), как известно, отводят мужчине главную роль в кавказском культурном бытии.

Однако гендерология, будучи аналитической и скептической наукой, не согласится со ссылками на традиции и потребует подтверждающих фактов, ведь она для оценки статуса мужчины и женщины в культуре ориентируется не на мнение этнографии или носителей культуры, а лишь на факты, на реально наблюдаемый баланс культурных (и прочих социальных, трудовых) прав и возможностей мужчин и женщин в рамках данной культуры. В этом плане в наших культурах не все просто и однозначно. Пример, организация брака. В пространстве наших культур женщина (девушка), на первый взгляд, буквально выходит замуж, покидает свою семью (дом, род) и переходит к мужу, в его дом, семью. Но дело в том, что возможен и иной вариант выхода замуж. Женщина может (особенно при повторных браках) позвать мужчину в свой дом, в свой род (т.е. выйти замуж «не выходя»). И это воспринимается как норма брачной стратегии женщины. Однако для мужчины такой брак сродни потере репутации. Так что, с позиции гендерологии в такой важной сфере бытия, как организация брака, возможностей выбора у кавказской женщины больше, чем у мужчины. Но гендерология здесь не остановится, по ее логике вопрос о браке столь важен, что подлежит рассмотрению в контексте всех форм и норм традиций, регулирующих жизнь социума. А в этом плане серьезную роль играет «институт старших», «старший мужчина» и «старшая женщина» в семье (в роду). И внимательному, тем более, критичному взору здесь (в функциях и действиях института старших) откроются

ниюансы и парадоксы. Дело в том, что власти старшего мужчины и старшей женщины действуют не в унисон, как негласно полагает наша этнография, здесь полно нюансов. Старший мужчина явно стоит на страже заведенного традициями порядка и действует «канонически» на сплочение членов рода (семьи), отражение нежелательных действий извне, на сохранение доброго имени и репутации рода. Старшая же женщина действует во многом иначе (почти полярно). Ведь ее власть в «предельном выражении», т.е. в самых значимых функциях следует линии открытости рода внешнему миру, другим родам (и сама старшая женщина всегда «из другого рода – племени»), на наведение с ними «мостов дружбы и мира». Характерно, что именно на «старшую женщину» традициями культуры возлагается особо сложная миссия, право и власть на прерывание и урегулирование опасных для рода конфликтов и распри вплоть до «прощения крови» (через известные ритуалы припадания к груди старшей женщины или «платочно-косыночные ритуалы» замирения враждующих сторон, лиц). Да, сегодня все решает суд. Но мы ведем речь о былых канонах традиций, их установлениях.

Если учитывать эти обстоятельства, гендерная ситуация в кавказских культурах вопреки тезисам этнографии и расхожим в массовом сознании представлениям обретает иной характер. У женщины, как видим, больше свободы в выборе модели брака и семьи; больше прав в принятии критически значимых для рода (этноса) решений. В процессах повседневной жизни и семейного быта власть женщины такова, что она доминирует во всем, делая погоду в кавказском культурном бытии. Так и просится «где и в чем главенство мужчины в культуре кавказских этносов?». Но на публичной арене наши традиции по-прежнему подчеркивают первенствующую роль мужчины культуре, без тамады, старшего мужчины не обходится ни одно значимое культурное действие. Как оценивать в этой ситуации статус мужчины и женщины в кавказских культурах?

Здесь впору вновь обратиться к гендерологии, ее взглядам и подходам. Она, как известно, субъектно-статусные роли мужчины и женщины рассматривает в предельно широком контексте и историческом генезисе. При этом, не отрицая известного факта, что амплуа стража безопасности и главного добытчика пропитания веками обеспечивал мужчине статус главного в культуре, гендерология укажет и на многое другое. В частности, на то, что в культуре (культурах) и поныне жива память о матриархате и что при любых социо-бытийных потрясениях (война, революция, голод, эпидемия, миграция, распад семьи) эта память «всплывает» вновь и вновь, выводя женщину (мать) на первые позиции в жизни и в культуре. Более того, гендерология обратится и к истории культуры, к ее фактам. А здесь всегда много такого, что пока еще не замечено или не оценено в должной мере. Так, уже в 19 веке, после появления швейной машинки рядом с домашним ткацким станком, а затем, и сепаратора молока, сложность и продуктивность домашнего труда женщины возросли настолько, что стали явно превышать аналогичные показатели труда мужчины – крестьянина, еще не затронутого механизацией. Уже эта ситуация выводила женщину на первые позиции культуры (что косвенно выразилось в массовом выходе на арену литературы фигур «белошвейки» и «модистки» в ту пору). Но инерция культуры и ее традиций еще годы и годы противилась признанию и легитимации этого факта. Ныне ситуация иная, все чаще и чаще в роли главной опоры кавказской семьи выступает именно женщина. Но проблема в том, что культурная память и сегодня продолжает сопротивляться свержению кавказского мужчины с пьедестала «главного в культуре». Это проявляется весьма своеобразно, в широком распространении такого поведенческого феномена, который, полагаем, может и должен именоваться «маскирующие гендерные стратегии». Что это значит? Как это понимать?

Женщина, зарабатывая куда больше мужа, поднимая детей без большого мужского участия (или при его полном отсутствии), создает и старательно поддерживает иллюзию будто «все решает муж» и что муж и есть главное лицо в ее семье. Так былое доминирование мужчины в культуре теперь, когда этого ни стало, трансформируется в мифо-символическую форму доминирования (в «симулякр», как сказали бы философы). И вершится это усилиями и стараниями самой же женщины. Почему? Как это понимать? Судя по всему, пока столь значима и действенна культурная память этноса о былом доминировании мужчины в социуме, что даже состоявшаяся женщина вынуждена создавать иллюзию («тень былой культуры»), чтобы прятать за ней «статус главы» в своей семье (хотя всем все известно). Эта ситуация может трактоваться так: женщина может занимать главную роль в семье и пространстве культуры «де факто» и «де юре». Однако условием приятия и одобрения социумом лидерского статуса той или иной женщины является ее публичная приверженность к почитанию былых традиций (т.е. «верность культурной памяти»). Оттуда, изобретение маскирующих гендерных стратегий «культурного такта», следование им. Такова на данном этапе истории гендерная хартия этносов. Но сколько этих маскирующих стратегий у кавказской женщины и какие они (есть и могут быть)?

Однако самое главное здесь в другом. Как видим, традиции имеют не одну, а две жизни. Одна – традиция как обязательная и безальтернативная норма жизни этноса (как было в прошлом). Жизнь традиций в этой ипостаси, увы, зависит от множества привходящих, внешних факторов: политики, религии, идеологии, власти, способных блокировать ее действие (что всем известно по нашей истории). И другая жизнь – традиция, как аспект и элемент культурной памяти. Жизнь традиции в этой ипостаси зависит только от желания и энергии носителей культуры, от качества знаний ими своих традиций и готовности беречь и чтить их. Этнография, увы, лишь скорбит о былом. А с позиции гендерологии именно новые феномены культуры, те же маскирующие стратегии женщин, в целом-«вторая жизнь традиций» (формы и масштабы ее проявления) должна быть в центре внимания этнологии, поскольку это и выражает суть, реальное содержание переживаемого этапа этнического бытия. Столь разнятся позиции этнографии и гендерологии.

В бытии кавказских этносов имеет место и такой гендерный феномен, который вообще не привлекает внимания этнографии, но очень интересен гендерологии. Речь идет об отношениях «конкуренция – солидарность», что присуще жизни каждого этноса, любого социума. В данном случае эти отношения специфичны тем, что явно демонстрируют «гендерную асимметричность». Что это значит и что из этого следует?

Дело в том, что в кавказской мужской среде, как неизменно подчеркивается в этнографии (особенно в работах Б. Х. Бгажнокова), властвует конкуренция, здесь каждый мужчина жаждет победы и доминирования. Объясняется это тем, что сама культура якобы возвращает и почитает мужчин «агонического типа», воспринимающих жизнь как арену и цепь нескончаемых состязаний, в которых надо непременно побеждать, поскольку поражение – это позор.

Однако в женской среде ситуация иная, здесь действующими культурными нормами возвращается другой тип личностных качеств: терпеливость, сдержанность, послушание, доброжелательность, а значит, готовность к компромиссам и к «коллективности» в социальном бытии. Это вполне ожидаемо, если учесть, что кавказская женщина обретает семью, переходя под опеку, в послушание и во власть старшей женщины чужой семьи – семьи мужа. Желательны также хорошие отношения с сестрами мужа и с прочими

его близкими родственницами. Иначе говоря, замужество в кавказском культурном пространстве сопряжено с необходимостью (для выходящей замуж) поддерживать хорошие отношения с женщинами (с женским миром). Особенно ярко «коллективность» кавказских женщин проявляется на аренах традиций (свадьбах, похоронах, гостевых ритуалах), когда индивидуальные, решительные, самостоятельные в реальной жизни, да еще и облеченные серьезной властью женщины («бизнесменки», чиновницы высокого ранга, доктора наук и даже офицеры силовых структур) ведут себя перед старшей женщиной как примерные школьницы. А на иные действия традиций (скажем, на выражение соболезнования) женщины являются только группами и только во главе со старшей женщиной. Но главное для нашего дискурса в другом, как гендерная асимметричность отношений «солидарность-конкуренция» оценивается в этнологии (этнографии) и в гендерологии.

Этнология просто не замечает эту особенность, значения ей не придает. Другое дело – гендерология. Ее интересуют любые формы гендерной асимметрии, поскольку видит в этом проявление внутренних противоречий культуры. А как полагают современные теории, устойчивость культуры тем меньше, чем больше в ней противоречий, к числу которых относится и гендерная асимметрия отношений «конкуренция – солидарность» в этническом социуме. В этом контексте гендерология будет добиваться системного исследования данного феномена. Но это, заметим, отдельная тема, требующая отдельного обстоятельный дискурса.

Приведенный, далеко не исчерпывающий круг примеров показывает, как разнятся портреты кавказских культур в зеркалах этнологии и гендерологии, явно обещая отдачу от их взаимодействия, а значит, требуя интеграции гендерологии, ее идей, методологических подходов в этнологическую науку.

Гендерология как аспект и элемент этнологии – возможности и риски

Обратимся вновь к этнологии. Она является собой сумму знаний об этносе и его бытии, вырабатываемых всем спектром социально-гуманитарных наук, от истории и экологии до филологии, политологии и психологии. В этом контексте вопрос интеграции гендерологии в этнологию трансформируется в вопрос «об эффекте» (об отдаче, результативности) в той или иной сфере этнологии. Между тем, гендерология еще с 90-х годов «примеривается» к гуманитарным наукам и эффективность ее влияния на ее различные сферы уже имеет контуры, обозначились науки, наиболее успешно использующие принципы и подходы гендерологии. Если оставить в стороне социологию и политологию, которые не могут игнорировать гендерологию (скажем, в анализе проблем неравенства политических, культурных и прочих прав женщин и мужчин, что имеет место в любом обществе), в ряду «активно примеривающихся» к ней – историография, культурология, филология и лингвистика. Именно в пространствах этих наук ныне развиваются процессы синтеза гендерологии и этнологии. И здесь, пожалуй, пока наиболее активны литературоведы (к чему мы еще вернемся) и историки культуры, которые пытаются опереться на гендерологию, формируя новое направление, историческую гендерологию [15,16], что заслуживает внимания и поддержки, судя по насыщенной фактами, монография Сабанчиевой Л.Х. «Гендер в социально-политических процессах Кабардино-Балкарии» [17].

Однако с опорой на гендерологию не все просто, попытки опереться на нее порой чреваты издержками, особенно риском скатиться на феминизм и его идеологию. Чаще всего это случается в исторической гендерологии, что уже получило негативное именование «гендерологизация феминизма» [18]. Справиться с этим явлением не просто, поскольку за ним (явлением) стоят причины, которые уходят корнями в историю и в процессы возникновения и становления самой гендерологической науки.

