

Ежеквартальный научный журнал
Известия Дагестанского государственного педагогического университета
серия «Естественные и точные науки»

Т. 16. № 3. 2022

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям науки: 1.4.3 – Органическая химия (химические науки); 1.4.4 – Физическая химия (химические науки); 1.6.1 – Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика (геолого-минералогические науки); 1.6.12 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (географические науки); 1.6.13 – Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география (географические науки); 1.6.15 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель (географические науки); 1.6.21 – Геоэкология (географические науки)

Учредитель журнала:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный педагогический университет». Издаётся по решению ученого совета ДГПУ с 2007 г. Периодичность – 4 номера в год.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-65760 от 20 мая 2016 г.

Редакционный совет
серии «Естественные и точные науки»:

- Атаев Загир Вагитович**, канд. геогр. наук, проф., директор НИИ биогеографии и ландшафтной экологии, начальник управления научных исследований ДГПУ, Махачкала, Россия – главный редактор;
- Асхабов Асхаб Магомедович**, д-р геол.-минерал. наук, проф., директор Института геологии, председатель Президиума Коми НЦ УрО РАН, акад. РАН, Сыктывкар;
- Исмаилов Чингиз Ниязи оглы**, д-р геогр. наук, проф. каф. экономической и социальной географии, Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан;
- Канбетов Асылбек Шахмуратович**, канд. биол. наук, проф., директор Каспийского исследовательского института Атырауского университета нефти и газа, Атырау, Казахстан;
- Керимов Ибрагим Ахмедович**, д-р физ.-мат. наук, вице-президент АН ЧР, академик АН ЧР, Грозный, Россия;
- Магомедов Магомед-Расул Дибирович**, д-р биол. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории экологии животных Прикаспийского института биологических ресурсов ДФИЦ РАН, чл.-корр. РАН, Махачкала, Россия;
- Миңаев Магомед Шавалович**, д-р техн. наук, проф., ректор ГНТУ им. М. Д. Миллиханчикова, Грозный, Россия;
- Муртазаев Акай Курбанович**, д-р физ.-мат. наук, проф., директор ДФИЦ РАН, чл.-корр. РАН, Махачкала, Россия;
- Мухабатов Холназар Мухабатович**, д-р геогр. наук, проф. кафедры методики преподавания географии и туризма ТГПУ им. Садриддина Айни, Душанбе, Таджикистан;
- Омарова Наида Омаровна**, д-р физ.-мат. наук, проф., зам. директора по науке Института национальных проблем образования, чл.-корр. РАО, Махачкала, Россия;
- Пенин Румен Пенин**, д-р геогр. наук, проф. каф. ландшафтной экологии и охраны природной среды Софийского университета им. Св. Климента Охридского, София, Болгария;
- Талтепов Абзал Ахатович**, д-р хим. наук, проф., ректор АтГУ им. Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан;
- Темботова Фатимат Асланбековна**, д-р биол. наук, проф., директор Института экологии горных территорий им. А. К. Темботова РАН, чл.-корр. РАН, Нальчик, Россия;
- Тюркоглу Некла**, д-р геогр. наук, проф. факультета языков, истории и географии Университета Анкары, Анкара, Турция;
- Хосейни Сайеде Сомайе**, канд. геогр. наук, вед. науч. сотр. Исфahanского университета, Исфahan, Иран;
- Чертко Николай Константинович**, д-р геогр. наук, проф. каф. почвоведения и земельных информационных систем, Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь;
- Чибилев Александр Александрович**, д-р геогр. наук, проф., научн. руководитель Института степи УрО РАН, акад. РАН, Оренбург;
- Элизбарашвили Нодар Константинович**, д-р геогр. наук, проф., зав. каф. региональной географии и ландшафтного планирования ТГУ им. И. Джавахашвили, Тбилиси, Грузия;
- Эминов Закир Намин оглы**, д-р геогр. наук, проф., генеральный директор Института географии НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан.

Редакционная коллегия
серии «Естественные и точные науки»:

- Атаев Загир Вагитович**, канд. геогр. наук, проф., директор НИИ биогеографии и ландшафтной экологии, начальник управления научных исследований ДГПУ, Махачкала, Россия – председатель;
- Абдусаматов Ахма Саидбекович**, д-р биол. наук, проф., директор Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства;
- Асадулаев Загирбег Магомедович**, д-р биол. наук, проф., директор Горного ботанического сада ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия;
- Белков Михаил Юрьевич**, д-р геогр. наук, проф., зав. каф. международного туризма и менеджмента, директор Института географии, геологии, туризма и сервиса КубГУ, Краснодар, Россия;
- Братков Виталий Викторович**, д-р геогр. наук, проф., зав. каф. географии МГУиК, Москва, Россия;

- Булаева Нуржаган Маисовна**, д-р тех. наук, проф., директор Центра сопряженного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов, Махачкала, Россия;
- Гаврилов Юрий Олегович**, д-р геол.-минерал. наук, проф., зав. лаб. седиментологии и геохимии осадочных бассейнов Геологического института РАН, Москва, Россия;
- Гамагаева Барият Юнусовна**, д-р хим. наук, проф., зав. каф. химии ДГПУ, Махачкала, Россия;
- Гасаналиев Абдулла Магомедович**, д-р хим. наук, проф. каф. химии, директор Научно-исследовательского института общей и неорганической химии ДГПУ, Махачкала, Россия;
- Гафуров Малик Магомедович**, д-р физ.-мат. наук, руководитель АЦКП ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия;
- Гуля Алексей Николаевич**, д-р геогр. наук, проф. каф. физической географии мира и геоэкологии МГУ им. М. В. Ломоносова; ст. науч. сотр. отдела физической географии и проблем природопользования, Институт географии РАН, Москва, Россия;
- Гусейнов Ризван Меджидович**, д-р хим. наук, проф. кафедры химии ДГПУ, Махачкала, Россия;
- Исмаилов Эльдар Шафиевич**, д-р биол. наук, проф. каф. химии ДГТУ, Махачкала, Россия;
- Калов Ризван Османович**, д-р геогр. наук, проф. каф. экономики АПК, КБГАУ им. В. М. Кокова, Нальчик, Россия;
- Кличанов Нисред Кадирович**, д-р биол. наук, проф. каф. биохимии и биофизики ДГУ, Махачкала, Россия;
- Кочаров Жамал Ахматович**, д-р хим. наук, проф. каф. общей, неорганической и физической химии КБГУ, Нальчик, Россия;
- Курулан Семен Александрович**, д-р геогр. наук, проф., декан факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ, Воронеж, Россия;
- Лиховид Андрей Александрович**, д-р геогр. наук, проф. каф. экологии и природопользования Института наук о Земле, первый проректор СКФУ, Ставрополь, Россия;
- Луговской Александр Михайлович**, д-р геогр. наук, проф. каф. географии МИИГАиК, Москва, Россия;
- Лулейко Тимофей Григорьевич**, д-р хим. наук, проф., зав. каф. общей и неорганической химии ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия;
- Лысенко Алексей Владимирович**, д-р геогр. наук, проф., зав. каф. физической географии и кадастров Института наук о Земле СКФУ, Ставрополь, Россия;
- Магомедова Манади Ахмеднабиевна**, канд. биол. наук, доц., зав. каф. биологии, экологии и методики преподавания ДГПУ, Махачкала, Россия;
- Маммаев Омар Ахмедович**, д-р геол.-минерал. наук, проф., зав. лаб. геотермальных ресурсов Института проблем геотермии ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия;
- Мелький Вячеслав Анатольевич**, д-р техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории вулканологии и вулканологической опасности Института морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия;
- Мудуев Шахмардан Ситгитович**, д-р геогр. наук, проф. каф. географии и методики преподавания ДГПУ; вед. науч. сотр. Научно-исследовательского института управления, экономики, политики и социологии ДГУиХ, Махачкала, Россия;
- Погорелов Анатолий Валерьевич**, д-р геогр. наук, проф., зав. каф. геоинформатики КубГУ, Краснодар, Россия;
- Рабазанов Нухкади Ибрагимович**, д-р биол. наук, проф., директор Прикаспийского института биологических ресурсов ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия;
- Разумов Виктор Владимирович**, д-р геогр. наук, проф., вед. науч. сотр. отдела генезиса, географии, классификации и цифровой картографии почв лаборатории мониторинга почвенного покрова Почвенного института им. В. В. Докучаева, Москва, Россия;
- Рамазанов Арсен Шамсудинович**, д-р хим. наук, проф., зав. каф. аналитической и фармацевтической химии ДГУ, Махачкала, Россия;
- Сфиева Диана Касумовна**, канд. тех. наук, доц., начальник РИО ДГПУ, Махачкала, Россия;
- Таланов Валерий Михайлович**, д-р хим. наук, проф., зав. каф. общей и неорганической химии ЮРГТУ им. М. И. Платова, Новочеркасск, Россия;
- Трунин Александр Сергеевич**, д-р хим. наук, проф., заведующий лабораторией физико-химического анализа им. Д. И. Менделеева, СГОАН, Самара, Россия;
- Черкапин Василий Иванович**, д-р геол.-минерал. наук, проф., гл. науч. сотр., зав. лаб. региональной геологии и твердого минерального сырья Института геологии ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия.

Номер журнала поступил в печать 26.09.2022 г.
Дата выхода в свет 04.10.2022 г.

© Авторы статей, 2022
© Дагестанский государственный педагогический

По вопросам размещения рекламы и публикации статей обращаться в редакцию:
367000 РД, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 57. Редакционно-издательский отдел ДГПУ.
Тел.: (8722) 561275; <https://dgpri.net/ru/>; e-mail: dgpurio@yandex.ru

The Ministry of Education of the Russian Federation
Dagestan State Pedagogical University

ISSN 1995-0675 (Print)
ISSN 2500-2465 (Online)

Scientific quarterly journal
Dagestan State Pedagogical University
JOURNAL
Natural and Exact Sciences

Vol. 16. No. 3. 2022

The journal is included into the **List of leading reviewed scientific journals and publications**, where main scientific results of dissertations on applying for scientific degree of Doctor of Sciences, applying for scientific degree of Candidate of Sciences should be published according to the following scientific specialties and their respective branches of science: 1.4.3 – Organic Chemistry (Chemical Science); 1.4.4 – Physical Chemistry (Chemical Science); 1.6.1 – General and Regional Geology, Geotectonics and Geodynamics (Geological and Mineralogical Sciences); 1.6.12 – Physical Geography and Biogeography, Soil Geography and Landscape Geochemistry (Geographical Science); 1.6.13 – Economic, Social, Political and Recreational Geography (Geographical Science); 1.6.15 – Land Management, Cadastre and Land Monitoring (Geographical Science); 1.6.21 – Geoecology (Geographical Science)

The journal is founded by:
"Dagestan State Pedagogical University" Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Published by the decision of DSPU Academic Council since 2007.
Periodicity – 4 issues a year.

Registered by Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media.
Registration certificate III № ФС77-65760 from May 20, 2016.

Editorial Board

- Ataev Zagir V.**, Ph.D. (Geography), Professor, Director of the Research Institute of Biogeography and Landscape Ecology, Head of the Department of Scientific Research, DSPU, Makhachkala, Russia – Chief Editor;
- Askhabov Askhab M.**, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Director of Institute of Geology, Chairman of the Presidium of Komi Science Centre of the Ural branch, RAS, academician of RAS, Syktyvkar, Russia;
- Ismailov Chingiz N.**, Doctor of Geography, Professor, Department of Economic and Social Geography, Baku State University, Baku, Azerbaijan;
- Kanbetov Asylbek Sh.**, Ph.D. (Biology), Professor, Director of Caspian Research Institute, Atyrau University of Oil and Gas, Atyrau, Kazakhstan;
- Kerimov Ibragim A.**, Doctor of Physics and Mathematics, Vice-President of ASChR, Academician of ASChR, Grozny, Russia;
- Magomedov Magomed-Rasul D.**, Doctor of Biology, Professor, Chief Researcher, laboratory of Animals' Ecology, PIBR DFRC RAS, Corresponding Member of RAS, Makhachkala, Russia;
- Mintshev Magomed Sh.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector of GSOTU, Grozny, Russia;
- Murtazaev Akay K.**, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Acting Chairman of DFRC RAS, Corresponding Member of RAS, Makhachkala, Russia;
- Mukhabbatov Kholnazar M.**, Doctor of Geography, Professor, Department of Teaching Geography and Tourism Methods, Sadriiddin Aini TSPU, Dushanbe, Tajikistan;
- Omarova Naida O.**, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Deputy Director for Science, Institute of National Problems in Education, Corresponding Member of RAE, Makhachkala, Russia;
- Penin Rumén P.**, Doctor of Geography, Professor, Department of Landscape Ecology and Environmental Protection, Sofia University "St. Kliment Ohridski", Sofia, Bulgaria;
- Taltenov Abzal A.**, Doctor of Chemistry, Professor, Rector of Kh. Dosmukhamedov ASU, Atyrau, Kazakhstan;
- Tembotova Fatimat A.**, Doctor of Biology, Professor, Director of A. K. Tembotov Institute of Ecology of Mountain Areas, RAS, Corresponding Member of RAS, Nalchik, Russia;
- Turkdoglu Nekla**, Doctor of Geography, Professor, Faculty of Languages, History and Geography, Ankara University, Ankara, Turkey;
- Hosseini Sayede S.**, Ph.D. (Geography), Leading Researcher, Isfahan University, Isfahan, Iran;
- Chertkov Nikolay K.**, Doctor of Geography, Professor, Department of Soil Science and Land Information Systems, Belarusian State University, Minsk, Belarus;
- Chibilev Alexander A.**, Doctor of Geography, Professor, Scientific Director of the Institute of Steppe of the Ural branch, RAS, academician of RAS;
- Elizbarashvili Nodar K.**, Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Regional Geography and Landscape Planning, I. Javakishvili TSU, Tbilisi, Georgia;
- Eminov Zakir N.**, Doctor of Geography, Professor, General Director of Institute of Geography, ANAS, Baku, Azerbaijan.
- Gamataeva Bariyat Y.**, Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Chemistry, DSPU, Makhachkala, Russia;
- Gasanaliev Abdulla M.**, Doctor of Chemistry, Professor, Department of Chemistry, Director of Research Institute of General and Inorganic Chemistry, DSPU, Makhachkala, Russia;
- Gafurov Malik M.**, Doctor of Physics and Mathematics, Head of ACCU DFRC RAS, First Deputy Chairman of DFRC RAS, Makhachkala, Russia;
- Gunya Aleksey N.**, Doctor of Geography, Professor, Department of Physical Geography of the World and Geoecology, Lomonosov MSU; Senior Researcher, Department of Physical Geography and Environmental Problems, Institute of Geography, RAS, Moscow, Russia;
- Guseynov Rizvan M.**, Doctor of Chemistry, Professor, Department of Chemistry, DSPU, Makhachkala, Russia;
- Ismailov Eldar Sh.**, Doctor of Biology, Professor, Department of Chemistry, DSTU, Makhachkala, Russia;
- Kalov Rizuan O.**, Doctor of Geography, Professor, Department of Economy AIC, KBSAU, Nalchik, Russia;
- Klichkhanov Nisred K.**, Doctor of Biology, Professor, Department of Biochemistry and Biophysics, DSU, Makhachkala, Russia;
- Kochkarov Zhamal A.**, Doctor of Chemistry, Professor, Department of General, Inorganic and Physical Chemistry, KBSU, Nalchik, Russia;
- Kurolop Semyon A.**, Doctor of Geography, Professor, Dean of the Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, VSU, Voronezh, Russia;
- Likhovid Andrey A.**, Doctor of Geography, professor, Department of Ecology and Nature Management, Institute of Earth Science, First Vice-Rector of NCFU, Stavropol, Russia;
- Lugovskoy Alexander M.**, Doctor of Geography, professor, Department of Geography, MIIGAik, Moscow, Russia;
- Lupeyko Timofey G.**, Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of General and Inorganic Chemistry, SFEDU, Rostov-on-Don, Russia;
- Lysenko Aleksey V.**, Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Physical Geography and Cadaster, Institute of Earth Science, NCFU, Stavropol, Russia;
- Magomedova Manadi A.**, Ph.D. (Biology), Associate Professor, Head of the Department of Biology, Ecology and Teaching Methods, DSPU, Makhachkala, Russia;
- Mammaev Omar A.**, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Head of the laboratory of Geothermal Resources, Institute of Geothermal Problems DFRC RAS, Makhachkala, Russia;
- Melky Vyacheslav A.**, Doctor of Technical Science, Leading Researcher, Laboratory of Volcanology and Volcano Hazard, Institute of Marine Geology and Geophysics, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia;
- Muduev Shakhmardan S.**, Doctor of Geography, Professor, Department of Geography and Teaching Methods, DSPU; leading Researcher, Institute of Management, Economics, Politics and Sociology, DSUNE, Makhachkala, Russia;
- Pogorelov Anatoly V.**, Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Geoinformatics, KubSU, Krasnodar, Russia;
- Rabazanov Nukhkadi I.**, Doctor of Biology, Professor, Director of the Caspian Institute of Biological Resources, DFRC RAS, Makhachkala, Russia;
- Razumov Victor V.**, Doctor of Geography, Professor, Leading Researcher, Department of Genesis, Geography, Classification and Digital Mapping of Soils, Soil Cover Monitoring laboratory, V. V. Dokuchaev Soil Institute, Moscow, Russia;
- Ramazanov Arsen Sh.**, Doctor of Chemistry, Professor, head of the Department of Analytical and Pharmaceutical Chemistry, DSU, Makhachkala, Russia;
- Sfieva Diana K.**, Ph.D. (Technical Science), Associate Professor, Head of the Editorial and Publishing Department, DSPU, Makhachkala, Russia;
- Talanov Valery M.**, Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of General and Inorganic Chemistry, SRSPU (NPI), Novocherkassk, Russia;
- Trunin Alexander S.**, Doctor of Chemistry, Professor, Head of D.I. Mendeleev Laboratory of Physicochemical Analysis, Nayanova Academy, Samara, Russia;
- Cherkashin Vasily I.**, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Chief Researcher, Head of the laboratory of Regional Geology and Solid Mineral Resources, Institute of Geology, DFRC RAS, Makhachkala, Russia.

Editorial Council

- Ataev Zagir V.**, Ph.D. (Geography), Professor, Director of the Research Institute of Biogeography and Landscape Ecology, Head of the Department of Scientific Research, DSPU, Makhachkala, Russia – Chairman;
- Abdusamadov Akhma S.**, Doctor of Biology, Professor, Director of Caspian Fisheries Research Institute;
- Asadulaev Zagirbeg M.**, Doctor of Biology, Professor, Director of Mountain Botanical Garden, DFRC RAS, Makhachkala, Russia;
- Belikov Mikhail Yu.**, Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of International Tourism and Management, Director of Institute of Geography, Geology, Tourism and Service, KSU, Krasnodar, Russia;
- Bratkov Vitaly V.**, Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Geography, MSUGC, Moscow, Russia;
- Bulaeva Nurzhagan M.**, Doctor of Technical Science, Professor, Director of Center of the Conjugated Monitoring of Environment and Natural Resources, Makhachkala, Russia;
- Gavrilov Yuri O.**, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Head of the laboratory of Sedimentology and Geochemistry of Sedimentary Basins, Geological Institute, RAS, Moscow, Russia;

Journal accepted for publication 26.09.2022
Published 04.10.2022

© Authors of the articles, 2022
© Dagestan State Pedagogical University, 2022

Concerning the advertising and publication issues, you should address to our editorial office:
57, Yaragskogo Str., Makhachkala, 367000. Editorial and Publishing Department, DSPU.
Phone: (8722) 561252; <https://dgpu.net/ru/>; e-mail: dgpurio@yandex.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Гаджимурадов М. А., Гаджиева З. Д., Гаджиагаев Ш. С.</i> О РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДАХ ВЫЧИСЛЕНИЯ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ СКРЕЩИВАЮЩИМИСЯ ПРЯМЫМИ	5
--	---

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Пешков С. А., Пономарева П. А., Никиян А. Н.</i> СТРОЕНИЕ СМЕШАННОЛИГАНДНОГО КОМПЛЕКСА РИБОФЛАВИНА И ТИРОЗИНА С КАТИОНОМ ЦИНКА (II) (DFT-ИССЛЕДОВАНИЕ)	10
<i>Рохина Е. Ф., Шевченко Г. Г., Рохин А. В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ТЕРМОРАСТВОРЕНИЯ ВЫСОКОСЕРНИСТОГО ЗАБИТУЙСКОГО И НИЗКОСЕРНИСТОГО ХАНДИНСКОГО УГЛЕЙ	17