Дело в том, что начало осмысления гендера, его социально-философских измерений (рождение гендерологии) восходит к трудам философа Симоны де Бовуар, а именно к ее работе «Второй пол», заодно заложившей и основы феминизма. Де Бовуар в этой работе пыталась вскрыть истоки гендерного неравенства в обществе и культуре (то, чем «одержим и болеет» феминизм). В итоге она сформулировала основной вопрос феминизма: «Почему женщина считается вторым полом?» и сама же дала ответ на него. Из ее ответа следовало, что феминистки годами ошибались, видя причины неравного положения женщины в обществе и культуре в экономической сфере и в политике. На самом же деле несправедливое положение женщин в обществе, т.е. «вторичность» женского пола, не имеет объективных оснований, а просто внедрено мужчиной (мужчинами) в сознание общества на глубоком уровне на уровне психологии, стереотипов, мировоззрения [19]. Следовательно, полагала де Бовуар, необходимо создать систему взглядов на мир с позиции женщины. В итоге родилась идеология феминистов – «феминизм». В этом контексте не удивительно, что промахи в проецировании идей гендерологии на научное познание ведут к феминизму. Ведь существует же российская ассоциация исследователей «женской истории» (РАИЖИ). Жанр «женские истории» (а точнее, фабулы о трудном положении женщины в обществе) был популярен на заре становления феминизма, когда публикация подобных историй была по сути главной, если ни единственной формой активности и борьбы феминисток за равенство. Ныне ситуация иная. И, главное, возможна ли женская история в отдельности от общего социально-исторического потока, от общности и слитности женских и мужских судеб? Да и делима ли наука на женские и мужские исследования, если речь всецельо идет о науке? Опасность скатиться к феминизму существует в том же литературоведении, в культурологии, если автор в своем дискурсе теряет беспристрастность. И все же гендерология открывает перед этнологией принципиально новые возможности и тематические горизонты, которые пока ею не затрагивались. Характерна в этом плане коммуникативная культура этноса, ее роль и значимость в этническом бытии, что в этнологии вообще не затрагивается.

Коммуникативная культура как мера этно-гендерного бытия и инструмент его познания

Дело в том, что идеи гендерологии соотносятся не только с социальным и этно-социальным бытием, но и сущностями идеального характера – с политикой, философией, литературой, музыкой, живописью, моралью, этикой, эстетикой, языком, а также со стратегией поведения и коммуникации, что выводит на арену науки (этнологической науки) новые пласти этнической культуры. Типичный пример, гендерная лингвистика, которая исследует каким же образом и на основе каких характерных языковых форм, средств и приемов гендер (пол) и мир гендерных отношений отражается и выражается в языке того или иного социума, того или иного этноса. В этом контексте впору задаться вопросом «Какова она, реальная, а не канонизированная этнографией, коммуникативная культура наших этносов и каков арсенал этой культуры, начиная с вербальных языков, кончая языком тела, танцев, костюма?». А это вновь возвращает нас к публичной коммуникации мужчины и женщины, к ее формам, нормам и сценографии. Этнография усматривает здесь главное, в строгом следовании этике и этикету публичного поведения, а по сути, в соблюдении «эстетики дистанций», канонических форм такта и в опоре на высокие (т.е. салонные) нормы верbalного общения. Совсем иной подход у гендерологии – она соотносит гендерную меру со всеми формами и аспектами социокультурного бытия, т.е. понимает коммуникацию предельно широко и включает в ее арсенал наряду с вербальным общением также музыку, танцы, костюм, жесты (их языки), а главное,

видит в особенностях коммуникации значимый фактор и инструмент анализа культуры, ее особенностей.

Начнем с музыки. Случилось так, что конец 18 начало 19 века, т.е. время изобретения и распространения клавишной гармони, совпало едва ли не с пиком развития кавказских традиционных культур (если учитывать, что вскоре жизненный уклад и культурное бытие этносов были нарушены Кавказской войной). Однако в данном случае примечательно другое, гармонь распространилась в регионе широко, а главное вывела на культурную арену исполнительского искусства женщину – гармонистку, потеснив мужчину, мужские музыкальные инструменты (струнные, духовые, ударные), мужскую тематику и стилистику в музыке. Не с этой ли «гендерной революцией на арене музыки», точнее, на арене культурных традиций связана уникальная особенность танцевальной музыки кавказских этносов, их сложная мелодика, глубокая теплая и волнующая лиричность, а также частая их наполненность некоей тоской? Многие кавказские танцевальные мелодии предстают как настоящие элегии, вызывая глубокие, щемящие чувства. Остается ли (может ли остаться) в настрое танцующих под эти элегии главной забота о рутинных нормах, канонах, дистанциях? Не будет ли в такой коммуникации человек просто захвачен самой магией музыки, вызываемыми ею чувствами? Ведь у абсолютного большинства народов танцевальная музыка является собой лишь некий вариант «плясовой» и выступает как непритязательный мелодический и ритмический фон народного гуляния – задора, ухарства, озорства. Не более того. Так что, налицо все основания утверждать, что выход горянки на кавказскую музыкальную арену изменил дух и культуру коммуникации «Он-Она». Отныне сдержанный, чинно-былинный мужской кавказский мелос уходит на второй план, уступая арену теплой, чувственной и нежной музыкальной лирике. Не в этом ли «музыкально-гендерной революции» кроется особый колорит, глубина, теплота и многообразие кавказской музыкальной культуры в целом? Именно так видится ситуация с позиции гендерологии, хотя здесь последнее слово, разумеется, за специалистами, этномузиковедами. Речь идет о проецировании гендерологии на этно-музиковедение, т.е. о системном анализе и осмыслиении нашей музыкальной культуры (как формы и элемента коммуникативной культуры) с позиций гендерологии, через ее призму. В этой ситуации ключевым или одним из ключевых становится вопрос «В чем и как в кавказской музыке выражено «женское сердце», а в чем и как «мужская стать и длань»? Но пока в наших этно-музиковедческих исследованиях, по-прежнему доминирует интерес к былинному, нартиаде, т. е. «к мужскому» в музыке [20].

В надежде, что сие сетование на превалирование «мужского» в нашем музиковедении будет услышано специалистами в этой сфере, обратимся к танцам, к одному из самых доступных языков коммуникации, более того, к ярко индикаторному элементу общения мужчины и женщины «на людях». Да, адыгский танец «къафэ» и его аналоги у других кавказских этносов бесспорно отвечают регламентациям традиций, которые так ценимы в нашей этнографии (этнологии). Кафэ – это образец этикетного, чинного и чопорного танца (что особо ценится в этнографии), чего уже не скажешь про «исламей» или «лезгинку». Она является собой образец сочетания огненного (в мужской партии) и чувственного (в женской партии) в танце, а по сути форму публичного флирта, полного юмора и нежности. И, наконец, танец «удж» (его аналоги у разных этносов), который является собой «кричащий выпад» из идиллической картины коммуникации, рисуемой этнографией (этнологией). По сравнению с танцем «удж» вальс, который некогда считался неприличным и не допускался на арены высоких кругов общества, кажется образцом невинности. Ведь «удж» просто ломает так чтимые и возносимые «нормы дистанции» между муж-

чиной и женщиной, да и все мыслимые рамки, правила и нормы кавказского (адыгского) этикета. Руки танцующих сплетены, тела соприкасаются тесно, вербальный обмен между Ним и Ней идет «ухо в ухо», явно исключая любой «надзор именем традиций». Здесь все идет вразрез с канонами этикетности. Не странно ли? Вот здесь впору вспомнить еще об одном своеобразном элементе нашей культуры (и коммуникации). Речь идет об облегающем (обтягивающем) платье, в то время как свободный крой женского платья куда типичнее для любой традиционной культуры и более распространен на ее арене.

Разумеется, сегодня никого не удивишь облегающим платьем. Но речь в данном случае идет о канонах традиции. Ведь наши культуры афишируют себя как культуры стыда, взращивают у женщины пуританство, стыдливость, но при этом выходное и парадное платье в ее гардеробе – обтягивающее. Не парадокс ли? Чем это вызвано, что за этим стоит? Этнология не задается подобными вопросами, но для гендерологии они принципиально важны, они требуют объяснения. Ведь в ее представлении все в гендерном мире имеет объяснения и «парадокс облегающего платья» – исключение. При этом гендерология данную ситуацию будет рассматривать в предельно широком контексте, вкупе с танцем удж и со странностями в поведении главного женского героя нартского эпоса Сатаней, порой разыгрывающей сцены «стриптиза» (пытаясь пленить милого ее сердцу героя), видя во всем этом противоречия культуры. В культуре, как и в любой сложной системе, всегда имеют место противоречия. Более того, она развивается преодолевая их, находя им выход и разрешение, хотя на смену преодоленным противоречиям приходят новые. Таковы принципы развития культуры. Но если шокирующие противоречия сохраняются веками (как в случае с кафэ «удж», обтягивающим платьем, а также «тенью» на главном женском образе в фольклоре этноса на образе Сатаней) в культуре стыда, наука обязана искать объяснение – так видится проблема в объяснительной гендерологии.

Скажем, корни отмеченных противоречий уходят в особенности процессов культурогенеза, например, в наслаждения на кавказские культуры различных паттернов различных культур, с которыми этносы контактировали. История кавказских культур складывалась так, что она соприкасалась и испытывала влияние самых различных культур малой Азии, юга Европы, Ближнего востока и едва ли ни всех участников Великого переселения народов, от скифских племен до тюрко-монгольских народов. Адыгские культуры, как известно, имели контакты с южно-европейскими этносами (греками, например), где сплетение рук танцующих пар (как в танце «удж») – обычное явление, норма. Возможно, и облегающее платье родом из той же Античной Греции, где среди женщин особой популярностью пользовалось так называемое «дорийское платье», характерное тем, что подчеркивало линии бюста, а еще часто оставляло обнаженными плечи и руки женщины. В ту же греческую культуру может уходить и «стриптиз Сатаней», в частности, в сольный греческий женский танец «оса». При исполнении этого шуточного танца женщина якобы пытаясь избавиться от осы, забравшейся под ее платье, моментами игриво обнажала части тела или разыгрывала такие порывы. Так под импульсами гендерологии проблематика паттернов и контактных наслаждений в кавказских культурах (которая всегда оставалась актуальной, но мало изученной) обретает новую остроту и новое видение.

Мир гендерологии больше, чем мир отношений мужчины и женщины

Гендерология вовсе не ограничивается анализом отношений мужчины и женщины в культуре. Она идет дальше, трансформирует идеи гендерологии на сущности идеального порядка (мораль, этику, философию); пытается выяснить, какого рода и культура женского или мужского, типологизировать ее по гендерному признаку. Уже заявлены списки «женских» и «мужских» культур. Список «женских» возглавляют скандинавские куль-

туры, а мужских – японская. Исследуется в этом плане и русская культура, которую все чаще относят к числу культур с «женским лицом» [21]. К какому же типу в этом контексте относится, например, та же адыгская культура и культуры других кавказских этносов, при том, что в большинстве наших языков грамматический род отсутствует? И еще. Что в артефактах, жанрах и произведениях той или иной кавказской культуры создано мужчиной, а что женщиной? Скажем, в том же фольклоре, мире сказок, пословиц и поговорок. Не станет ли гендерология ключом к «десифровке» пола автора, какие наши сказки и пословицы придуманы женщиной, а какие мужчиной?

Как видим, этнология может безгранично прирастать гендерологией, ее идеями и подходами, ее «зрением» и интерпретациями и, конечно же, ее аналитичностью. Это актуализируется целым рядом факторов привходящего порядка, переходным состоянием постсоветского социокультурного бытия наших этносов, особенностями ныне переживаемых трансформационных процессов [22, 23], спецификой каждой этнической культуры [24], задачами развития культуро-творческого образования в регионах и роста культуры научно-критической мысли [25, 26]. Однако методологический потенциал гендерологии имеет и такие измерения, которые нами пока не затрагивались, ретроспективные. О чём идет речь? Гендерология является собой способ пере-прочтения текстов и мета-текстов этнической культуры

Мы уже неоднократно подчеркивали, что синтез литературоведения и гендерологии бесспорно перспективен [27]. Но эта работа только начинается, пока еще не очерчены спектры целей, не выстроены базовые ориентиры и не сформировано проблемное поле синтеза гендерологии и этнического литературоведения. Между тем, здесь давно бытует «больная» проблема, для решения которой оптика гендерологии незаменима. О чём идет речь?

Дело в том, что наивысший подъем (пик) в развитии художественной литературы большинства народов России случился в советскую пору. Соответственно, долгие годы плоды этого этапа трактовались по шаблонам соцреализма, что в 90-е годы обрекло весь этот пласт этно-художественной литературы на отторжение и «погребение в обломках» былой идеологии и политической системы. Это сродни забвению. Заслужили ли такую участь Расул Гамзатов, Давид Кугультинов, Кайсын Кулиев, Али Шогенцуков, Алим Кешоков (и не только)? Не пора ли вернуться к их творениям советского периода – пере-прочесть вне призмы и догм былой идеологии, на основе следующего набора герменевтических принципов: «историко-контекстное», «этно-культурное», «этногендерное», «художественно-эстетическое». И соцреализм предписывал свой набор принципов: народность(попроще), идейность (ангажированность бытующей идеологией), объективность (что значило, увы, не видеть жизнь как она есть объективно, а как велит власть). Но в какой мере эти принципы детерминировали этно-литературный процесс, тем более, яркие поэтические таланты этноса? Могла ли следовать восточно-философская мудрость поэзии Гамзатова? Оглядывались ли на соцреализм живописность и энергетика стихов Кулиева или боль растоптанных чувств, чем наполнена поэзия Али Шогенцукова? А вот историко-контекстное, этнокультурное, гендерное и художественно-эстетическое всегда было, есть и будет ориентиром, целью и реальным мерилом любого художественного творения – литературы, живописи, музыки. В этом контексте подлежит пере-прочтению в оптике и логике гендерологии и весь фольклорно-мифологический и культурно-символический мир кавказских этносов.