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Гамидова Н. Х., Магомедова М. А., Тажудинова З. Ш., Магомедов У. М., Кайчакаева Л. Б.</i> ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР СКАЛЬНО-ОСЫПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ АКУШИНСКОГО РАЙОНА ДАГЕСТАНА	27
<i>Магомедова М. А., Джамалутдинова Т. М., Джахбарова З. М.</i> ВИДОВОЙ СОСТАВ И ПОЛОВОЕ СООТНОШЕНИЕ ЖУЖЕЛИЦ (<i>COLEOPTERA</i> , <i>CARABIDAE</i>) АГУЛЬСКОГО РАЙОНА ДАГЕСТАНА	32

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

<i>Анаев М. А., Гуня А. Н., Мальнева И. В.</i> ЭФФЕКТЫ НАЛОЖЕНИЯ ОПАСНЫХ СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ ПО ЗАЩИТЕ ОТ НИХ (НА ПРИМЕРЕ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)	37
<i>Аширбеков Ш. У.</i> АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН	45
<i>Банчева А. И.</i> ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТУРНОГО ЛАНДШАФТА «САТОЯМА» В ЯПОНИИ	50
<i>Бекмурзаева Л. Р., Братков В. В., Керимов И. А.</i> СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ ГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО КAVKAZA НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	56
<i>Гергес Б. Р. Б., Ивлиева О. В.</i> ТУРИСТСКИЕ РЕГИОНЫ И СУБРЕГИОНЫ ЕГИПТА	63
<i>Джанибекова Х. А.</i> ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ В СХЕМЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕСИИ	68
<i>Imrani Z. T., Babakhanov A. E.</i> STUDY OF THE EARTHQUAKES IMPACT ON INDUSTRIAL FACILITIES IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN USING GIS TECHNOLOGIES	77
<i>Mamedova I. Yu.</i> MANAGEMENT AND MARKETING ROLE IN THE DEVELOPMENT OF TOURISM INFRASTRUCTURE IN THE GANJA-GAZAKH ECONOMIC-GEOGRAPHIC REGION OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN	87
<i>Терекулов З. М.</i> МОНИТОРИНГ СЕЛЕВЫХ РУСЕЛ БАССЕЙНА РЕКИ ЧЕГЕМ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ КАВКАЗЕ	94
<i>Урбанова Ч. Б., Бабиков В. А., Петров С. А., Гомбоев Б. О.</i> ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА В ГОРОДЕ УЛАН-УДЭ	103

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	110
----------------------------------	------------

CONTENTS

PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

- Gadzhimuradov M. A., Gadzhieva Z. Dzh., Gadzhiagaev Sh. S.* ON VARIOUS METHODS FOR CALCULATING THE DISTANCE BETWEEN SKEW LINES 5

CHEMICAL SCIENCES

- Peshkov S. A., Ponomareva P. A., Nikiyan H. N.* STRUCTURE OF RIBOFLAVIN AND TYROSINE MIXED-LIGAND COMPLEX WITH ZINC (II) CATION (DFT STUDY) 10
- Rokhina E. F., Shevchenko G. G., Rokhin A. V.* INVESTIGATION OF THERMAL DISSOLUTION PRODUCTS OF HIGH-SULFUR ZABITUYSKY AND LOW-SULFUR KHANDINSKY COALS 17

BIOLOGICAL SCIENCE

- Gamidova N. Kh., Magomedova M. A., Tazhudinova Z. Sh., Magomedov U. M., Kaychakaeva L. B.* TAXONOMIC REVIEW OF ROCK-SCREE VEGETATION IN THE AKUSHINSKY DISTRICT OF DAGESTAN 27
- Magomedova M. A., Dzhamalutdinova T. M., Dzhakhbarova Z. M.* SPECIES COMPOSITION AND SEX RATIO OF GROUND BEETLES (COLEOPTERA, CARABIDAE) IN THE AGULSKY DISTRICT OF DAGESTAN 32

EARTH SCIENCE

- Anaev M. A., Gunya A. N., Malneva I. V.* SUPERPOSITION EFFECTS OF HAZARDOUS SLOPE PROCESSES AND MANAGEMENT STRATEGIES TO PROTECT AGAINST THEM (KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC) 37
- Ashirbekov Sh. U.* ANALYSIS OF THE POPULATION'S SPATIAL STRUCTURE IN ALMATY REGION OF KAZAKHSTAN REPUBLIC 45
- Bancheva A. I.* SATOYAMA: THE GEOGRAPHIC FEATURES OF CULTURAL LANDSCAPE IN JAPAN .. 50
- Bekmurzaeva L. R., Bratkov V. V., Kerimov I. A.* CURRENT CLIMATIC TRENDS IN THE MOUNTAIN LANDSCAPES OF THE NORTH CAUCASUS AGAINST THE BACKDROP OF GLOBAL CLIMATE CHANGE 56
- Gerges B. R. B., Ivlieva O. V.* TOURIST REGIONS AND SUBREGIONS OF EGYPT 63
- Dzhanibekova Kh. A.* TOURIST AND RECREATIONAL ZONING IN THE TERRITORIAL PLANNING SCHEME OF KARACHAY-CHEKKESSIA 68
- Imrani Z. T., Babakhanov A. E.* STUDY OF THE EARTHQUAKES IMPACT ON INDUSTRIAL FACILITIES IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN USING GIS TECHNOLOGIES 77
- Mamedova I. Yu.* MANAGEMENT AND MARKETING ROLE IN THE DEVELOPMENT OF TOURISM INFRASTRUCTURE IN THE GANJA-GAZAKH ECONOMIC-GEOGRAPHIC REGION OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN 87
- Terekulov Z. M.* MONITORING OF MUDFLOW CHANNELS IN THE CHEGEM RIVER BASIN OF THE CENTRAL CAUCASUS 94
- Urbanova Ch. B., Babikov V. A., Petrov S. A., Gomboev B. O.* AIR POLLUTION FEATURES IN ULAN-UDE CITY 103

- RULES FOR AUTHORS** 110

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Физико-математические науки / Physics and Mathematics Sciences
Оригинальная статья / Original Article
УДК 514.74
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-5-9. EDN: AJHRZH

О различных методах вычисления расстояния между скрещивающимися прямыми

© 2022 Гаджимурадов М. А., Гаджиева З. Д., Гаджиагаев Ш. С.
Дагестанский государственный педагогический университет
Махачкала, Россия; e-mail: algebr2014@yandex.ru;
gadzhieva.zulfiyaa@mail.ru; sharafudin79@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Цель. Рассмотреть преимущества векторно-координатного метода вычисления расстояния между скрещивающимися прямыми. **Методы.** Аналитико-синтетический метод, позволяющий определить расстояние без выполнения наглядного рисунка. **Результат.** При решении стереометрических задач на вычисление расстояния между скрещивающимися прямыми проиллюстрировано использование векторно-координатного метода. **Вывод.** При прохождении темы «Декартовы координаты и векторы в пространстве» в десятом классе по геометрии желательнее ознакомить учащихся с применением векторно-координатного метода.

Ключевые слова: скрещивающиеся прямые, расстояние, векторно-координатный метод, прямоугольная система координат, вектор, скалярное произведение векторов.

Формат цитирования: Гаджимурадов М. А., Гаджиева З. Д., Гаджиагаев Ш. С. О различных методах вычисления расстояния между скрещивающимися прямыми // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 5-9. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-5-9. EDN: AJHRZH

On Various Methods for Calculating the Distance Between Skew Lines

© 2022 Madrid A. Gadzhimuradov,
Zul'fiya Dzh. Gadzhieva, Sharafudin S. Gadzhiagaev
Dagestan State Pedagogical University
Makhachkala, Russia; e-mail: algebr2014@yandex.ru;
gadzhieva.zulfiyaa@mail.ru; sharafudin79@mail.ru

ABSTRACT. The aim is to consider the advantages of the vector-coordinate method for calculating the distance between skew lines. **Methods.** Analytical-synthetic method that allows you to determine the distance without performing a visual drawing. **Result.** It is illustrated the use of the vector-coordinate method when solving stereometric issues for calculating the distance between skew lines. **Conclusion.** It is desirable to familiarize students with the use of the vector-coordinate method when passing the topic "Cartesian coordinates and vectors in space" in the 10th grade in geometry.

Keywords: skew lines, distance, vector-coordinate method, rectangular coordinate system, vector, scalar product of vectors.

For citation: Gadzhimuradov M. A., Gadzhieva Z. D., Gadzhiagaev Sh. S. On Various Methods for Calculating the Distance Between Skew Lines. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 3. Pp. 5-9. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-5-9. EDN: AJHRZH (In Russian)

Введение

Проблема, затронутая в настоящей работе, является одной из трудных в школьном курсе геометрии. В учебниках геометрии о расстоянии между скрещивающимися прямыми сказано очень мало, а для решения на уроках предлагается несколько самых простых задач [1]. С другой стороны, задачи на нахождение расстояния между скрещивающимися прямыми регулярно встречаются в материалах ЕГЭ по профильной математике, поэтому тема является достаточно актуальной.

Методы

Для вычисления расстояния между скрещивающимися прямыми существуют два основных подхода: геометрический и аналитический. При геометрическом подходе можно использовать следующие методы решения задачи:

1. Метод построения общего перпендикуляра двух скрещивающихся прямых и нахождения длины этого перпендикуляра [3].

2. Метод построения параллельной плоскости. В этом случае через одну прямую проводится плоскость, параллельная другой прямой, а затем находится расстояние от произвольной точки второй прямой до построенной плоскости.

3. Метод параллельных плоскостей. Через каждую из прямых проводится плоскость, параллельная другой прямой, а затем находится расстояние между параллельными плоскостями.

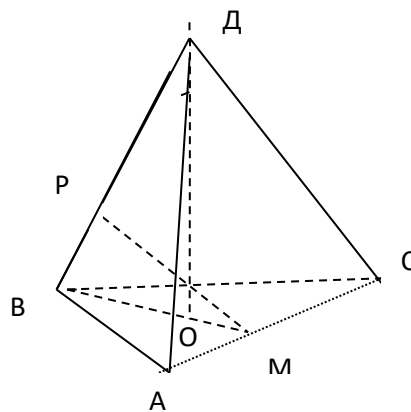
4. Метод ортогонального проектирования. В этом случае вначале проводится плоскость α , перпендикулярная одной из данных прямых (пусть l_1). Затем прямую l_2 ортогонально проектируем на построенную плоскость [2].

Результаты и их обсуждение

Проиллюстрируем применение первого метода при решении следующей задачи.

Задача 1. Дана правильная треугольная пирамида $ДАВС$ ($Д$ – вершина) с ребром основания 2 и боковым ребром 4. Найдите расстояние между прямыми $АС$ и $ДВ$.

Решение. Построим плоскость, проходящую через апофему $ДМ$ и медиану $ВМ$. Эта плоскость перпендикулярна плоскости основания и высота пирамиды $ДО$ лежит в этой плоскости.



Так как $АС$ перпендикулярен $ДМ$ и $АС$ перпендикулярен $ВМ$, то $АС$ перпендикулярен плоскости $ВМД$.

Поскольку $МР$ лежит в плоскости $ВМД$, то $МР$ перпендикулярен и $АС$. Следовательно, $МР$ является общим перпендикуляром двух скрещивающихся прямых $АС$ и $ДВ$. Для вычисления длины $МР$ рассмотрим треугольник $ВМД$. В этом треугольнике $ВМ = \sqrt{3}$, $ВО = \frac{2ВМ}{3} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$, $ДО = \sqrt{ДВ^2 - ВО^2} = \sqrt{4^2 - \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)^2} = \frac{2\sqrt{33}}{3}$. Площадь треугольника $ВМД$ можно вычислить двумя разными способами:

$$S = \frac{ВМ \cdot ДО}{2}, S = \frac{ДВ \cdot МР}{2}. \text{ Приравнивая правые части этих формул, получим: } МР = \frac{ВМ \cdot ДО}{2} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2\sqrt{33}}{4 \cdot 3} = \frac{\sqrt{11}}{2}.$$

При аналитическом подходе используются два метода:

1. Метод выбора произвольного базиса.
2. Векторно-координатный метод.

Рассмотрим более подробно последний метод, при котором вводится прямоугольная система координат. Введем сначала некоторые понятия, используемые в работе [1]. Пусть в пространстве задана некоторая прямая k . Произвольный ненулевой вектор \bar{a} , параллельный прямой k , называется направляющим вектором этой прямой [2].

Пусть $\overline{МР} = \bar{v}$ – произвольный вектор пространства. Проекцией вектора \bar{v} на ось k или на вектор \bar{a} называется число, определяемое следующим образом: $\text{пр}_k \overline{МР} = \text{пр}_k$

$\bar{v} = |\overline{M_1P_1}|$, где M_1 и P_1 – проекции точек M и P .

Если $|\bar{a}|$ и $|\bar{v}|$ – длины ненулевых векторов \bar{a} и \bar{v} , а угол между векторами $|\bar{a}|$ и $|\bar{v}|$ обозначим α , то проекцию вектора \bar{v} на вектор \bar{a} можно вычислить по формуле: $\text{пр}_{\bar{a}}\bar{v} = |\bar{v}| \cos \alpha$.

Следует отметить, что проекция вектора на вектор вычисляется через скалярное произведение векторов: $\text{пр}_{\bar{a}}\bar{v} = \left| \frac{\bar{a}\bar{v}}{|\bar{a}|} \right|$ [4].

При вычислении расстояния между скрещивающимися прямыми следует придерживаться следующей последовательности действий:

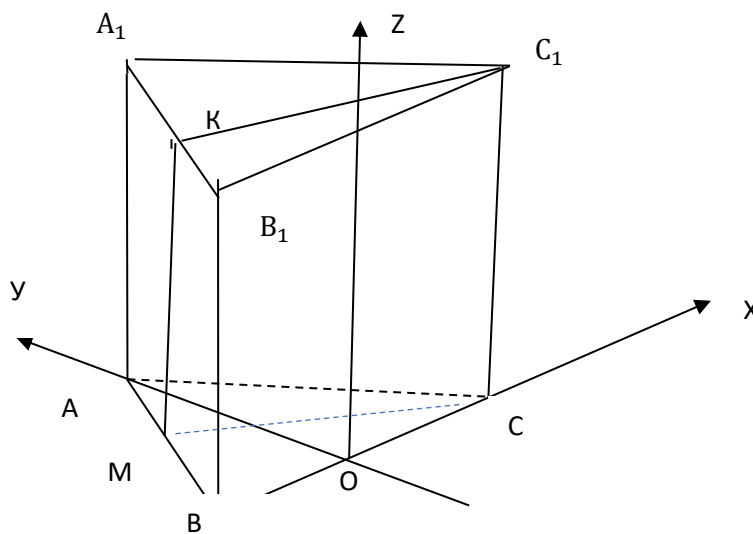
1. Ввести прямоугольную систему координат.
2. Найти координаты двух точек $Q, P \in l_1$ и направляющего вектора $\bar{a} = \overline{QP}$ прямой l_1 .

3. Найти координаты двух точек $K, M \in l_2$ и направляющего вектора $\bar{v} = \overline{KM}$ прямой l_2 .

4. Найти координаты нормального вектора $\bar{n}(n_1, n_2, n_3)$ плоскости как одного из решений системы линейных уравнений, полученных из условий перпендикулярности \bar{n} к векторам \bar{a} и \bar{v} . Найти координаты любого вектора, начало которого лежит на одной прямой l_2 , а конец – на второй прямой l_1 .

5. Вычислить искомое расстояние по формуле $s = \left| \frac{\bar{n}\overline{MP}}{|\bar{n}|} \right|$.

Задача 2. Дана правильная треугольная призма $ABCA_1B_1C_1$, все ребра основания которой равны $2\sqrt{3}$. Сечение, проходящее через боковое ребро CC_1 и середину K ребра B_1A_1 , является квадратом. Найдите расстояние между прямыми A_1B и CK .



Решение. Построим сечение, проходящее через ребро CC_1 и середину K ребра A_1B_1 . Соединим точки C_1 и K . Через точку K проводим $KM \parallel CC_1$. Соединив точки C и M получим искомый квадрат CC_1KM . Найдём сторону этого квадрата: $CC_1 = C_1K = A_1C_1 \sin 60^\circ = 2\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 3$.

Введём прямоугольную систему координат в пространстве следующим образом: начало координат O совпадает с серединой ребра BC , ось Ox направлена по ребру BC , ось Oy – по прямой OA , а ось Oz перпендикулярна плоскости основания. В выбранной системе координат вершины

призмы имеют следующие координаты: $A(0;3;0)$, $B(-\sqrt{3};0;0)$, $C(\sqrt{3};0;0)$, $A_1(0;3;3)$,

$B_1(-\sqrt{3};0;3)$, $C_1(\sqrt{3};0;3)$, $K(-\frac{\sqrt{3}}{2};\frac{3}{2};0)$. Вычислим координаты векторов:

$$\overline{CK}(-\frac{3\sqrt{3}}{2};\frac{3}{2};0), \overline{BA_1}(\sqrt{3};3;3).$$

Найдём координаты вектора $\bar{m}(m_1, m_2, m_3)$, перпендикулярного векторам \overline{CK} и $\overline{BA_1}$

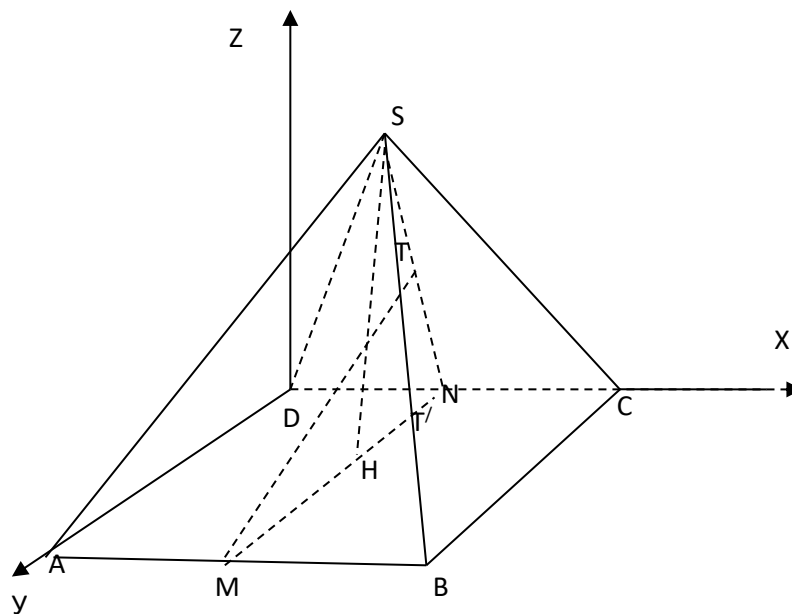
$$\begin{cases} \bar{m}\overline{CK} = 0 \\ \bar{m}\overline{BA_1} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -\frac{3\sqrt{3}}{2}m_1 + \frac{3}{2}m_2 + 0 = 0 \\ \sqrt{3}m_1 + 3m_2 + 3m_3 = 0 \end{cases} \\ \Rightarrow m_1 = \sqrt{3}m_2, 3m_2 + 3m_2 + 3m_3 = 0, m_3 = -2m_2.$$

Все векторы $\bar{m}(\sqrt{3}m_2, m_2, -2m_2)$ перпендикулярны векторам $\overline{СК}$ и $\overline{ВА_1}$ при любом $m_2 \neq 0$. Возьмем $m_2 = 1$, тогда $\bar{m}(\sqrt{3}; 1; -2)$.

Найдем вектор, началом которого является любая точка прямой СК, а концом – точка, лежащая на прямой $ВА_1$. В качестве такого вектора можно взять, например, $\overline{СВ}(-2\sqrt{3}; 0, 0)$. Вычислим расстояние между прямыми

$$\rho(A_1B, CK) = \frac{|\bar{m}\overline{СВ}|}{|\bar{m}|} = \frac{|(-2\sqrt{3})+0+0|}{\sqrt{\sqrt{3}^2+1^2+(-2)^2}} = \frac{6}{\sqrt{8}} = \frac{3\sqrt{2}}{2}.$$

Задача 3. В правильной четырехугольной пирамиде SABCD сторона основания равна $2\sqrt{3}$, а высота SH пирамиды равна 3. Точки M и N – середины ребер CD и AB, соответственно, а NT – высота пирамиды NSCD с вершиной N и основанием SCD. Найдите расстояние между NT и SC.



Решение. Построим прямоугольную систему координат следующим образом: начало координат поместим в вершине D, ось OX направим по ребру DC, ось OY – по ребру DA, ось OZ – перпендикулярна плоскости основания. В выбранной системе координат вершины пирамиды имеют следующие координаты: D(0;0;0), C($2\sqrt{3}$;0;0), A(0;2;0), B($2\sqrt{3}$; $2\sqrt{3}$; 0), H($\sqrt{3}$; $\sqrt{3}$;0), T($\sqrt{3}$; $\frac{\sqrt{3}}{2}$; 3), S($\sqrt{3}$; $\sqrt{3}$;3), N($\sqrt{3}$; $2\sqrt{3}$;0), M($\sqrt{3}$;0;0), T($\sqrt{3}$; $\frac{\sqrt{3}}{2}$; $\frac{3}{2}$).