И в заключение. Проблемы существования этноса в условиях современного сложного и изменчивого мира наиболее болезненно отражаются на ключевом экзистенциальном

элементе этнического бытия и этно-гендерной культуры, на семье, на ее роли и функциях в жизни этноса, на тенденциях ее трансформации в тисках времени (тревожных, заметим), требуя особого внимания и глубокого анализа этнологии. Хочется надеяться, что наш дискурс получит продолжение и развитие в суждениях и анализах этнологов, культурологов и филологов; не останется он без внимания и коллег, занятых изучением современных проблем семьи, ее перспектив.

Список использованных источников

1. Абаев В. И. Избранные труды. Религия. Фольклор. Литература. Владикавказ, изд. «ИР», 1990. 640 с.
2. Гадагатль А. М. Героический эпос народы адыгских(черкесских) народов. Майкоп, 1987. 406 с.
3. Народы Кавказа(под ред. С. П. Толстова), М., изд. АН СССР, 1960. 622 с.
4. История народов Северного Кавказа с древнейших времен до конца XVIII века. М., изд. «Наука», 1988. 544 с.
5. Шевлоков В. А., Балатков В. Х. Синергетическая концепция этноса: постановка проблемы // Сб. научных статей «Мир этноса», Нальчик, изд. «Эль-Фа», 1999. С. 30–57.
6. Шевлоков В. А. Этносоциальная эволюция: синергетический аспект // Доклады АМАН, 2005, Т. 7, № 2. 153–161 с.
7. Бижсева З. Х. Культурные концепты в кабардинском языке. Нальчик, изд. КБГУ, 1997. 140 с.
8. Тхагапсоев Х. Г. Семиозис кавказской поэзии советской эпохи как форма объективации культурного сознания этносов // Регионы России: художественные процессы Нового и Новейшего времени (Сб. научных статей). СПб, «Алтейя», 2002. С. 104–118.
9. Сиохова Л. М. Концепт ночи в традиционной адыгской культуре // Вестник Адыгейского государственного университета 2011, № 2. С. 41–47.
10. Тхагапсоев Х. Г. Лектонический тип коммуникации и проблема цивилизационной идентичности Кавказа // Научная мысль Кавказа, 2001, № 4. С. 56–64.
11. Тхагапсоев Х. Г. Этикет, этика или локальная цивилизация? – к существенному типу и имени традиционного социокультурного бытия адыгов/кавказцев // Доклады АМАН. 2022. Т. 22, № 2. С. 89–100. DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-2-89-100>
12. Гендер как инструмент познания и преобразования общества (Сб. статей под ред. Ворониной О.А.). М., изд. «МЦГИ-Солтэкс», 2006. 215 с.
13. Силасте Г. Г. Гендерная социология и российская реальность. М., Альфа-М, 2016. 640 с.
14. Тхагапсоев Х. Г., Шаджес А. Ю., Ильинова Н. А., Куква Е. С., Тауканова З. Ч. Детерминация гендера этническим фактором: кавказский дискурс. М.: Изд-во «Спутник+», 2019. 134 с.
15. Пушкарева Н. Л. Гендерная теория и историческое знание. СПб: Алтейя, 2007. 496 с.
16. Текуева М. А. Мужчина и женщина в адыгской культуре: традиции и современность. Нальчик: «Эль-фа», 2006. 260 с.
17. Сабанчиева Л. Х. Гендер в социально-политических процессах Кабардино-Балкарии. Нальчик, КБИГИ, 2016. 156 с.
18. Адебекян Н. О. Историзм гендерологизации феминизма // Вестник Саратовского государственного университета, 2009, № 1. С. 150–157.
19. Симона де Бовуар. Второй пол. СПб. Изд. «Алтейя», 1997. 832 с.
20. Ашхотов Б. Г. Музикальная Нартиада: опыт исследования. Нальчик: Принт Центр, 2020. 380 с.

21. Зарецкий Е. Феминность / маскулинность: кросс-культурный анализ на примере России и ФРГ. Электронный ресурс <https://www.researchgate.net// Femininity>.
22. Тхагапсоев Х. Г. К особенностям социального бытия современной России // Философские науки, 2007, № 9. С. 48–66.
23. Тхагапсоев Х. Г. Этноэтатизм как инобытие Российского федерализма // Научная мысль Кавказа. 2002. № 3. С. 25–33.
24. Тхагапсоев Х. Г. Коммуникативные особенности бесписьменных культур // Научная мысль Кавказа. 2000. № 2. С. 46–52.
25. Тхагапсоев Х. Г. Парадигмальный подход в образовании: к проблемам становления // Педагогика, 2014, № 5. С. 8–17.
26. Санунов М. Б., Тхагапсоев Х. Г. Культура критического дискурса о высшем образовании и науке // Высшее образование в России, 2018, Т. 27, № 7. С. 20–27.
27. Тхагапсоев Х. Г. Увидеть культуру из ее потайных уголков – во имя культуры (рецензия на монографию Л.Ф. Хараевой и З.А. Кучуковой «Гендер и этногендер». Нальчик: «Принт Центр». 2018. 192 с.) // Докл. Адыгской (Черкесской) международной академии наук. 2021. Т. 21, № 3. С. 91–98. DOI: 10.47928/1726-9946-2021-21-3-91-98

Поступила 15.11.2022; одобрена после рецензирования 09.12.2022; принята к публикации 12.12.2022.

Об авторе:

Тхагапсоев Хажисмель Гисович, доктор философских наук, профессор Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова (360004, Кабардино-Балкарская Республика г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173), ORCID 0000-0001-5778-5265, SPIN-код 9020-2220, gapsara@rambler.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

1. V. I. Abaev Izbrannye trudy. Religiya. Fol'klor. Literatura. [Selected works. Religion. Folklore. Literature]. Vladikavkaz, ed. «IR», 1990. 640 p.
2. A. M. Gadagatl' Geroicheskij epos narty adygskih(cherkesskih) narodov [Gadagatl A.M. The heroic epos of the Narts of the Adyghe (Circassian) peoples]. Maikop, 1987. 406 p.
3. Narody Kavkaza (pod red. S. P. Tolstova) [Peoples of the Caucasus (under the editorship of S. P. Tolstov)]. M., ed. Academy of Sciences of the USSR, 1960. 622 p.
4. Iстория народов Северного Кавказа с древнейших времен до конца XVIII века [History of the peoples of the North Caucasus from ancient times to the end of the 18th century]. M., ed. Science, 1988. 544 p.
5. V. A. Shevlokov, V. H. Balatokov Sinergeticheskaya koncepciya etnosa: postanovka problem [Synergetic concept of ethnus: statement of the problem // Sat. scientific articles «World of ethnus】]. Nalchik, ed. «El-Fa», 1999. P. 30–57.
6. V. A. Shevlokov Etnosocial'naya evolyuciya: sinergeticheskij aspect [Ethno-social evolution: synergetic aspect]. Doklady AMAN, 2005, vol. 7, № 2. P. 153–161.
7. Z. H. Bizheva Kul'turnye koncepty v kabardinskem yazyke [Cultural concepts in the Kabardian language]. Nalchik, ed. KBGU, 1997. 140 p.
8. H. G. Thagapsoev Semiozis kavkazskoj poezii sovetskoj epoхи kak forma ob'ektivacii kul'turnogo soznaniya etnosov [Semiosis of the Caucasian poetry of the Soviet era as a form of objectification of the cultural consciousness of ethnic groups]. Regions of Russia: Artistic Processes of Modern and Modern Times (Collection of scientific articles). St. Petersburg, «Aletheya», 2002. P. 104–118.
9. L. M. Siyuhova Koncept nochi v tradicionnoj adygskoj kul'ture [The concept of the night in traditional Adyghe culture]. Bulletin of the Adyghe State University 2011, № 2. P. 41–47.

10. *H. G. Thagapsoev* Lektonicheskij tip kommunikacii i problema civilizacionnoj identichnosti Kavkaza [Lektonic type of communication and the problem of civilizational identity of the Caucasus]. Scientific Thought of the Caucasus, 2001, № 4. P. 56–64.
11. *Kh. G. Tkhabapsoev* Etiquette, ethics or local civilization? – to the essence and name of the traditional socio-cultural life of the Circassians/Caucasians. Adyghe Int. Sci. J. 2022. Vol. 22, No. 2. P. 89–100. DOI: <https://doi.org/10.47928/1726-9946-2022-22-2-89-100>.
12. Gender kak instrument poznaniya i preobrazovaniya obshchestva (Sb. statej pod red. Voroninoj O.A.) [Gender as an instrument of cognition and transformation of society (Collection of articles edited by Voronina OA)]. M., ed. «MCGI-Soltex», 2006. 215 p.
13. *G. G. Silaste* Gendernaya sociologiya i rossijskaya real'nost' [Gender sociology and Russian reality]. M., Alfa-M, 2016. 640 p.
14. *H. G. Thagapsoev, A. YU. SHadzhe, N. A. Il'inova, E. S. Kukva, Z. CH. Taukanova* Determinaciya gendera etnicheskim faktorom: kavkazskij diskurs [Determination of gender by the ethnic factor: Caucasian discourse]. Moscow: Sputnik+ Publishing House, 2019. 134 p.
15. *N. L. Pushkareva* Gendernaya teoriya i istoricheskoe znanie [Gender theory and historical knowledge]. St. Petersburg: Aleteyya, 2007. 496 p.
16. *M. A. Tekueva* Muzhchina i zhenshchina v adygskoj kul'ture: tradicii i sovremenność [Man and woman in the Adyghe culture: traditions and modernity]. Nalchik: «El-fa», 2006. 260 p.
17. *L. H. Sabanchieva* Gender v social'no-politicheskikh processah Kabardino-Balkarii [Gender in the socio-political processes of Kabardino-Balkaria]. Nalchik, KBIGI, 2016. 156 p.
18. *N. O. Adibekyan* Istorizm genderologizacii feminizma [Historicism of the genderologisation of feminism]. Bulletin of the Saratov State University, 2009, № 1. P. 150–157.
19. Simona de Beauvoir [Simone de Beauvoir]. Second floor. SPb. Ed. «Aletheia», 1997. 832 p.
20. *B. G. Ashkhotosov* Muzykal'naya Nartiada: opyt issledovaniya [Musical Nartiada: research experience]. Nalchik: Print Center, 2020. 380 p.
21. *E. Zareckij* Feminnost' /maskulinost': kross-kul'turnyj analiz na primere Rossii i FRG [Femininity/masculinity: cross-cultural analysis on the example of Russia and Germany]. Electronic resource <https://www.researchgate.net/> Femininity.
22. *H. G. Thagapsoev* K osobennostyam social'nogo bytiya sovremennoj Rossii [On the peculiarities of the social life of modern Russia]. Philosophical Sciences, 2007, № 9. P. 48–66.
23. *H. G. Thagapsoev* Etnoetatism kak inobytie Rossijskogo federalizma [Ethnoetatism as the Other Being of Russian Federalism]. Scientific Thought of the Caucasus. 2002. № 3. P. 25–33
24. *H. G. Thagapsoev* Kommunikativnye osobennosti bespis'mennyh kul'tur [Communicative features of non-literate cultures]. Scientific Thought of the Caucasus. 2000. № 2. P. 46–52.
25. *H. G. Thagapsoev* Paradigmal'nyj podhod v obrazovanii: k problemam stanovleniya [Paradigm approach in education: to the problems of formation]. Pedagogy, 2014, № 5. P. 8–17.
26. *M. B. Sapunov, H. G. Thagapsoev* Kul'tura kriticheskogo diskursa o vysshem obrazovanii i nauke [Culture of critical discourse on higher education and science]. Higher education in Russia, 2018, V. 27, № 7. P. 20–27.
27. *Kh. G. Tkhabapsoev* See culture from its hidden corners-in the name of culture (Review of the monograph by L. F. Kharaeva and Z. A. Kuchukova «Gender and Ethnogender». Nalchik: Print Center. 2018.192 p.). Reports Adyghe (Circassian) International Academy of Sciences. 2021, vol. 21, No. 3. P. 91–98. DOI: [10.47928/1726-9946-2021-21-3-91-98](https://doi.org/10.47928/1726-9946-2021-21-3-91-98)

Submitted 15.11.2022; approved after reviewing 09.12.2022; accepted for publication 12.12.2022.

About the author:

Khazhismel Gisovich Tkhabapsoev, Doctor of Philosophy, Professor of the Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov (173, Chernyshevsky st., Nalchik, 360004, Kabardino-Balkarian Republic), ORCID 0000-0001-5778-5265, SPIN 9020-2220, gapsara@rambler.ru

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

РЕЦЕНЗИИ REVIEWS

Рецензия на книгу

Черкесско-российские отношения в контексте института аманатства

М. А. Керимова

ГКУ КБР-Медиа, газета «Адыгское слово», г. Нальчик, Россия

maryanakerim@gmail.com

Рецензия на книгу Ф. А. Озовой Институт аманатства в черкесско-российских отношениях 1552–1829 гг. С.-Петербург, Нестор-История, 2020. 632 с.