Вычислим координаты векторов: $\overline{NT}(0; -\frac{3\sqrt{3}}{2}; \frac{3}{2})$, $\overline{SC}(\sqrt{3}; -\sqrt{3}; -3)$. Найдем какой-нибудь вектор $\bar{n}(n_1, n_2, n_3)$, перпендикулярный векторам \overline{NT} и \overline{SC} .

$$\begin{cases} 0 - \frac{3\sqrt{3}}{2}n_2 + \frac{3}{2}n_3 = 0 \\ \sqrt{3}n_1 - \sqrt{3}n_2 - 3n_3 = 0 \end{cases}, \quad n_3 = \sqrt{3}$$

$$n_2, n_1 = 4n_2, \bar{n}(4n_2, n_2, \sqrt{3}n_2).$$

При $n_2 = 1$ получим $\bar{n}(4, 1, \sqrt{3})$.

Найдем какой-нибудь вектор, начальная точка которого принадлежит одной прямой, а конечная точка лежит на второй прямой. Например, $\overline{NC}(\sqrt{3}; -2\sqrt{3}; 0)$.

Искомое расстояние находим по формуле $\rho(NT, SC) = \frac{|\overline{NC}\bar{n}|}{|\bar{n}|}$.

$$\rho(NT, SC) = \frac{|4\sqrt{3} - 2\sqrt{3} + 0|}{\sqrt{4^2 + 1^2 + (\sqrt{3})^2}} = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{20}} = \frac{\sqrt{15}}{5}.$$

Вывод

При вычислении расстояния между скрещивающимися прямыми традиционным способом, основная трудность заключается в том, чтобы построить общий перпендикуляр, длина которого равна иско-

тому расстоянию. Решение подобных задач векторно-координатным методом позволяет вычислить искомое расстояние аналитическим методом, т. е. не видя и не рисуя отрезок на чертеже, длина которого равна расстоянию между данными прямыми.

В десятом классе при прохождении темы на векторы желательно ознакомить учащихся с указанным выше методом, хотя соответствующий материал в действующих учебниках отсутствует [2].

Литература

1. Александров А. Д., Вернер А. Л., Рыжик В. И. Геометрия. 10-11 классы: учебник для общеобразовательных организаций. 2-е изд. М.: Просвещение, 2017. 255 с.
2. Бардушкин В. В., Прокофьев А. А. Обобщающее повторение темы «Решение заданий C_2 координатно-векторным способом» // Математика в школе. 2012. № 10. С. 9-15.

3. Гаджимурадов М. А. Практикум по элементарной геометрии. Махачкала: Алеф, 2014. 108 с.
4. Рыжик В. И. О расстоянии вообще и расстоянии между скрещивающимися прямыми в частности // Математика для школьников. 2008. № 1. С. 45-51.

References

1. Aleksandrov A. D., Verner A. L., Ryzhik V. I. *Geometriya. 10-11 klassy: uchebnik dlya obshchego obrazovatel'nykh organizatsiy. 2-e izd* [Geometry. Grades 10-11: A Textbook for Educational Organization. 2nd ed.]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 2017. 255 p. (In Russian)
2. Bardushkin V. V., Prokof'ev A. A. Generalizing repetition of the topic "Solving tasks C_2 by the coordinate-vector method". *Matematika v shkole* [Mathematics at School]. 2012. No. 10. Pp. 9-15. (In Russian)

3. Gadzhimuradov M. A. *Praktikum po elementarnoy geometrii* [Workshop on Elementary Geometry]. Makhachkala, Alef Pub., 2014. 108 p. (In Russian)
4. Ryzhik V. I. On the distance in general and the distance between intersecting lines in particular. *Matematika dlya shkol'nikov* [Mathematics for Schoolchildren]. 2008. No. 1. Pp. 45-51. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Гаджимурадов Мадрид Абдуллаевич, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики, Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия; e-mail: algebr2014@yandex.ru

Гаджиева Зульфия Джамалдиновна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики, Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия; e-mail: gadzhieva.zulfiyaa@mail.ru

Гаджиагаев Шарафудин Сираджудинович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики, Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия; e-mail: sharafudin79@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Madrid A. Gadzhimuradov, Ph.D. (Physics and Mathematics), Professor, Department of Higher Mathematics, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; e-mail: algebr2014@yandex.ru

Zul'fiya Dzh. Gadzhieva, Ph.D. (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; e-mail: gadzhieva.zulfiyaa@mail.ru

Sharafudin S. Gadzhiagayev, Ph.D. (Pedagogy), Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; e-mail: sharafudin79@mail.ru

Принята в печать 28.07.2022 г.

Received 28.07.2022.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Химические науки / Chemical Science

Оригинальная статья / Original Article

УДК 544.15

DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-10-17. EDN: BNAQKV

Строение смешаннолигандного комплекса рибофлавина и тирозина с катионом цинка (II) (DFT-исследование)

© 2022 Пешков С. А., Пономарева П. А., Никиян А. Н.
Оренбургский государственный университет
Оренбург, Россия; e-mail: peshkov.sergey@internet.ru;
pponomareva@yandex.ru; nikiyan@yahoo.com

РЕЗЮМЕ. Цель. Провести квантово-химический анализ смешаннолигандного комплекса тирозина и рибофлавина с цинком. **Методы.** Использовался проверенный подход – метод теории функционала плотности в приближении PBE/*Jorge-DZP* с учетом растворителя по модели IEF-PCM. **Результаты.** Установлены наиболее вероятные места присоединения катиона металла. Построены возможные структуры комплексов. По энергиям образования ΔG определен наиболее устойчивый изомер и приведены его рассчитанные геометрические характеристики. **Выводы.** Предложена схема возможного синтеза наиболее устойчивого комплекса по результатам квантово-химического расчета из аскорбатов соответствующих металлов, последовательным прибавлением рибофлавина и тирозина.

Ключевые слова: квантово-химическое моделирование, смешаннолигандные металлокомплексы, биологически активные молекулы, энергии образования.

Формат цитирования: Пешков С. А., Пономарева П. А., Никиян А. Н. Строение смешаннолигандного комплекса рибофлавина и тирозина с катионом цинка (II) (DFT-исследование) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 10-17. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-10-17. EDN: BNAQKV

Structure of Riboflavin and Tyrosine Mixed-Ligand Complex with Zinc (II) Cation (DFT Study)

© 2022 Sergey A. Peshkov, Polina A. Ponomareva, Hike N. Nikiyan
Orenburg State University,
Orenburg, Russia; e-mail: peshkov.sergey@internet.ru;
pponomareva@yandex.ru; nikiyan@yahoo.com

ABSTRACT. Aim. A quantum-chemical analysis of mixed-ligand complex of tyrosine and riboflavin with zinc. **Methods.** It was used a proven approach – the density functional theory method in the PBE/*Jorge-DZP* approximation, considering the solvent according to the IEF-PCM model. **Results.** The most probable sites of metal cation attachment have been established. Possible structures of the complexes have been built. Based on the energies of formation ΔG , the most stable isomer is determined, and its calculated geometric characteristics are given. **Conclusions.** A scheme is proposed for the possible synthesis of the most stable

complex according to the results of quantum-chemical calculations, from ascorbates of the corresponding metals, by the successive addition of riboflavin and tyrosine.

Keywords: quantum chemical modeling, mixed ligand metal complexes, biologically active molecules, formation energies.

For citation: Peshkov S. A., Ponomareva P. A., Nikiyan A. N. Structure of Riboflavin and Tyrosine Mixed-Ligand Complex with Zinc (II) Cation (DFT Study). Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 3. Pp. 10-17. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-10-17. EDN: BNAQKV (In Russian)

Введение

Сегодня перспективным направлением считается получение биологически активных веществ, содержащих катионы металлов. Такими являются органические соли металлов ввиду их малой токсичности, но есть класс соединений, которые представляют интерес – это смешаннолигандные комплексные соединения. Доступность в организме смешаннолигандных металлокомплексов, по сравнению с бидентатными металлокомплексами, должна увеличиваться в связи с наличием в структуре двух и более различных лигандов. Их нетоксичность достигается за счет использования в качестве лигандов основных структурных компонентов клетки (аминокислот, липидов, сахаров и других). Такие соединения можно использовать как биологические добавки, противомикробные средства [7], в фотодинамической терапии [5] и других отраслях науки.

В металлургии известно, что скорость извлечения золота увеличивается при образовании его гетеролигандных соединений [6]. Такие соединения лучше растворяются, что заметно увеличивает скорость перехода и концентрацию золота в растворе. В разработках электролюминесцентных органических светодиодов используют смешаннолигандные комплексы редкоземельных элементов. Эти же комплексы могут применяться в изготовлении пленок Лэнгмюра-Блоджетт. За счет использования биоллигандов, например, аминокислот, гетеролигандные комплексы можно применять как кормовые добавки в сельском хозяйстве [1], как биологически активные добавки к пище, для лечения минералодefицитных состояний. Ванадий, к примеру, участвует в метаболической активности организма и образует двойные и тройные комплексы с аминокислотами и белками [12]. Некоторые биосоединения с оксованадием (IV) проявляют инсулиноподобную активность [3]. Смешаннолигандные комплексы переходных металлов используют для борьбы с раком [13; 14; 16]. За

счет их нековалентного связывания с нуклеиновыми кислотами возможно маркировать дефектные клетки или даже применять их как противоопухолевые агенты. Комплексы биометаллов с серином, в отличие от неорганических солей, нетоксичны и в дополнении проявляют биологическую активность, не свойственную свободным молекулам. Ионы металлов в таких соединениях могут катализировать химические процессы в организме [4]. Это связано со сходством каталитических триад, в которых в большинстве случаев нуклеофилом выступает серин. Отдельного внимания заслуживает исследование смешаннолигандных металлокомплексов как возможных фотосенсибилизаторов в процессе генерации синглетного кислорода в ходе облучения светом.

Все вышперечисленное приводит к выводу, что изучение строения, свойств и возможностей получения смешаннолигандных комплексов актуальная на сегодняшний день задача. В связи с этим целью нашего исследования являлось установление строения, с использованием методов квантово-химического анализа, смешаннолигандного комплекса рибофлавина и тирозина с цинком (II) и возможности его образования.

Материалы и методы исследования.

Оптимизацию геометрических параметров равновесных состояний комплексов осуществляли в рамках метода теории функционала плотности (DFT), с обменно-корреляционным функционалом PBE, с базисом *jorge-DZP* [8-11]. Апробация выбранного приближения была проведена в статье [12]. Влияние воды как растворителя учитывали с помощью континуальной модели IEFPCM-SMD [15]. Соответствие равновесных состояний точкам минимума на поверхности потенциальной энергии проверяли отсутствием мнимых частот по матрице вторых производных.

Результаты и их обсуждение

При построении исследуемых комплексов учитывали устойчивую электронную

конфигурацию для цинка (II) 1S_0 . Характерные координационные числа для цинка (II) – 4. Ввиду большого размера системы, аквакомплексы не рассматривались.

Предварительный анализ распределения электронной плотности и молекулярно-электростатического потенциала (МЭП) для рибофлавина и тирозина позволили определить области наиболее вероятного присоединения катиона металла. Положительные области на карте МЭП (рис. 1) показывают предпочтительные зоны подхода электрофила к молекуле. У молекулы тирозина, условно, их две, в то время как у рибофлавина их несколько. Наиболее вероятная атака в обеих молекулах должна происходить по атому азота аминной и иминной групп, в тирозине – дополнительно по кислороду. Однако в щелочной

среде имеется низкая вероятность присоединения и по ОН-основанию для двух лигандов. pK_2 для рибофлавина составляет 11,2, для фенольного гидроксила тирозина 10,07.

Для рибофлавина возможно 4 эписмера. Квантово-химический расчет показал, что наиболее устойчив изомер 1, когда все гидроксильные группы пространственно разобщены (табл. 1). Также рибофлавин имеет две функциональные формы (рис. 2). При образовании комплекса интересна вторая форма – лейкорибофлавин, так как иминные группировки в 8 и 17 положениях, в процессе восстановления рибофлавина, могут вступать во взаимодействие с катионами металлов с образованием ковалентной связи. Эта форма образуется в кислой среде.

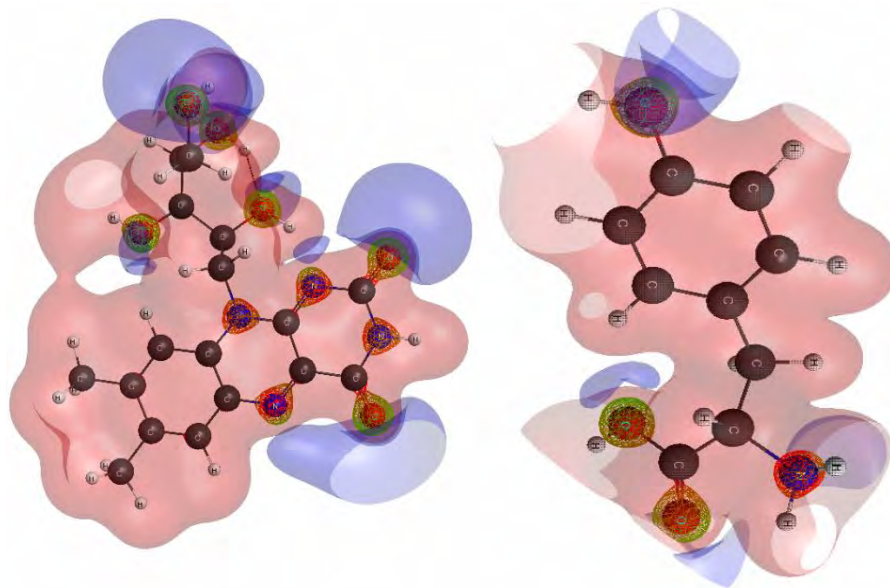


Рис. 1. Карты молекулярно-электростатического потенциала рибофлавина и тирозина.

Красным показаны отрицательные области, синим – положительные

Fig. 1. Maps of riboflavin and tyrosine molecular electrostatic potential.

Red shows negative areas, blue shows positive ones

Таблица 1. Энергии изомеров рибофлавина

Table 1. Energy of riboflavin isomers

ΔG	0.0	2.7	5.9	22.4
E^0	-1328.661869	-1328.660827	-1328.659634	-1328.653321

$\Delta G =$ (кДж/моль); $E^0 =$ (Хартри)

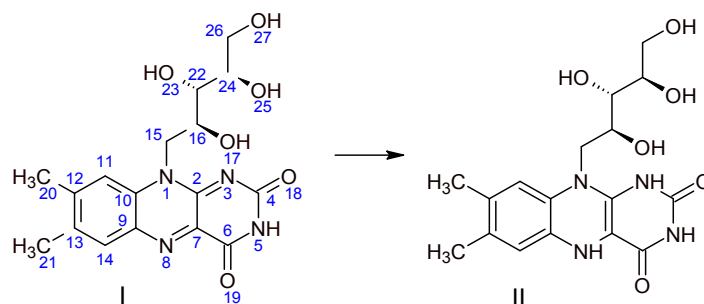


Рис. 2. Окисленная и восстановленная формы рибофлавина
 Fig. 2. Oxidized and reduced forms of riboflavin

Ранее было установлено, что двухвалентные металлы с аминокислотами связываются бидентатно, а наиболее вероятное расположение лигандов, тетраэдрическое [2; 17]. Основываясь на полученных данных, были построены возможные структуры смешаннолигандных комплексов (рис. 3). Для структуры 3, 6 учитывали экваториальное и аксиальное расположение остатков рибозы и амино- или фенольного гидроксила тирозина, относи-

тельно плоскости, соединяющей металл и лиганды.

Как видно из таблицы 2, по энергиям ΔG наиболее вероятная структура 3. В щелочной среде, возможно, 6. Дополнительно стабилизации такой структуры должны способствовать водородные связи между карбоксильной группой тирозина и кетогруппой рибофлавина. Как и указывалось ранее [2], геометрическое строение комплекса похоже на тетраэдр (рис. 4).

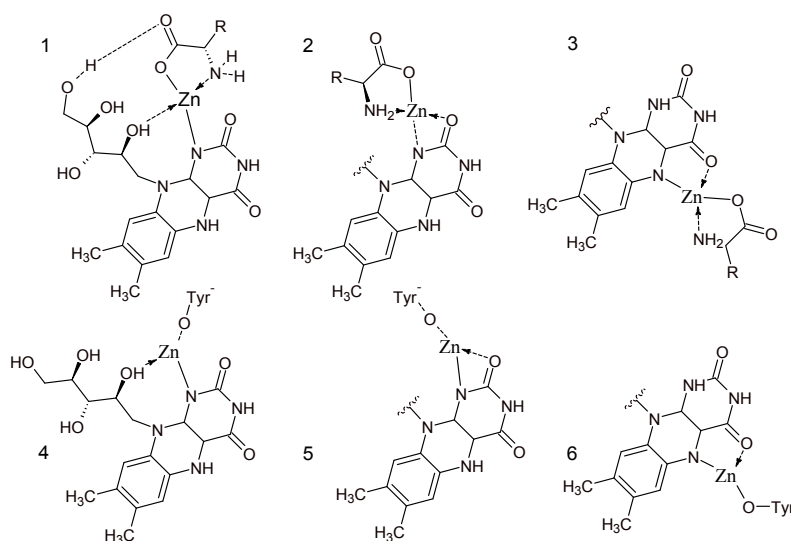


Рис. 3. Варианты рассчитываемых комплексов. Структуры 4, 5, 6 – при pH > 10
 Fig. 3. Variants of calculated complexes. Structures 4, 5, 6 – at pH > 10

Таблица 2. Относительные энергии образования смешаннолигандных комплексов
 Table 2. Relative energies of mixed-ligand complexes formation

		Номер комплекса					
		1	2	3	4	5	6
Zn	ΔG	-227,3	-232,6	-292,1 (-291,0)	-233,4	-235,8	-290,1 (-283,9)
	E^0	-3737,00368	-3737,005717	-3737,00233 (-3737,001907)	-3736,538446	-3736,53937	-3736,533982 (-3736,531631)
	Tir ⁻ = -628,796118; Tir-O ⁻ = -628,328535; Lei(8) = -1329,346127; Lei(17) = -1329,372174; Zn ²⁺ = -1778,748834						

$\Delta G = (\text{кДж/моль}); E^0 = (\text{Хартри})$

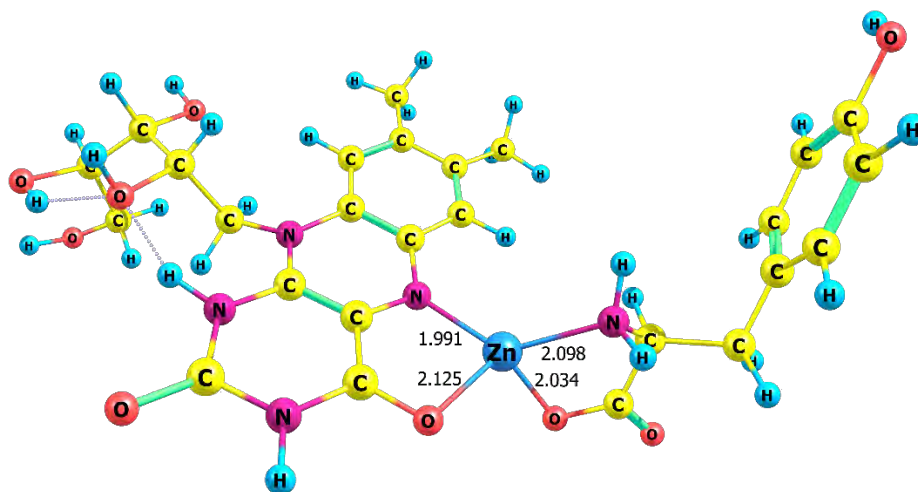


Рис. 4. Структура смешаннолигандного комплекса 3
 Fig. 4. Structure of mixed ligand complex 3

Основываясь на полученных результатах, была предложена схема синтеза (рис. 5) смешаннолигандного металлокомплекса 3, 6 из аскорбатов цинка, последовательным прибавлением рибофлавина и тирозина, за счет изменения кислотно-основных свойств используемых в реакции веществ (таб. 3). Варьируя молярным соотношением реагентов и временем введения их в среду, с учетом растворимости образующихся соединений, возможно добиться хорошего выхода продукта реакции.