Book review

Circassian-Russian relations in the context of institute amanatism

Marianna A. Kerimova

State institution KBR-Media, newspaper «The Circassian word», Nalchik, Russia

maryanakerim@gmail.com

Review of the book by F. A. Ozova Institute of amanatism in Circassian-Russian relations in 1552–1829. St. Petersburg, Nestor-History, 2020. 632 p.

В санкт-петербургском издательстве «Нестор-История» вышла монография доктора исторических наук, заведующего отделом истории народов КЧР Карабаево-Черкесского института гуманитарных исследований Озовой Фатимы Анатольевны «Институт аманатства в черкесско-российских отношениях 1552–1829 гг.

Будучи книжным вариантом докторской диссертации, монография Фатимы Озовой стала квинтэссенцией обширного научного багажа автора, одновременно иллюстрируя её оригинальную методологию в интерпретации исторического материала, многое из которого вводится в научный оборот впервые.

«В настоящем исследовании, – пишет Фатима Анатольевна во «Введении», – анализируются события, связанные преимущественно с Кабардой (Восточной Черкесией), с которой у Москвы/Санкт-Петербурга были наиболее тесные связи. Однако мы посчитали необходимым не оставлять за рамками нашего внимания факты, касающиеся западно-черкесских политических субъектов. Такой подход связан с желанием следовать порядку, имеющемуся в российских исторических источниках второй половины XVI – первой половины XVIII в., а также в арабской, английской, греческой, итальянской, немецкой, персидской, русской и французской литературных традициях. Он также отражает важность возвращения к использовавшемуся крупными кавказоведами принципу целостного, интегрального взгляда на Кавказ в целях выявить единую линию исторического процесса в этом регионе и его место в общечеловеческой истории».

Люди, интересующиеся историей Кавказа и ходом установления его непростых отношений с Россией, не впервые имеют возможность насладиться убедительным стилем и научной добросовестностью данного автора. Помимо тематических статей, опубликованных в российских и зарубежных профильных изданиях, широкому кругу любознательных краеведов Фатима Озова известна по «Очеркам политической истории Черкесии» (2013). Надо заметить, что слог ученого узнаваем то ли благодаря своеобразной

вовлеченности, то ли трудно скрываемой личной заинтересованности в интерпретации описываемых процессов. Оставаясь строго объективной, Фатима Анатольевна обезоруживает читателя обилием подтверждений к выдвигаемым гипотезам. Нейтральный стиль изложения контрастирует с буквально выбивающими из колеи официальными, но долго замалчиваемыми цитатами из писем, реляций, замечаний, комментариев и других исторических свидетельств. Красной нитью по всей книге проходит почти неконтролируемое сочувствие поэтапному ослаблению политического статуса Кабарды – своеобразной колыбели нравственной культуры черкесского народа. Все это не мешает автору высоко профессионально освещать факты и анализировать их. Вызывает уважение и манера изложения текста, в котором гармонично перекликаются человеческое и профессиональное. Фатима Анатольевна – благодарная ученица и чуткий коллега, принципиальный аналитик и скрупулезный документалист, что особенно заметно по приложениям к книге.

О чем данная монография? Согласно заглавию, это освещение черкесско-российских отношений в контексте института аманатства, который в разные исторические периоды толковался по-разному. Но Озова не была бы верна себе, если бы она под нейтральной оболочкой не спрятала оригинальную начинку, при этом не изменяя основной цели – создать у читателя правильное представления об исследуемом предмете.

Современный читатель, интересующийся не просто историей, а ее очищенной от необъективной политики вариантом, во-первых, не может удовлетвориться мнением какой-нибудь одной стороны. Во-вторых, он достаточно мудр, чтобы не опешить от документальных свидетельств, низвергающих многие авторитеты. Имея в виду Фатиму Анатольевну, можно сказать, что достойный ученый сам воспитывает свою аудиторию. Сила нравственного подхода к этой науке такова, что от честного исследователя невозможно скрыть правду. Фатима Озова – яркое подтверждение данного тезиса.

Вопрос, на который мы невольно ищем ответ, изучая вместе с автором трансформацию института аманатства, звучит очень просто: почему Кабарда, вступив в XVI веке в отношения с Московским княжеством как равноправное государственное образование, на глазах у всего человечества превратилась сначала в вассальное государство, затем – во внешнего врага, и, в конце концов, исчезла с карты мира? Как это произошло? Какие открытые и скрытые методы были использованы государственной дипломатией замешанных сторон, чтобы такое самодостаточное княжество на Северном Кавказе вдруг перестало существовать?! Доверчивость одних, хитроумность других, вероломство третьих – к сожалению, именно неудовлетворительные личные качества жестоких правителей оказываются тем котом в мешке, который получает народ, позволивший внутренней расправе войти в свою среду.

Книга состоит из четырех глав с приложением. «Наша периодизация черкесско-российских отношений соответствует трехчастной периодизации С. М. Броневского, – комментирует автор свой подход. – Мы лишь предлагаем внести свое уточнение, обратив внимание наряду с фактором военной экспансии еще на дипломатический фактор, важный настолько, что он может выступать маркером предшествовавших Кавказской войне этапов взаимоотношений России с Кавказом. Соответственно, мы можем говорить о таких периодах в этих отношениях как посольский (1552–1721), «внутренней дипломатии» (1722–1763) и первый этап Кавказской войны (1763–1829)».

Пожалуй, одним из самых сильных мест в книге является интерпретация самого термина «аманат», поставленного во главу угла. Хотя в самом труде автор использует достаточно определенное значение этого слова как «дипломатическое заложничество», расширяя кругозор читателя не только в языковом, но и этическом отношении, Озова за-

трагивает и этимологию данного слова со всеми вытекающими из него на разных языках смыслами. Выделяя типологические черты в семантике слова «аманат», Фатима Анатольевна пишет: «Первая группа смыслов связана с отношениями порядка Бог-человек: это ответственность или надежность человека перед Богом за дарованную на ограниченное время душу/жизнь. Неотъемлемым качеством человека является честь, которая берет начало от Бога. Эта ответственность предписывает определенные обязательства перед Ним. Прежде всего это сохранение души и чести через исповедание Единобожия, соблюдение Его законов и выполнение религиозных предписаний, сбережение тела, вместилища души».

Вторая группа смыслов имеет связь с отношениями порядка Человек-Человек: это ответственность или надежность одного человека перед другим за то, что вверено на хранение».

Аманат в глобальном смысле – элементарная преданность, антоним вероломства, то есть высшее качество, которое и отличает человека от животного. В политике же аманат – это, как уже сказано, заложник межгосударственной дипломатии, гарант того, что обязательства, взятые на себя одной страной перед другой, будут выполнены.

В контексте черкесско-русских отношений институт аманатства претерпел огромное количество изменений. Если в XVI веке, когда он только зарождался, аманат был по сути гостем и родственником царя, как в случае, например, с братьями Марии Темрюковны Черкасской, то при Петре Первом термин и его содержание кардинально меняют свое значение.

По мнению Озовой, именно при Петре Первом начались те глобальные изменения, которые привели отношения Кабарды и России к войне, а именно – вследствие Персидского (Каспийского) похода царя. Открыто признавая независимость Кабарды перед турецким правительством, русский царь начал активную деятельность по активизации распри между кабардинскими князьями, которые были ведущими в регионе. Именно с тайной дипломатии Петра начинается разделение княжеских партий Кабарды, что впоследствии и стало для врага точкой опоры в ее разрушении.

Яркими страницами в монографии Озовой выступают и образы самих аманатов, характере их служения правящим династиям российских царей. Фатима Анатольевна выносит на суд публики совершенно незнакомые нам документы, которые показывают давно известных нам героев родной истории в других ролях. Нетрудно заметить симпатию автора к аманатам типа Исмаила Атажукина, знаменитого Измаил-бея, который всегда оставался преданным интересам своего родного народа, при этом безупречно выполняя и обязанности воина на российской службе.

Книга Озовой позволяет пролить свет и на других деятелей черкесской истории, в частности, на Александра Бековича-Черкасского, которым каждый хоть мало-мальски начитанный в истории родного края черкес гордится как сподвижником самого Петра Первого, несмотря на то, что следующее поколение Бековичей осталось в истории Русско-Кавказской войны как образец чрезвычайной жестокости даже на фоне врагов. Оказывается, именно Александру Бековичу-Черкасскому Кабарда обязана переходу на более низший дипломатический уровень по отношению к России. Озова приводит документальные факты, свидетельствующие о том, что упомянутый Бекович-Черкасский принимал участие в тайных интригах русского царя против своей страны. Он же обустраивает канцелярию Петра таким образом, что Кабарда, будучи свободной и равноправной с Россией, оказывается у нее в подчинении как субъект, обратившийся за помощью к другому государству по своей инициативе, тогда как именно сам Петр Первый хотел

иметь союзника в лице Кабарды. При Петре же, по мнению Озовой, возобновленный после 25-летнего перерыва институт аманатства принял более жестокие и масштабные формы.

«В то же время война с Османской империей не теряла своей актуальности для Москвы; 10 ноября 1710 г. великий визирь объявил о войне с Россией, что «застало царя вовсе к ней неприготовленным». В этом контексте для Петра Первого особую актуальность приобрел вопрос о союзниках. В январе-феврале 1711 года Иналиды с подачи князя Александра Бековича-Черкасского направили Петру Первому письмо, в котором выразили готовность принять покровительство («подданство») царя и «служить ему с радением» против крымского хана, с которым «великая недружба», - так комментирует Фатима Анатольевна петровскую политику, и в сноске уточняет: «По-прежнему для российской стороны принципиальное значение имела норма посольского обычая, согласно которой первое обращение к дружественной стороне ставило обращающуюся сторону в статус более слабой стороны. Через князя Александра Бековича-Черкасского было устроено так, что ко двору Петра Первого за покровительством обратилась кабардинская сторона».

Чтобы убедить читателя в объективности своей версии петровской политики, автор аппелирует к И. В. Курукину с его книгой «Персидский поход Петра Великого». Вот, что пишет последний: «Грамота императора Петра Алексеевича Его Величеству Турецкому султану Ахмеду III о желании сохранить мир с Турцией» – редкий документ, где адекватно оценен сложившийся *de facto* статус Кабарды: признана независимость ее князей и, соответственно, ее государственный суверенитет, Петр Первый отказался от поддержки кабардинских Иналидов в их действиях против крымского хана, обязался не строить крепостей на территории Черкесии и признал протекторат султана над черкесскими князьями. Но при этом было оставлено пространство для маневра в кабардинском вопросе, благодаря которому российское правительство получило поводы для вмешательства во внутренние дела Кабарды и проведения в отношении неё политики социального раскола... Имидж миротворца и поддержание так называемого древнего обычая аманатства стали теми тактическими приемами, которые должны были скрыть долгострочную стратегию царского двора по установлению контроля над Кабардой».

Как тут не согласиться с Львом Толстым, писавшим, что «С Петра Первого начинаются особенно поразительные и особенно близкие и понятные нам ужасы русской истории <...> Беснующийся зверь Пётр заставляет одних людей убивать и мучить других людей сотнями, тысячами, сам забавляется казнями <...> И ему ставят памятники и называют благодетелем России и великим человеком и все дела его. Не только оправдывается все то, что делали люди по его воле, считаются законными, необходимыми и не ложатся на совесть людей, которые их делали. И про жестокости его говорят: зачем поминать, это прошло».

Невольно напрашивается мысль: не настала ли для отечественной истории пора, когда менее завуалированная критика избалованных необъективной исторической литературой российских правителей, просто необходима, чтобы избавиться от политического наследства сомнительной ценности.

Третий этап российско-черкесских взаимоотношений Озова характеризует как «начало русско-кавказской войны». Его характеризуют известные нам «зачистки», «экспедиции», «замирения», которые кончались ограблением народа, забором у него скота и урожая, а также набором молодых людей в русские войска, где они не просто воспитывались в пророссийском духе, но оказывали посильную услугу очередному царю в подчинении горцев. Таковы, например, в черкесской истории Хан-Гирей, Султан Казы-Гирей

и др. Изменяется не только сам образ бывших аманатов, но и позиция государства по отношению к их родине. Соответственно, на историческую арену выходит новый, более ассимилированный тип горца.

Почерк Озовой трудно спутать с другим. Ее основательная аргументированность при выдвижении гипотез, даже своеобразная дотошность в исследуемом вопросе привязывают читателя к тексту таким образом, что через пару абзацев он уже чувствует себя чуть ли не соавтором ученого.

К сожалению, научный стиль изложения кавказоведческих монографий подчас становится препятствием даже для интересующегося историей читателя. При этом большинство современников нахватывается своего исторического багажа преимущественно из бегло просмотренной ленты новостей и нескончаемых споров с националистической подоплекой. Знание истории нужно не для того, чтобы манипулировать собственной исключительностью, а чтобы сохранить тот же «аманат» в его нравственном и сакральном смысле. Будучи древним народом, черкесы впитали в себя все варианты совершенной организации общества и на своем человеческом примере сохранили, пусть с некоторой модификацией, образцы разумного общественного поведения, при котором каждая личность имеет возможность для полноценного развития. Таковы же и оставленные нам в наследство методы поддержания мира с соседними государствами, благодаря которым ни одна сторона не оказывается ущемленной. Все это и многое другое сдержанно, но с хорошей доказательной базой можно найти в новой книге Фатимы Озовой.

Об авторе: Фатима Анатольевна Озова – доктор исторических наук, заведующий отделом истории народов КЧР Карачаево-Черкесского института гуманитарных исследований. Рецензируемая монография «Институт аманатства в черкесско-российских отношениях: 1552–1829 гг.» является докторской диссертацией автора, защищенной в 2019 г. в Диссертационном совете на базе Санкт-Петербургского института истории РАН. Круг научных интересов Ф. А. Озовой охватывает не только российско-кавказские и российско-черкесские отношения, но и широкий спектр проблем внутреннего развития кавказских этносов.

Список использованных источников

1. *Ozova F. A. Institut amanatstva v cherkessko-rosijskih otnosheniyah 1552–1829 gg.* С.-Петербург, Нестор-История, 2020. 632 с.
2. *Tolstoj L. N. PSS, M., 1936, T. 26, 568 c.*
3. *Xotko C. X. Цивилизация Кабарды*, Издательство С.-Петербургского университета, 2008.
4. *Kaspary A. A. Pokorennyj Kavkaz*. Издательство «Надыршин». С.-Петербург, 1904 г.

Об авторе:

Марианна Ауесовна Керимова, ГКУ КБР-Медиа, газета «Адыгское слово», журналист, литературный обозреватель, г. Нальчик, Ленина, 5, maryanakerim@gmail.com

References

1. *F. A. Ozova Institut amanatstva v cherkessko-rosijskih otnosheniyah 1552–1829 [Institute of amanatism in Circassian-Russian relations in 1552-1829].* St. Petersburg, Nestor-History, 2020.
2. *L. N. Tolstoj PSS, M., 1936. Vol. 26. 568 p.*
3. *S. Kh. Hotko Civilizaciya Kabardy, Izdatel'stvo S.-Peterburgskogo universiteta, 2008.*
4. *A. A. Kaspari Pokorennyj Kavkaz [Conquered Caucasus]. Publishing house "Nadyrshin".* St. Petersburg, 1904.

About the author:

Marianna Auesovna Kerimova State institution KBR-Media, newspaper «The Circassian word», journalist, literature reviewer, Nalchik, Lenina street, 5, maryanakerim@gmail.com

Рецензия на книгу

Академичный дискурс о проблеме, которая дышит драмой и бунтом

Х. Г. Тхагапсоев

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова

г. Нальчик, Россия

gapsara@rambler.ru

Рецензия на книгу Л. А. Хараевой Педагогическое общение в условиях двуязычия. Нальчик, изд. М. и В. Котляровых, 2021. 336 с.

Book review

An academic discourse about an issue that breathes drama and rebellion

Khazhismel G. Tkhangapsoev

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

gapsara@rambler.ru

Review of the book by L. A. Kharayeva Pedagogicheskoye obshcheniye v usloviyakh dvuyazychiya. Nal'chik, izd. M. i V. Kotlyarovykh, 2021. 336 p.

Если вы имеете отношение к образованию и у вас на руках оказалась книга, на обложке которой написано «Педагогическое общение в условиях двуязычия» [1], вам на ум, конечно, тут же приходят проблемы билингвизма, которые вот уже не одно десятилетие остаются предметом внимания на самых разных дискурсивных аренах: дипломатических, педагогических, лингвистических, социологических, культурологических и, конечно же, политических, включая арену ООН. Это естественно. Ведь в современном мире насчитывается около 7 тысяч языков, но широкое распространение в деловой сфере и в публично-коммуникативной практике имеют всего лишь 25 так называемых «больших языков», что означает следующее: более 80% населения общается именно на этих языках, ограничивается использованием одного из них. Уже по этой причине билингвами (двуязычными) вынуждены стать и быть не менее 99 процентов населения планеты (прежде всего, носители «малых языков», к коим относятся также кабардинцы и балкарцы). Дело в том, что именно на больших языках функционирует все, без чего человеку сегодня невозможно обойтись – Интернет, рынок труда, ресурсы и технологий, финансово-расчетные системы, наука, университеты. В этом контексте билингвизм в мире неотвратимо обретает и уже обрел повсеместное распространение, затрагивая, так или иначе, если не каждого человека, то абсолютное большинство населения планеты, как уже отмечено.

Между тем, «тотальному наступлению» билингвизма, увы, сопутствует процесс, который не может не тревожить – исчезновение «малых», а точнее, этнических языков в нарастающих темпах. Сегодня в «тревожном списке» исчезающих языков по данным ЮНЕСКО числится около 400. Здесь впору задаться вечным вопросом «По ком звонит колокол?». Не стучится ли судьба исчезновения к близким и родным нам языкам? Ведь по оценкам различных экспертов этнический язык начинает «угасать», выходить из оборота и «умирать», если им овладевает и его использует менее 70% подрастающего поколения данного этноса. А как у нас в КБР обстоят дела в этом плане? Увы, мне не удалось

отыскать исследований наших уважаемых коллег – специалистов по кабардинской или балкарской лингвистике о прогнозных перспективах этих языков. Не останутся ли они вскоре родными нам лишь по названиям? Не удалось отыскать и сведений о том, какая доля молодых кабардинцев и балкарцев (не старше 35 лет) является сегодня носителем и активным пользователем родных языков. Не странно ли?

Все это, конечно же, подпитывает высокий интерес к монографии по проблематике двуязычия, на которой, к тому же, указано, что дискурс в ее рамках строится «на материале кабардино-русского двуязычия».

Добавим к сказанному, Леорена Хараева относится к той относительно небольшой части наших университетских ученых, которая активно радеет за этнические языки, отстаивает позицию их сохранения и развития. Она из года в год настойчиво выносит ключевые аспекты этой острой проблемы на различные дискурсивные арены (вузовские, научно-педагогические, публицистические) в следующих постановках:

- национальный язык в системе регионального образования;
- неотложные вопросы сохранения национальных языков в КБР;
- проблемы изучения родных языков в республике и т.д.

Так что, приступая к изучению монографии я ожидал, что в книге будут развернуты все сложные и противоречивые измерения билингвизма в сфере образования – социолингвистические, культурологические, психолого-педагогические и, конечно же, политические. Ведь именно политические аспекты билингвизма, диктуемые принципами государственной языковой политики, в частности, языковой стратегией на разных уровнях и ступенях образования могут создать благоприятные условия для эффективного двуязычия и, наоборот, изгнать реальное двуязычие из образования. Сегодня это видно всем на примерах жизни Украины и Прибалтики. А в памятных 90-х годах едва ли ни самым главным и самым острым вопросом во всех весях СССР в одноточье стал именно вопрос билингвизма. Более того, он и стал самым доступным орудием разрушения страны и учреждения множества государственно-политических и культурно-языковых суверенитетов на просторах бывшей единой и общей страны Советов [2]-[4].

Однако автором избрана несколько иная тактика монографии, практически не апеллирует к политическому фактору. Это право автора, она предпочла оставаться в рамках академического анализа.

И здесь надо отдать должное автору, она последовательна в этой позиции и, следуя ей, неуклонно апеллирует к широко признанным в современной науке принципам системного подхода. Что это означает? И как это конкретно воплощено в монографии? На первый взгляд, все просто: педагогическое общение автором рассматривается как некая сложная целостность (т.е. как система), куда входит масса составных элементов, в том числе и этно-социо-лингво-культурологический (а значит и этноязыковой) компонент. А главная особенность системы, как известно, заключается в том, что она (система) функционирует эффективно только в том случае, если все ее элементы на месте и они находятся в надлежащем состоянии.

Типичный пример системы – iPhone, который постоянно сопровождает каждого из нас. Она тут же утратит функциональность и прекратит действовать, если изъять из ее структуры какой-либо элемент. Примером системы является и мотор автомобиля. Он тут же откажет (страшно сказать!), если выйдет из строя хоть одна из его деталей. Автор книги исходит из того, что именно так обстоит и с системой педагогического общения, она не будет действенной, если в ней не присутствует, не задействован этно-социо-лингво-культурологический компонент» в форме билингвизма.

Да, все это верно и справедливо с позиции теории системного подхода, избранного автором. Но в то же время напрашивается: «Поймут ли эту тонкую, нейтральную, свободную от политики, оценок и страстей позицию автора те, кто решает судьбы билингвизма у нас в республике, в школах? Речь идет о политиках, депутатах, руководителях КБР, чиновниках разного уровня? Они порой, сами того не ведая, росчерком пера, обрекают всю систему педагогического общения на провал, а языки на гибель, следуя разным веяниям или указаниям сверху (порой неверно понятым). Не об этом ли говорит «лукавая свобода» изучать или не изучать родной язык?

Здесь не удержусь от удовольствия обратиться к одному из самых ярких и проницательных представителей западной аналитической мысли, к Пьеру Бурдье, который ввел в дискурсивный оборот социологии и политической философии смысловой мир и дух культуры (символический капитал, габитус и даже особую категорию «символическое насилие», выражющее ситуацию манипулирования и злоупотребления власти и власть имущих ресурсами культуры, языка, искусства). При этом он подчеркивал, что любые попытки осмыслить культуру и ее проблемы (а образование, тем более, билингвальное, является собой форму культуры) неизбежно приводят к политике [5]. Увы, это не раз и в драматических формах проявлялось в нашей истории образования.

Так, начиная с 20-х годов двадцатого века русско-этнический билингвизм стал неотъемлемым аспектом советского культурного строительства, что, надо признать, обеспечил народам (этносам) Советского Союза невиданный прежде подъем культуры, литературы, искусства, образования и, конечно же, прочного утверждения билингвизма в образовании.

Однако в 60-годы в контексте хрущевской концепции форсированного строительства коммунизма и формирования советского (без национального, как полагалось) народа была запущена политика демонтажа билингвизма в образовании, что, как уже отмечено, громко аукнулось в 90-х.

Но реформы 90-х, как бы к ним не относиться, породили не только дикий капитализм и агрессивный национализм, не только «парад этнических суверенитетов» (чем активно пользовались карьеристы в республиках), но и культурно-политические условия, благоприятные для восстановления и развития эффективного билингвизма в образовании, чем в КБР в ту пору воспользовались в максимально возможной мере.

Однако в последующем линию пост-ельцинской власти на восстановление и укрепление единого правового и конституционно-политического пространства России руководители и политики национальных республик (особенно в КБР) поняли довольно своеобразно, а именно, как «сигнал сверху открепляться» не только (и не столько) от национализма, от этнической суверенности, но от всего этнического. В итоге родные языки вновь изгнаны из образования, вновь низведены до положения эпохи хрущевских реформ, а билингвизм вновь загнан в пространство бытового общения.

Мы сочли необходимым подчеркнуть обратить на это внимание лишь потому, что с позиции системного подхода, использованного в данном случае автором (а автор вправе выбирать методы анализа по своему усмотрению) эти факты, увы, значения не имеют, могут быть опущены. Они опущены.

Между тем, философия образования не устает повторять, что образование не может быть вне политики, оно всегда остается инструментом политики и самой уязвимой жертвой политических ошибок. А самая мудрая политика в отношении образования и билингвизма может заключаться лишь в максимальном учете того обстоятельства, что в основе методов и стратегии образования должны лежать только интересы ребенка,

забота о его максимальной успешности. Монография об этом.

В сегодняшних российских условиях формально нет принципиальных препятствий на пути эффективного билингвизма. Но этот вопрос у нас в республике не решен должным образом. Почему? Причина банальная, она кроется в явной нехватке компетентности у тех, кто принимает решения по поводу того, когда и на каком языке обучать ребенка, исходя из реально существующей вокруг школы социолингвистической ситуации и с учетом функций, которые может брать на себя этнический (родной) язык в процессах образования и педагогического общения.

Да, если в первый класс школы приходят дети, которые свободно владеют русским языком (без затруднений общаются с педагогом и сверстниками на этом языке), понятно, что они могут, будут и должны обучаться на русском языке. Но владеют ли дети, скажем, в наших селах к моменту поступления в школу русским языком в такой степени, что готовы свободно общаться с педагогом на русском языке? Увы нет. В этой ситуации единственным способом избежать опасного психологического насилия над детьми (пытаясь обучать их на языке, которым они не владеют), чреватого серьезными последствиями для здоровья и благополучия ребенка, является обучение на родных языках, сочетая это с изучением русского языка. А что касается проблем сохранения этнических (родных) языков, это отдельная проблема, требующая усилий всего общества и власти всех уровней.