Таблица 3. Константы диссоциации и изоэлектрические точки веществ, участвующих в реакции
 Table 3. Dissociation constants and isoelectric points of substances involved in the reaction

	pI	pK ₁	pK ₂
Тирозин	5,66	2,2	9,11 (pK ₃ 10,07)
Рибофлавин	6,01	5,3	11,2
Аскорбиновая кислота	–	–4,11 – 4,25	11,79

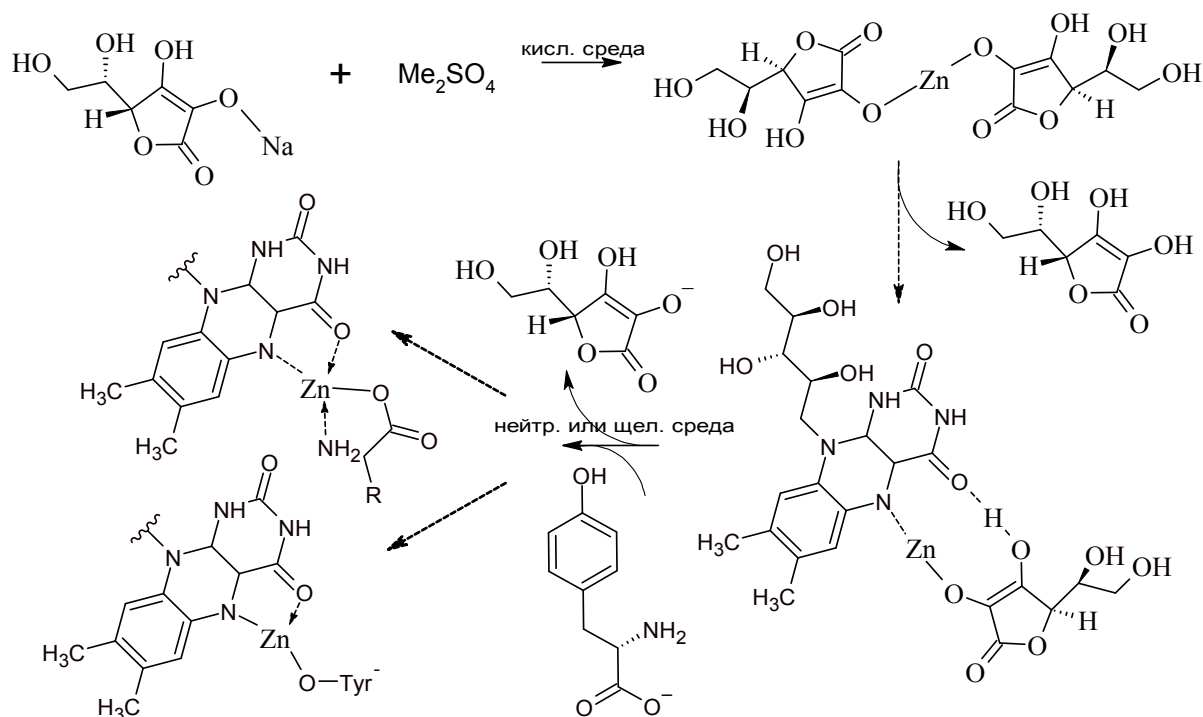


Рис. 5. Схема возможного механизма реакции образования комплекса
 Fig. 5. Scheme of a possible mechanism of the complex formation reaction

Заключение

Относительные энергии образования указывают на вероятность образования в условиях *in situ* смешанно-лигандного комплекса по положению 8 иминной группы рибофлавина и карбоксильного остатка тирозина. При этом положение аминокислотной группы или фенольного гидроксильного

тирозина должно быть перпендикулярно рибофлавину и не зависит от экваториального или аксиального расположения остальной части тирозина. В дальнейшем предполагается синтез комплекса, имеющего наибольшую энергию образования, по методике, предложенной выше.

Литература

1. Иванов И. С., Трошин Е. И., Крысенко Ю. Г., Шишкин А. В., Куликов А. Н. Разработка методик синтеза глицилатов некоторых микроэлементов // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции (Ижевск, 14-17 февраля 2017 г.). Ижевск, 2017. Т. 2. С. 22-24.
2. Пешков, С. А., Щепин, А. С., Хурсан С. Л., Кобзев Г. И. Относительная устойчивость комплексов тяжелых металлов (Zn, Cd, Co, Pb) с аланином // Вестник Башкирского университета. 2016. Т. 21. № 2. С. 291-297.
3. Попова Т. В., Щеглова Н. В., Смотрина Т. В. Особенности формирования малонатных комплексов оксованадия (IV) в водных растворах // Перспективы внедрения инновационных технологий в медицине и фармации. 2018. С. 184-191.
4. Пулатова З. М., Сарымзакова Б. К., Эралиева М. Г., Сарымзакова Р. К. Синтез биологически активных веществ на основе аминокислот и биометаллов: Cu, Co и Zn // Приоритетные направления развития науки и образования. 2018. С. 26-29.
5. Сарнит Е. А., Сайдахмедова Н. Н., Мельникова Е. Д. Синтез, строение и люминесценция смешаннолигандного комплекса европия(III) на основе N-додециламинодиуксусной кислоты, ацетилацетона и 1,10-фенантролина // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2019. № 3. С. 236-244.
6. Старовойтов А. В., Чурсанов Ю. В., Луцки В. И., Красильникова Ю. А. Влияние образования смешаннолигандных комплексов на кинетику растворения золота // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. 2018. № 1. С. 66-73.
7. Abebe A., Hailemariam T. Synthesis and assessment of antibacterial activities of ruthenium(III) mixed ligand complexes containing 1,10-phenanthroline and guanide. *Bioinorganic Chemistry and Applications*. 2016 (2). Pp. 1-9.
8. Barros C. L., de Oliveira P. J. P., Jorge F. E., Canal Neto A., Campos M. Gaussian basis set of double zeta quality for atoms Rb through Xe: Application in non-relativistic and relativistic calculations of atomic and molecular properties. *Molecular Physics*. 2010. Vol. 108. No. 15. Pp. 1965-1972.
9. Canal Neto A., Jorge F. E. All-electron double zeta basis sets for the most fifth-row atoms: Application in DFT spectroscopic constant calculations. *Chemical Physics Letters*. 2013. Vol. 582. Pp. 158-162.
10. Camiletti G. G., Machado S. F., Jorge F. E. Gaussian basis set of double zeta quality for atoms K through Kr: Application in DFT calculations of molecular properties. *Journal of Computational Chemistry*. 2008. Vol. 29. No. 14. Pp. 2434-2444.
11. Canal Neto A., Muniz E. P., Centoducatte R., Jorge F. E. Gaussian basis sets for correlated wave functions. Hydrogen, helium, first- and second-row atoms. *Journal of Molecular Structure-theochem*. 2005. Vol. 718. No. 1-3. Pp. 219-224.
12. Carpio E. D., Hernández L., Ciangherotti C., Coa V. V., Jiménez L., Lubes V., Lubes G. Vanadium: History, chemistry, interactions with amino acids and potential therapeutic applications. *Coordination Chemistry Reviews*. 2018. Vol. 372. Pp. 117-140.
13. Gou Y., Li J., Fan B., Xu B., Zhou M., Yang F. Structure and biological properties of mixed-ligand Cu (II) Schiff base complexes as potential anticancer agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2017. Vol. 134. Pp. 207-217.
14. Abdel-Rahman L., Abu-Dief A., Ismail N. M., Ismael M. Synthesis, characterization and biological activity of new mixed ligand transition metal complexes of glutamine, glutaric, and glutamic acid with nitrogen based ligands. *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*. 2017. Vol. 47. No. 3. Pp. 467-480.
15. Marenich A. V., Cramer C. J., Truhlar D. G. Universal solvation model based on solute electron density and on a continuum model of the solvent defined by the bulk dielectric constant and atomic surface tensions. *The Journal of Physical Chemistry B*. 2009. Vol. 113. No. 18. Pp. 6378-6396.
16. MPalPik, M. A., Raza, M. K., Dar, O. A., Amadudin, Abid, M., Wani, M. Y., Al-Bogami, A. S., Hashmi, A. A. Probing the antibacterial and anticancer potential of tryptamine based mixed ligand Schiff base Ruthenium (III) complexes. *Bioorganic Chemistry*. 2019. Vol. 87. Pp. 773-782.
17. Peshkov S. A., Khursan S. L. Complexation of the Zn, Co, Cd, and Pb ions by metallothioneins: A QM/MM simulation. *Computational and Theoretical Chemistry*. 2017. Vol. 1106. Pp. 1-6.