Однако впору вернуться вновь к монографии, к ее академическим измерениям, поскольку мы отвлеклись на «злобу дня» в сложной проблематике билингвизма, чему монография и посвящена.

В монографии не только системно и глубоко представлены теоретические концепции педагогического общения в условиях двуязычия, но в ее рамках представлены и основательные экскурсы в смежные проблемы и сферы научного знания: в теоретическую педагогику, в общую теорию и типологию билингвизма; в лингвистику и ее сложный теоретико-концептуальный мир; в психологию, в этнологию, этно-культурологию и др. Так что любой педагог найдет здесь много интересного и полезного. И в этом плане я особо выделил бы раздел «Педагогическое общение как форма взаимодействия этно-социолингвокультур в условиях двуязычия». Идеи, смыслы и положения этого раздела, вне всякого сомнения, могут быть включены в квалификационные требования к педагогам филологического профиля. Это, впрочем, соответствует и культуро-творческой миссии университета, духу, норме и требованиям компетентностного подхода в образовании [6], [7], а также к сути и духу образования в ныне переживаемых условиях острой борьбы стран и культур за собственную идентичность, ее отстаивание [8].

Конечно, как и в любом сложном и объемном труде, есть и моменты, по которым, на наш взгляд, просятся полемика, иная точка зрения и трактовка. Так, в монографии доминирует тяга к классическим теориям и концепциям языка, восходящим, в частности, к Гумбольдту («язык как выражение духа нации») и его последователей, скажем, к Вейсгерберу («язык как форма общественного познания»); автор выражает сомнения по поводу концепции и идей лингвистической относительности Сепира – Уорфа.

Между тем, современная философия и методология науки делают ставку на теории новой формации: на информационно-семиотическую теорию языка, на когнитивную лингвистику и идеи генеративной грамматики Хомского, которые не отрицают идеи лингвистической относительности. В дискурсе не затронут и виртуальный мир, ставший универсальным медиумом общения.

Но это лишь частности. Так что остается поздравить Леорену Ахмедовну с выходом

в свет на редкость основательной монографии, которая несомненно найдет активный отклик в научной и педагогической среде не только КБР, но и России, ее этнических регионов.

Список использованных источников

1. *Хараева Л. А.* Педагогическое общение в условиях двуязычия. Нальчик, изд. М. и В. Котляровых, 2021. 336 с.
2. *Тхагапсоев Х. Г.* Этноэтатизм как инобытие российского федерализма // Научная мысль Кавказа, 2002. № 3. С. 25-33.
3. *Тхагапсоев Х. Г.* К российским превращениям либерализма // Вопросы философии, 2004. № 12. С. 155–163.
4. *Тхагапсоев Х. Г.* К особенностям бытия современной России // Философские науки, 2007. № 9. С. 48–66.
5. *Бурдье П.* Социология политики. М.: Socio-Logos, 1993. 336 с.
6. *Тхагапсоев Х. Г.* Парадигмальный подход в образовании: к проблемам становления // Педагогика, 2014. № 5. С. 8–17.
7. *Тхагапсоев Х. Г.* Университет – к стратегии движения за горизонт // Высшее образование в России, 2020. Т. 28, № 8-9. С. 83–90.
8. *Тхагапсоев Х. Г., Гатиатуллина Э. Р.* Идентичность к проблемам методологии // Научная мысль Кавказа, 2010. № 4(64). С. 16–23.

Об авторе:

Тхагапсоев Хажисмель Гисович, доктор философских наук, профессор Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х. М. Бербекова (360004, Кабардино-Балкарская Республика г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173), ORCID 0000-0001-5778-5265, SPIN-код 9020-2220, gapsara@rambler.ru

References

1. *L. A. Kharayeva* Pedagogicheskoye obshcheniye v usloviyakh dvuyazychiya. Nal'chik, izd. M. i V. Kotlyarovskykh, 2021,336 p. (In Russ.)
2. *KH. G. Tkhagapsoev* Etnoetatizm kak inobytiye rossiyskogo federalizma. Nauchnaya mysl' Kavkaza, 2002. № 3. P. 25–33.(In Russ.)
3. *KH. G. Tkhagapsoev* K rossiyskim prevrashcheniyam liberalizma. Voprosy filosofii, 2004. № 12. S. 155–163.(In Russ.)
4. *KH. G. Tkhagapsoev* K osobennostyam bytiya sovremennoy Rossii. Filosofskiye nauki, 2007. № 9. P. 48–66.(In Russ.)
5. *P. Burd'ye* Sotsiologiya politiki. M.: Socio-Logos, 1993. 336 p. (In Russ.)
6. *KH. G. Tkhagapsoyev* Paradigmal'nyy podkhod v obrazovanii: k problemam stanovleniya. Pedagogika, 2014. № 5. P. 8–17.(In Russ.)
7. *KH. G. Tkhagapsoyev* Universitet- k strategii dvizheniya za gorizont. Vyssheye obrazovaniye v Rossii, 2020. T. 28, № 8-9. P. 83–90. (In Russ.)
8. *KH. G. Tkhagapsoev, E. R. Gatiatullina* Identity to the problems of methodology. Scientific Thought of the Caucasus, 2010. No. 4 (64). P. 16–23.

About the author:

Tkhagapsoev Khazhismel Gisovich, Doctor of Philosophy, Professor of the Kabardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov (173, Chernyshevsky st., Nalchik, 360004, Kabardino-Balkarian Republic, Russia), ORCID 0000-0001-5778-5265, SPIN 9020-2220, gapsara@rambler.ru

ЮБИЛЯРЫ ANNIVERSARIES

**Неистовый исследователь природы Кавказа
(к 90 – летию со дня рождения А. К. Темботова –
член-корреспондента РАН, академика АМАН)**

С. Х. Шхагапсоев

**Furious explorer of the nature of the Caucasus
(on the 90th anniversary of the birth of A. K. Tembotov –
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Academician of the AMAN)**

Safarbiy Kh. Shkhagapsoev

О жизнедеятельности член-корреспондента РАН, доктора биологических наук, профессора Асланби Казиевича Темботова, как об ученом зоологе – фаунисте и экологе – биогеографе, педагоге Вуза и руководителе научной школы, организаторе академического института и его директора опубликовано немало статей, очерков и интервью. Так во Всемирном биографическом энциклопедическом словаре о нем сказано: «Исследователь экологических и биогеографических аспектов широтной зональности и высотной поясности, их взаимодействии. Труды по фауне млекопитающих Кавказа, охране природы» [1, с. 744].

В Адыгской (Черкесской) энциклопедии указано, что «А. К. Темботов – ученый биолог, педагог, доктор биологических наук (1977), член - корреспондент РАН (1991), академик АМАН (1992), лауреат международной премии имени А. Карпинского (Германия). С 1996 г. – директор Института экологии КБНЦ РАН, основатель научной школы горной экологии. Награжден орденом «Знак почета» (1999). Является «автором более 100 работ, в том числе «Млекопитающие КБАССР» (Нальчик, 1960), «География млекопитающих Северного Кавказа» (Нальчик, 1972), «Позвоночные Кавказа. Насекомоядные» (Москва, 1989), «Позвоночные Кавказа. Копытные» (Москва, 1993) и др.» [2, с. 1049].

В энциклопедии «Пионеры всемирной истории» историк и философ С. Н. Бейтуганов пишет: «Темботов Асланби Казиевич – кабардинский ученый, биолог, основатель школы горной экологии» [3, с. 51]. Главный научный подвиг А. К. Темботова – это «концепция биологического эффекта высотной поясной структуры горных ландшафтов», – однозначно подчеркивает академик РАН, профессор В. Н. Большаков [4]. «Темботов – первый кабардинский ученый, ставший членом–корреспондентом Российской академии наук», – отмечает известный журналист Эдуард Биттиров [5]. Это был исследователь, влюблённый в биологию, неистово изучающий природу Кавказа и заражавший примером учеников и окружающих... «Всё, что касалось науки, биологической науки, Асланби вдохновляло всегда», – писал известный философ Х. Г. Тхагапсоев [6].

Одна из учениц А. К. Темботова и его биограф Екатерина Павловна Кононенко считает, что главным итогом научной деятельности А. К. Темботова и его школы является установленная закономерность «единства биоты гор и биоты равнин, их сопряженное и динамичное развитие в пространстве и во времени» [7, с. 10]. Результаты получены на

основе обширного оригинального материала, собранного по всему Кавказу. Выявленные взаимодействия факторов дают эффекты во всех формах и направлениях эволюционного процесса. Более того, расшифровка данного эффекта дает возможность понимания ряда теоретических и практических проблем функционирования высокогорных экосистем, в частности, в вопросах видообразования, адаптивных возможностей организма, популяции, вида, а также организации и совершенствования сети ООПТ с целью охраны конкретных таксонов и элементов ландшафта.

Эти факты стали широко известны научному сообществу еще в 80-х гг. XX века. Так, в научном отчете Северо-Кавказского научного центра высшей школы (СКНЦ ВШ) за 1988 г. было отмечено, что под руководством А. К. Темботова «успешно ведется в КБГУ совместно с АН СССР разработка экологических основ эволюции и охраны растительного и животного мира Кавказа» [8, с. 4]. Развивая и поддерживая данную концепцию полевыми и оригинальными лабораторными материалами, А. К. Темботов стал одним из основателей экологии горных территорий в СССР, как раздела и направления общей экологии. Об этом однозначно свидетельствует сформированная и признанная научная школа (решение коллегии ВАК при Совмине СССР в 1989 г.) не только в стране, но и за рубежом.

Первые публикации о научно-педагогической деятельности А. К. Темботова в СМИ появились в начале 60-х гг. XX века. Это были рецензии на его монографические исследования фаунистического характера «Млекопитающие КБАССР» (1960) и «Определитель млекопитающих Северного Кавказа» (1965). На первую работу развернутую рецензию под названием «Труд молодого ученого» (1960) дал известный натуралист и краевед республики, автор первой работы по животному миру республики «Животный мир Кабарды» Г. Н. Подъяпольский [9]–[10]. «Книга весьма ценна, довольно обстоятельно описывает всех млекопитающих КБ АССР», – пишет рецензент. Вместе с тем, он приводит несколько замечаний, которые рекомендует учсть автору при переиздании своего труда, касающихся как «внешнего оформления книги», так и пожелание «в дальнейшем уделить больше внимания крупным парнокопытным животным и особенно горным». Забегая вперед, отметим, что Асланби Казиевич, к сожалению, не переиздал данную работу, которая стала библиографической редкостью. Однако, в 1993 г. в издательстве «Наука» в соавторстве с академиком В. Е. Соколовым была издана монография в серии «Позвоночные Кавказа» [11] по копытным млекопитающим объемом 528 с. Она не имеет аналогов на Кавказе.

Небольшая по объему книга «Определитель млекопитающих Северного Кавказа» была, по определению рецензента – доцента В. Г. Иванова [12] «...первой на Северном Кавказе, ибо другого определителя нет не только на Северном Кавказе, но и по всему Кавказу». Она также в настоящее время стала библиографической редкостью. А потому, рассчитанный на широкий круг любителей природы, учителей общеобразовательных учреждений, студентов в области охраны природы, этот труд желательно переиздать Институту экологии горных территорий РАН.

Известный советский историк и социолог, дважды доктор наук – исторических и философских Б. Ф. Поршнев в своей знаменитой монографии «Загадки снежного человека», изданной в 1963 г. и переизданной в 2012 г. дважды ссылается – на сведения А. К. Темботова, отмечая, что «... следует наконец упомянуть совсем недавние сведения, сообщенные преподавателем зоологии КБГУ (г. Нальчик) А. К. Темботовым о многочисленных наблюдениях «алмасты», сделанных жителями КБАССР в 1959 г., в том числе в долине р. Малка» [13, с. 342]. Увлеченность поиском данного существа способствовала тому, что

Асланби Казиевич привлекал к его поиску и сбору материалов студентов и коллег, друзей и родственников. Аналитические материалы и сведения за его подписью рассматривались на заседаниях специальной комиссии, созданной при АН СССР по данной проблеме.

Параллельно он увлеченно описывает палеонтологические находки в КБР, в частности, предка мамонта [14], новые виды млекопитающих для региона, предлагает методы защиты высокогорных лугов от вредных грызунов и меры охраны копытных животных, некоторые из которых находятся на грани полного уничтожения из-за «безрассудной расточительности наших предков» [15], [16]. В академических и центральных изданиях, таких как «Научные доклады высшей школы», «Зоологический журнал», «Бюллетень МОИП» были опубликованы ряд оригинальных статей по экологии, изменчивости мелких млекопитающих (кроты, суслики, водные полевки), закономерностям их распространения и размещения, численности и т.д.

Вот с таким багажом оригинальных полевых, экспедиционных материалов, обработанных в камеральных условиях и уточненных в лабораториях ведущих вузов и академических институтов Москвы и Свердловска, Махачкалы и Волгограда, Асланби Казиевич в возрасте 38 лет, 6 октября 1970 г. защитил докторскую диссертацию. После успешной публичной защиты, в Кабардино-Балкарской правде 10 ноября 1970 г. было опубликовано следующее небольшое сообщение под названием «А. К. Темботов защитил докторскую». «Шестнадцать лет неутомимо и целенаправленно трудился заведующий кафедрой зоологии КБГУ Асланби Казиевич Темботов над своей докторской диссертацией «Млекопитающие горной части Северного Кавказа (Экологический анализ географического распространения)». И вот, 27 октября на Объединенном совете Уральского филиала АН СССР (г. Свердловск) этот многолетний труд был выставлен на публичную защиту.

Официальными оппонентами выступили директор Института экологии растений и животных УФ АН СССР член-корреспондент АН СССР, доктор биологических наук С. С. Шварц, старший научный сотрудник того же института, доктор биологических наук В. Н. Большаков и заведующий кафедрой зоологии Саратовского госуниверситета, доктор биологических наук, профессор Н. И. Ларина. Все три оппонента дали исключительно высокую оценку диссертации, и А.К. Темботову единодушно была присвоена учченая степень доктора биологических наук.

Значимость диссертационной работы выходила далеко за рамки фаунистической зоологии. Акцент в исследовании был сделан на анализ ареалов млекопитающих, особенностях их распространения и размещения с целью познания ряда эколого-биологических особенностей, степени и вариации изменчивости, выработки адаптивных особенностей к экстремальным условиям высокогорья для принятия конкретных мер охраны и рационального природопользования. На основе докторской диссертации в издательстве «Эльбрус» в 1972 г. А. К. Темботов опубликовал монографическую работу «География млекопитающих Северного Кавказа» [18]. Звание профессора он получил в 1972 г. Таким образом, как заметил профессор Т. Ю. Точиев, который близко знал и дружил с Асланби Казиевичем, «он встал в один ряд с корифеями зоологической науки на Кавказе» [17].

В 80 – х годах XX столетия СКНЦ ВШ под руководством член-корреспондент АН СССР, профессора Ю. А. Жданова был реализован масштабный научно-исследовательский проект «Природные ресурсы и производительные силы Северного Кавказа» с изданием многотомной серии фундаментальных работ. Ответственным редактором двух томов «Ресурсы живой фауны» был Асланби Казиевич. В этих монографиях были даны оценки видового состава беспозвоночных и позвоночных животных и рыб Северного Кав-

каза [19], [20]. Этот факт свидетельствовал о большом авторитете проф. А. К. Темботова в научном сообществе.

Одним из научных направлений Асланби Казиевича, в котором он неустанно трудился, были охрана и рациональное использование живой природы Кабардино-Балкарии и Кавказского горного региона в целом. О хищническом и безрассудном отношении общества к природным ресурсам он открыто, аргументированно и неистово писал в СМИ, отмечал в своих докладах на научных форумах и совещаниях органов различных ветвей власти республики, начиная с 60-х гг. XX в. «Безрассудная расточительность наших предков, хищническое отношение их к богатствам природы оскудили нашу фауну. За короткий исторический срок были полностью уничтожены такие ценные животные, как зубры, олени, лоси и другие. Численность остальных промысловых видов резко сокращена... Охрана полезных животных – всенародное дело», – писал он в 1963 г. [16]. А потому, поддерживая решение Правительства КАССР 1950 года, он ратовал за создание заповедной территории в республике с одной стороны, и за рациональное использование природных ресурсов только на строгой научной основе, с другой. Выступая на конференции Октябрьской партийной организации г. Нальчика, касаясь состояния лесной растительности, он был категоричен. «Лесов в КБАССР осталось не больше, чем пустынь в горах. Не 12 – 13% территории занимает лес в республике, как пишут в отчетах, а меньше, в пределах 8 – 10%. То, что осталось – это большей частью деградированные леса, малоценные, порою обреченные на гибель ибо их устойчивость нарушена» [21].

Он не только показывал кризисные и необратимые явления в природопользовании в республике, но и разрабатывал научные обоснования необходимости организации ООПТ. В частности, речь идет о создании Кабардино-Балкарского высокогорного заповедника, вопрос о котором поднимался в печати еще с 1949 г., национального парка в Приэльбрусье, заповедной территории в бассейне р. Малка с концентрацией самых крупных массивов березовых лесов на Кавказе. Будучи членом экспертной комиссии по строительству водохранилища в равнинной части КБР в 80-х гг. XX в., он с коллегами (в том числе со мною) обосновал и доказал пагубность и экономическую нецелесообразность строительства водохранилища в Терском районе для природы и населения в целом.

После создания сети заповедных территорий в КБР в 80-х гг. XX в., он вышел в ректорат КБГУ и Правительство КБАССР с инициативой создания научно - учебно-производственного комплекса горной экологии и горного природопользования на базе кафедры общей биологии и лаборатории горной экологии КБГУ и высокогорного заповедника. Основные цели и задачи комплекса Асланби Казиевич видел в:

- подготовке кадров с высшим образованием в области экологии и природопользования в стенах КБГУ;
- научной организации природопользования в Кабардино-Балкарии;
- рациональном размещении и оптимизации сети ООПТ в Кабардино-Балкарии;
- эколого - биологическом изучении объектов животного и растительного мира КБР с целью эффективной их охраны и использования;
- культивировании экологической культуры и экологического воспитания среди населения республики.

Это объединение в РСФСР было новой интегральной формой взаимодействия фундаментальной экологической науки, классического университетского образования, производственной деятельности, горного природопользования и экологического воспитания детей и молодежи. Абсолютно понимая трудности реализации поставленной цели, он писал: «Сложность решения экологических проблем обусловливается тем, что если можно

импортировать технологию, химию, физику, то этого нельзя сделать по экологии. Нужно культивировать в массе экологические знания и экологическую культуру масштабно». А потому, он обосновал перед руководством КБГУ необходимость введения курса «Охрана природы и рациональное природопользование» по специальностям и видам обучения. Этот факт, имевший в последствии положительный эффект в деле пропаганды экологических знаний, – небывалый случай в вузах Северного Кавказа. Параллельно, в числе первых в стране, в КБГУ была открыта специальность «Экология» с квалификацией «Эколог – природопользователь» как недостающее звено в логически построенном векторе научно – учебно-производственного комплекса. В реализации этого комплекса громаднейшую роль сыграл ректор университета, профессор В. К. Тlostанов [22], понимающий проблемы экологии и поддерживающий добрые дела кафедры и деканата химико – биологического факультета КБГУ. К глубочайшему сожалению, эти важнейшие пионерные заделы в области экологии и рационального горного природопользования в процессе бесконечного реформирования высшего образования в КБГУ, как и в целом в стране в середине 90-х гг. ХХ в., были свернуты после скоропостижной кончины В. К. Тlostанова. Новому руководству было не до экологии и рационального природопользования в Кабардино-Балкарии. Отошёл от подготовки кадров в КБГУ и А. К. Темботов.

Программу деятельности в области охраны горных территорий Кабардино - Балкарии и Кавказа в целом, на мой взгляд, Асланби Казиевич наиболее полно изложил в трех взаимосвязанных и дополняющих друг друга статьях, опубликованных им в изданиях центральной печати после ухода из своего *alma mater*: «Биологическое разнообразие – проблема международная и региональная»; «Всестороннее изучение биоразнообразия Кавказа - проблема глобальная и региональная»; «Как сохранить биоразнообразие горного Кавказа» [24]–[26]. В этих статьях красной нитью проходит мысль о глубоком обострении отношений человека и природы на рубеже ХХ и ХХI вв. Эти отношения приводили и приводят к обеднению богатейшего и «глубоко эндемичного», по словам Асланби Казиевича, биологического разнообразия живой природы Кавказа, ритмическому рецидиву многих природно – очаговых болезней человека и животных. Со свойственным ему характером, он категорично выступал против акклиматизации и интродукции чужеродных видов животных (косули сибирской, оленя пятнистого и др.) и растений (дуба красного) в республике, заменяя ими элитные аборигенные виды бук, дубов и их обитателей. Как отмечал Асланби Казиевич, «на такие аномальные творения тратятся значительные материальные ресурсы, не говоря уже о глубоких биологических последствиях». Он активно ратует за возрождение этнического опыта природопользования в животноводстве и растениеводстве, в лесоразведении и охотоведении. «Иначе мы не справимся с проблемами горной экологии, если не возродим всё то доброе по отношению к живой природе, что было накоплено нашими далекими и близкими», – заключает профессор.

Наряду с этим, основными механизмами сохранения и сбалансированного использования биоразнообразия региона он считает:

а) комплексное изучение условий, определяющих биологическое и ценотическое разнообразие Кавказа на базе концепции о биологическом эффекте высотно-поясной структуры горных ландшафтов;

б) изучение эколого-биологических особенностей, в частности, ритма жизни, структуры популяции, численности ресурсных, раритетных и индикаторных видов для мониторинга экологических последствий изменения среды в глобально-географических природных явлениях и процессах;

в) совершенствование сети ООПТ как наиболее эффективной формы сохранения ге-

нетического разнообразия (генофонда) и разнообразия экосистем (циенофонда) с учетом высотно-секторальных особенностей размещения биоты в регионе.

Проводя анализ размещения ООПТ на Кавказе, еще в середине 70-х гг. XX в. Асланби Казиевич обозначил неотложной задачей создание заповедников в центральной части Кабардино-Балкарии и Дагестана «именно в тех районах, где находятся области распространения многих эндемиков» [26]. Позже, в конце 90-х гг. XX в. он обосновывает создание резерватов в верховьях р. Малка, в эльбрусском варианте поясности с охватом западного склона Эльбруса, где сконцентрированы самые крупные на Кавказе высокогорные лесные массивы из краснокнижного вида – *Betula raddeana Trautv.*

Известно, что экологическое образование, просвещение и воспитание детей и молодежи – одно из узловых и значимых комплексов в деле сохранения нормальной и здоровой окружающей среды человека и общества в целом. Данный тезис закреплен во многих нормативно-правовых актах, в том числе и в обновленном основном законе страны – Конституции Российской Федерации. А потому, азы экологического знания нужны каждому цивилизованному члену обществу, ибо проблемы экологии, экономики и социальной сферы – это триединое целое в жизни общества. Особую актуальность они приобретают «для людей, облеченных властью, принимающих судьбоносные решения росчерком пера» [2, с. 180]. Непонимание экологических проблем и экологических закономерностей или же их поверхностное понимание на уровне «генеральных уборок территорий, субботников» приводят к необратимым последствиям в природе. Таких примеров немало в мире, в нашей стране, в республике. А потому, по инициативе А. К. Темботова при возглавляемой им кафедре была создана «школа юных экологов» с открытием филиалов в сел. Псынадаха и Абхазия.

Профессор А. К. Темботов был активным участником оргкомитета по организации и становлению АМАН. Так, 23 августа 1992 г. Темботов на расширенном заседании оргкомитета по учреждению АМАН, будучи членом Президиума был избран академиком–секретарём медико–биологического отделения, одновременно согласно Устава и вице–президентом [27].

Согласно протокола № 3 от 25 января 1993 г. был учреждён печатный орган АМАН. Президент академии А.М. Нахушев предложил назначить главным редактором журнала «Доклады АМАН» А. К. Темботова [28]. В свою очередь Асланби Казиевич предложил включить в состав редколлегии журнала представителей от всех отделений. Тем не менее первый номер журнала «Доклады АМАН» вышел под редакторством двух других членов академии в конце 1994 г. Впоследствии, А. К. Темботов вышел из состава редколлегии журнала и оставил должность академика–секретаря АМАН.

Не секрет, что каждый исследователь, даже крупный специалист, способен открыто и честно говорить о кризисных ситуациях в той или иной области власть имущим. В этом плане он был бескомпромиссным. Например, в 1985 г., будучи членом комиссии по обследованию состояния лесной растительности республики, Асланби Казиевич писал, что «потребуется 100 лет на восстановление лесов Черекского района, уничтоженных бесхозяйственной деятельностью...» или «нам не избавиться от этой гадости, которую накопила цветная металлургия в республике» или «слишком мало плодородной земли осталось у нас» и т.д. Видимо, не всем по душе были такие открытые выступления. Он не стал депутатом Парламента КБР I созыва, хотя был ярким кандидатом на получение мандата депутата в своем округе; он не был удостоен звания «Заслуженный деятель науки РСФСР», хотя наградной лист и ходатайственные документы были подписаны руководством КБГУ и партийным комитетом г. Нальчика еще в сентябре 1990 г. [29].

Не это главное. Асланби Казиевич Темботов вошел в историю российской науки, в историю наших народов, кака кавказовед – зоолог, зоогеограф – эколог, как талантливый ученый, первый кабардинец, удостоившийся чести быть членом Российской академии наук и директором – организатором академического института, названного его именем в настоящее время. В честь профессора А. К. Темботова благодарные ученики называют новые виды в науке (из *Temnothorax Mayr*, вид собран 17.06.2007 г. на высоте 1232 м на ур. м. близ сел. Верхняя Балкарья (ущелья Черек – Балкарский, Центральный Кавказ [30]); слагают стихи [31].

Список использованных источников

1. Горкин А. П. (отв. редактор). Всемирный биографический очерк. Энциклопедический словарь. М.: Большая Российская энциклопедия. 1998. 925 с.
2. Кумахов М. А. (гл. редактор). Адыгская (Черкесская) энциклопедия. М.: Фонд им. Б. Х. Акбашева. 2006. 1248 с.
3. Бейтуганов С. Н. Пионеры всемирной истории. Нальчик: ООО «Тетраграф». 2015. 358 с.
4. Большаков В. Н. Главный научный подвиг А. К. Темботова – концепция биологического эффекта высотно–поясной структуры горных ландшафтов // В кн.: Член-корреспондент РАН Асланби Казиевич Темботов. Нальчик: ГП КБР РПК. 2009. С. 41–43.
5. Биттиров Э. Жизнь посвятил науке // Кабардино-Балкарская правда. 2022. 25 января.
6. Тхагапсоев Х. Г. В круге времени. Нальчик: ГП КБР РПК. 2009. 370 с.
7. Кононенко Е. П. Научная, научно – организационная и педагогическая деятельность А. К. Темботова // В кн.: Член-корреспондент РАН Асланби Казиевич Темботов. Нальчик: ГП КБР РПК. 2009. С. 6–27.
8. Кураев Г. А., Федяева В. В., Гуськов Е. П. Итоги и перспективы развития биологических наук в вузах Северного Кавказа // Известия СКНЦ ВШ. Естеств. науки. 1988. № 1. С. 3–8.
9. Подъяпольский Г. Н. Животный мир Кабарды. Нальчик. 1949. 72 с.
10. Подъяпольский Г. Н. Труд молодого учёного // Кабардино-Балкарская правда. 1960. 23 июля.
11. Соколов В. Е., Темботов А. К. Позвоночные Кавказа. Копытные. М.: Наука. 1993. 528 с.
12. Иванов В. Г. Первый на Кавказе // Кабардино-Балкарская правда. 1966. 23 января.
13. Поршинев Б. Ф. Загадки снежного человека: современное состояние вопроса о реликтовых гоминидах. М.: Алгоритм. 2012. 557 с.
14. Шаханов Т. Предок мамонта в Кабардино - Балкарии // Кабардино-Балкарская правда. 1965. 12 декабря.
15. Темботов А. К., Шаваев М. И. Новый вид рукокрылых в фауне Кабардино-Балкарской АССР // Учёные записки КБГУ. 1962. Вып. 12. С. 12.
16. Темботов А. К. О мерах по улучшению охраны, промысла и воспроизводства фауны Северного Кавказа // Тезисы докл. региональн. конфер. Нальчик. 1967. С. 3–5.
17. Информация А. К. Темботов защитил докторскую // Кабардино-Балкарская правда. 1972. 20 ноября.
18. Темботов А. К. География млекопитающих Северного Кавказа.
19. Темботов А. К. (отв. редактор). Ресурсы живой фауны. Ростов-на-Дону: РГУ. 1980. Ч. 1. 295 с.
20. Темботов А. К. Ресурсы живой фауны. Ч. 2. Позвоночные животные суши. Ростов на Дону: изд-во Ростовского университета, 1982. 320 с.

21. УЦГА АС КБР. Ф.: Р. 2518. О.16. д. 69. л. 63.
22. Шхагапсоев С. Х. Профессор В.К. Тлостанов – инициатор подготовки в КБГУ специалистов - экологов // В кн. Он жил для людей. Нальчик: КБГУ, 2002. С. 176–179.
23. Темботов А. К. Биологическое разнообразие - проблема международная и региональная // Известия СКНЦ ВШ. Естеств. науки. 1994. № 4. С. 61–63.
24. Темботов А. К. Всестороннее изучение биоразнообразия Кавказа – проблема глобальная и региональная // Доклады АМАН. 1994. Т. 1. № 1. С. 80–84.
25. Темботов А. К. Как сохранить биоразнообразие Кавказа // Вестник РАН. 1998. Т. 68. № 8. С. 741–745.
26. Темботов А. К., Шхашамишев Х. Х. О некоторых актуальных задачах охраны фауны гор Северного Кавказа // Тезисы докладов III региональной конференции по охране природы. Махачкала. 1975. С. 29–31.
27. Темботов А. К., Шхашамишев Х. Х. Животный мир Кабардино-Балкарии. Нальчик: Эльбрус, 1984. 190 с.
28. Шхагапсоев С. Х., Тлеуж А. Х. (отв. редакторы). Документы свидетельствуют: АМАН 1992 – 2022. Нальчик: Изд – во М. и В. Котляровых. 2022. 321 с.
29. Темботов Асланби Казиевич. Наградной лист // Личный архив.
30. Радченко А. Г., Юсупов З. М., Федосеева Е. Б. Таксономические замечания к некоторым видам рода *Temnothorax* Mayr, 1861 (Hymenoptera: Formicidae) с Кавказа, с описанием трёх новых видов // Кавказский энтомолог. бюллетень. 2015. № 11 (1). С. 161–167.
31. Щхъэгзэпсо С. Хъ. Линэ и узд гъэгъахэр. Усыгъэхэр. Налшык. 2022. 166 н.

Об авторе:

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, (Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7815-1605>, SPIN-код: 8131-5463, AuthorID: 144855

References

1. A. P. Gorkin (otv. redaktor). Vsemirnyj biograficheskij ocherk. Enciklopedicheskij slovar' [World Biographical Sketch. Encyclopedic Dictionary]. Moscow: Great Russian Encyclopedia. 1998. 925 p.
2. M. A. Kumahov (gl. redaktor). Adygskaya (CHerkesskaya) enciklopediya [Adyghe (Circassian) encyclopedia]. M.: Fund im. B. H. Akbashev. 2006. 1248 p.
3. S. N. Bejtuganov Pionery vsemirnoj istorii [Pioneers of world history]. Nalchik: Tetraphraph LLC. 2015. 358 p.
4. V. N. Bol'shakov Glavnyj nauchnyj podvig A. K. Tembotova – koncepciya biologicheskogo effekta vysotno – poyasnoj struktury gornyh landshaftov [The main scientific feat of AK Tembotov is the concept of the biological effect of the altitudinal-belt structure of mountain landscapes]. In the book: Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences Aslanbi Kazievich Tembotov. Nalchik: GP KBR RPK. 2009. P. 41–43.
5. E. Bittirov ZHizn' posvyatil nauke [Dedicated his life to science]. Kabardino-Balkarian truth. January 25, 2022.
6. H. G. Thagapsoev V krige vremeni [In the circle of time]. Nalchik: GP KBR RPK. 2009. 370 p.

7. E. P. Kononenko Nauchnaya, nauchno – organizacionnaya i pedagogicheskaya deyatel'nost' A. K. Tembotova [Scientific, scientific - organizational and pedagogical activity of A.K. Tembotov]. In the book: Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences Aslanbi Kazievich Tembotov. Nalchik: GP KBR RPK. 2009. P. 6–27.
8. G. A. Kuraev, V. V. Fedyeva, E. P. Gus'kov Itogi i perspektivy razvitiya biologicheskikh nauk v vuzah Severnogo Kavkaza [Results and prospects for the development of biological sciences in the universities of the North Caucasus]. Izvestiya SKNTS VSh. natural Sciences. 1988. № 1. P. 3–8.
9. G. N. Pod'yapol'skij ZHivotnyj mir Kabardy [Fauna of Kabarda]. Nalchik. 1949. 72 p.
10. G. N. Pod'yapol'skij Trud molodogo uchyonogo [The work of a young scientist]. Kabardino-Balkarian truth. 1960. July 23.
11. V. E. Sokolov, A. K. Tembotov Pozvonochnye Kavkaza. Kopytnye [Vertebrates of the Caucasus. Ungulates]. M.: Science. 1993. 528 p.
12. V. G. Ivanov Pervyj na Kavkaze [The first in the Caucasus]. Kabardino-Balkarian truth. 1966. January 23.
13. B. F. Porshnev Zagadki snezhnogo cheloveka: sovremennoe sostoyanie voprosa o reliktovyh gominoidah [Mysteries of Bigfoot: the current state of the issue of relic hominoids]. M.: Algorithm. 2012. 557 p.
14. T. Shahanov Predok mamonta v Kabardino–Balkarii [Ancestor of the mammoth in Kabardino-Balkaria]. Kabardino-Balkarian truth. 1965. December 12.
15. A. K. Tembotov, M. I. Shavaev Novyj vid rukokrylyh v faune Kabardino-Balkarskoj ASSR [A new species of bats in the fauna of the Kabardino-Balkarian Autonomous Soviet Socialist Republic]. Uchenye zapiski KBGU. 1962. Issue. 12. P. 12.
16. A. K. Tembotov O merah po uluchsheniyu ohrany, promysla i vosproizvodstva fauny Severnogo Kavkaza [On measures to improve the protection, fishing and reproduction of the fauna of the North Caucasus]. Abstracts of reports. regional conf. Nalchik. 1967. P. 3–5.
17. A. K. Informaciya Tembotov zashchitil doktorskuyu [Information A. K. Tembotov defended his doctoral thesis]. Kabardino-Balkarskaya Pravda. 1972. November 20.
18. A. K. Tembotov Geografiya mlekopitayushchih Severnogo Kavkaza [Geography of mammals of the North Caucasus]. Nalchik: Elbrus, 1972. 245 p.
19. A. K. Tembotov (otv. redaktor) Resursy zhivoj fauny [Resources of living fauna]. Rostov-on-Don: RGU. 1980. Part 1. 295 p.
20. A. K. Tembotov Resursy zhivoj fauny. CH. 2. Pozvonochnye zhivotnye sushi [Resources of living fauna]. Part 2. Vertebrates sushi. Rostov on Don: publishing house of Rostov University, 1982. 320 p.
21. UCGA AS KBR. F.: R. 2518. O.1b. d. 69. l. 63.
22. S. H. Shkhagapsoev Professor V. K. Tlostanov – initiator podgotovki v KBGU specialistov – ekologov [Professor V. K. Tlostanov – the initiator of the training of ecologists at KBSU]. In the book. He lived for the people. Nalchik: KBGU, 2002. P. 176–179.
23. A. K. Tembotov Biologicheskoe raznoobrazie – problema mezhdunarodnaya i regional'naya [Biological diversity – an international and regional problem]. Izvestiya SKNTS VSH. natural Sciences. 1994. № 4. P. 61–63.
24. A. K. Tembotov Comprehensive study of the biodiversity of the Caucasus – a global and regional problem // Doklady AMAN. 1994. Vol. 1. № 1. P. 80–84.
25. A. K. Tembotov How to preserve the biodiversity of the Caucasus // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. 1998. V. 68. № 8. P. 741–745.
26. A. K. Tembotov, H. Kh. Shkhashamishev On some urgent problems of protecting the fauna of the mountains of the North Caucasus // Abstracts of the III Regional Conference on Nature Protection. Makhachkala. 1975. P. 29–31.
27. A. K. Tembotov, H. H. Shkhashamishev ZHivotnyj mir Kabardino-Balkarii [Animal world of Kabardino-Balkaria]. Nalchik: Elbrus, 1984. 190 p.

28. *S. H. Shkhagapsoev, A. H. Tleuzh (otv. redaktory)* Dokumenty svidetel'stvuyut: AMAN 1992 – 2022 [Documents testify: AMAN 1992 – 2022]. Nalchik: Publishing House of M. and V. Kotlyarovs. 2022. 321 p.
29. Tembotov Aslanbi Kazievich. Award sheet // Personal archive.
30. *A. G. Radchenko, Z. M. Yusupov, E. B. Fedoseeva* Taksonomiceskie zamechaniya k nekotorym vidam roda *Temnothorax* Mayr, 1861 (Hymenoptera: Formicidae) c Kavkaza, s opisaniem tryoh novyh vidov [Taxonomic notes on some species of the genus *Temnothorax* Mayr, 1861 (Hymenoptera: Formicidae) from the Caucasus, with a description of three new species]. Caucasian Entomolog. bulletin. 2015. № 11 (1). P. 161–167.
31. *S. H. Shkhagapsoev* Lina's flowers. Poems. Nalchik. 2022. 166 p.

About the author:

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, (Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7815-1605>, SPIN code: 8131-5463, AuthorID: 144855

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 текстовой 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. Аннотация (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 статье, представляется отдельно, в печатном и электронном виде. Размер единицы графического материала (таблица, рисунок) не должен превышать 15–20 см, с разрешением не ниже 300 др. 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 plagiarism, 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 BOAI 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.