References

1. Ivanov I. S., Troshin E. I., Krysenko Yu. G., Shishkin A. V., Kulikov A. N. Development of methods for the synthesis of some microelements glycinate. *Nauchno obosnovannye tekhnologii intensivatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Izhevsk, 14-17 fevralya 2017 g.)* [Science-Based Technologies for the Intensification of Agricultural Production: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Izhevsk, February 14-17, 2017)]. Izhevsk, 2017. Vol. 2. C. 22-24. (In Russian)
2. Peshkov S. A., Shchepin A. S., Khursan S. L., Kobzev G. I. Relative stability of heavy metals complexes (Zn, Cd, Co, Pb) with alanine. *Vestnik Bashkirskogo universiteta* [Journal of Bashkir University]. 2016. Vol. 21. No. 2. Pp. 291-297. (In Russian)
3. Popova T. V., Shcheglova N. V., Smotrina T. V. Features of the formation of oxovanadium (IV) malonate complexes in aqueous solutions. *Perspektivy vnedreniya innovatsionnykh tekhnologiy v meditsine i farmatsii* [Prospects for the Implementation of Innovative Technologies in Medicine and Pharmacy]. 2018. Pp. 184-191. (In Russian)
4. Pulatova Z. M., Sarymzakova B. K., Eralieva M. G., Sarymzakova R. K. Synthesis of biologically active substances based on amino acids and biometals: Cu, Co and Zn. *Prioritetnye napravleniya razvitiya nauki i obrazovaniya* [Priority Directions of Science and Education Development]. 2018. Pp. 26-29. (In Russian)
5. Sarnit E. A., Saydakhmedova N. N., Mel'nikova E. D. Synthesis, structure and luminescence of a mixed-ligand europium(III) complex based on N-dodecyliminodiacetic acid, acetylacetone and 1,10-phenanthroline. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya* [Scientific Notes of V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry]. 2019. No. 3. Pp. 236-244. (In Russian)
6. Starovoytov A. V., Chursanov Yu. V., Lutsik V. I., Krasil'nikova Yu. A. Influence of mixed ligand complexes formation on the kinetics of gold dissolution. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya* [Bulletin of Tver State University. Chemistry]. 2018. No. 1. Pp. 66-73. (In Russian)
7. Abebe A., Hailemariam T. Synthesis and assessment of antibacterial activities of ruthenium(III) mixed ligand complexes containing 1,10-phenanthroline and guanide. *Bioinorganic Chemistry and Applications*. 2016 (2). Pp. 1-9.
8. Barros C. L., de Oliveira P. J. P., Jorge F. E., Canal Neto A., Campos M. Gaussian basis set of double zeta quality for atoms Rb through Xe: Application in non-relativistic and relativistic calculations of atomic and molecular properties. *Molecular Physics*. 2010. Vol. 108. No. 15. Pp. 1965-1972.
9. Canal Neto A., Jorge F. E. All-electron double zeta basis sets for the most fifth-row atoms: Application in DFT spectroscopic constant calculations. *Chemical Physics Letters*. 2013. Vol. 582. Pp. 158-162.
10. Camiletti G. G., Machado S. F., Jorge F. E. Gaussian basis set of double zeta quality for atoms K through Kr: Application in DFT calculations of molecular properties. *Journal of Computational Chemistry*. 2008. Vol. 29. No. 14. Pp. 2434-2444.
11. Canal Neto A., Muniz E. P., Centoducatte R., Jorge F. E. Gaussian basis sets for correlated wave functions, helium, first- and second-row atoms. *Journal of Molecular Structure-theochem*. 2005. Vol. 718. No. 1-3. Pp. 219-224.
12. Carpio E. D., Hernández L., Ciangherotti C., Coa V. V., Jiménez L., Lubes V., Lubes G. Vanadium: History, chemistry, interactions with amino acids and potential therapeutic applications. *Coordination Chemistry Reviews*. 2018. Vol. 372. Pp. 117-140.
13. Gou Y., Li J., Fan B., Xu B., Zhou M., Yang F. Structure and biological properties of mixed-ligand Cu (II) Schiff base complexes as potential anticancer agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2017. Vol. 134. Pp. 207-217.
14. Abdel-Rahman L., Abu-Dief A., Ismail N. M., Ismael M. Synthesis, characterization and biological activity of new mixed ligand transition metal complexes of glutamine, glutaric, and glutamic acid with nitrogen based ligands. *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*. 2017. Vol. 47. No. 3. Pp. 467-480.
15. Marenich A. V., Cramer C. J., Truhlar D. G. Universal solvation model based on solute electron density and on a continuum model of the solvent defined by the bulk dielectric constant and atomic surface tensions. *The Journal of Physical Chemistry B*. 2009. Vol. 113. No. 18. Pp. 6378-6396.
16. MPalPik M. A., Raza M. K., Dar O. A., Amadudin, Abid M., Wani M. Y., Al-Bogami A. S., Hashmi A. A. Probing the antibacterial and anticancer potential of tryptamine based mixed ligand Schiff base Ruthenium (III) complexes. *Bioorganic Chemistry*. 2019. Vol. 87. Pp. 773-782.
17. Peshkov S. A., Khursan S. L. Complexation of the Zn, Co, Cd, and Pb ions by metallothioneins: A QM/MM simulation. *Computational and Theoretical Chemistry*. 2017. Vol. 1106. Pp. 1-6.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Пешков Сергей Алексеевич, кандидат химических наук, доцент кафедры химии, химико-биологический факультет, Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия; e-mail: darvin156@mail.ru

Пономарева Полина Александровна, старший преподаватель кафедры химии, химико-биологический факультет, Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия; e-mail: pponomareva@yandex.ru

Никиян Айк Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры биофизики и физики конденсированного состояния, физический факультет, Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия; e-mail: nikiyan@yahoo.com

Принята в печать 16.09.2022 г.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Sergey A. Peshkov, Ph.D. (Chemistry), Associate Professor, Department of Chemistry, Faculty of Chemistry and Biology, Orenburg State University, Orenburg, Russia; e-mail: darvin156@mail.ru

Polina A. Ponomareva, Senior Lecturer, Department of Chemistry, Faculty of Chemistry and Biology, Orenburg State University, Orenburg, Russia; e-mail: pponomareva@yandex.ru

Hike N. Nikiyan, Ph.D. (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Biophysics and Condensed Matter Physics, Faculty of Physics, Orenburg State University, Orenburg, Russia; e-mail: nikiyan@yahoo.com

Received 16.09.2022 г.

Химические науки / Chemical Science

Оригинальная статья / Original Article

УДК 662.742.1

DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-17-26. EDN: COZRQE

Исследование продуктов терморастворения высокосернистого Забитуйского и низкосернистого Хандинского углей

© 2022 **Рохина Е. Ф., Шевченко Г. Г., Рохин А. В.**
Иркутский государственный университет
Иркутск, Россия; e-mail: lady.rokhina2017@yandex.ru;
carbon@chem.isu.ru; irkrav66@gmail.com

РЕЗЮМЕ. Целью работы является изучение процесса терморастворения углей разной степени метаморфизма, различного содержания и форм серы в их составе с последующим обобщением выявленных закономерностей поведения углей в процессе переработки. **Метод.** Для анализа продуктов терморастворения применяли комплекс методов (ИК-спектроскопию, методы ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и газожидкостной хроматографии (ГЖХ), химические методы). **Результаты.** Установлено, что эффективному протеканию процесса терморастворения способствует наличие органических форм серы в исходном угле. Использование в качестве растворителя одной из фракций смолы полукоксования черемховского угля (КОСМ) также способствует увеличению выхода продуктов терморастворения. **Выводы.** Из полученных в работе данных следует, что степень конверсии высокосернистого угля выше, чем низкосернистого, состав жидких продуктов различен по содержанию структурно-групповых фрагментов, а в составе фенолов преобладают одноатомные.

Ключевые слова: терморастворение, фенолы, крезолы, Хандинский уголь, Забитуйский уголь.

Формат цитирования: Рохина Е. Ф., Шевченко Г. Г., Рохин А. В. Исследование продуктов терморастворения высокосернистого Забитуйского и низкосернистого Хандинского углей // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 17-26. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-17-26. EDN: COZRQE

Investigation of Thermal Dissolution Products of High-Sulfur Zabituysky and Low-Sulfur Khandinsky Coals

© 2022 Elena F. Rokhina, Galina G. Shevchenko, Alexander V. Rokhin

Irkutsk State University

Irkutsk, Russia; e-mail: lady.rokhina2017@yandex.ru;

carbon@chem.isu.ru; irkrav66@gmail.com

ABSTRACT. The aim of the paper is to study the thermal dissolution process of coals of different metamorphism degrees, different sulfur content and forms in their composition, followed by generalization of the identified patterns of coals behavior during processing. **Method.** A set of methods was used (IR spectroscopy, nuclear magnetic resonance (NMR) and gas liquid chromatography (GLC), chemical methods) to analyze the thermal dissolution products. **Results.** It has been established that the sulfur organic forms in the initial coal contributes to the effective flow of the thermal dissolution process. The use of one of the fractions of Cheremkhovsky coal semi-coking tar (KOSM) as a solvent also contributes to an increase in the yield of thermal dissolution products. **Conclusions.** It follows from the data obtained in the paper that the degree of high-sulfur coal conversion is higher than that of low-sulfur coal, the composition of liquid products is different in the content of structural group fragments, and monatomic compounds predominate in the composition of phenols.

Keywords: thermal dissolution, phenols, cresols, Khandinsky coal, Zabituysky coal.

For citation: Rokhina E. F., Shevchenko G. G., Rokhin A. V. Investigation of Thermal Dissolution Products of High-Sulfur Zabituysky and Low-Sulfur Khandinsky Coals. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 3. Pp. 17-26. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-17-26. EDN: COZRQE (In Russian)

Введение

Термическое растворение является одним из перспективных и экономически выгодных способов переработки твердого топлива, который не требует дорогих установок и сложных условий проведения процесса [2; 3; 8-10; 12]. Данный метод позволяет осуществить в мягких условиях деструкцию органической массы угля (ОМУ) и переход основной части угля в раствор. В результате последующего отделения твердой фазы растворителя получают дистиллятные фракции и основной продукт – высококипящий экстракт, который может быть использован для получения различных углеводородных материалов, кокса специального назначения, пластмассы и других продуктов, например, фенолов и парафинов. Фенолы – это ценные товарные продукты, которые имеют широкое применение в химической промышленности, в органическом синтезе, медицине, производстве полимеров и во многих других отраслях народного хозяйства. В настоящее время фенолы являются дефицитными продуктами. Парафины, полученные в химическом синтезе, могут служить исходным сырьем для производства

моющих средств, пропитки кожи, древесных, бумаги и т. д.

Термическая деструкция органического вещества углей всегда сопровождается образованием продуктов конденсации. Однако эти процессы могут быть значительно замедлены, если нагревание проводить в атмосфере водорододонорного растворителя (термическое растворение).

Продуктами термического воздействия на различные виды горючих ископаемых являются газообразные, жидкие и твердые вещества.

При термическом растворении угля образуются газ, вода, бензин, масла, тяжелый мазутоподобный раствор и нерастворившаяся часть топлива. Кроме того, перспективно получение поликонденсированных ароматических углеводородных продуктов, составляющих основу пека [9].

Одной из актуальных задач органической химии на современном этапе является наиболее полное и рациональное использование всех компонентов, содержащихся в продуктах переработки углей, а особое внимание следует обратить на соединения серы, содержание которой в ежегодно добываемых углях до 10 млн т. В то же время в переработку практически не вовлечены

высокосернистые угли, запасы которых велики. Применяя комплексную переработку углей, можно не только уменьшить выброс в атмосферу вредных соединений серы, но и получать сероорганические соединения, которые можно применять в промышленности органического синтеза в качестве субстратов. Кроме того, появляется возможность по полученным результатам исследований продуктов терморастворения сделать некоторые выводы о строе-

нии макромолекул высокосернистых углей, используя лабильность связи C-S и разнообразие форм серы в углях.

Материалы и методы исследования

Для исследования были взяты высокосернистый Забитуйский уголь Иркутского бассейна и низкосернистый Хандинский уголь Хандинского месторождения. Характеристика и данные технического и элементного анализа углей представлены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика исходных углей
 Table 1. Characteristics of initial coals

Показатели	Уголь	
	Хандинский	Забитуйский
Месторождение	Западный регион Байкало-Амурской магистрали	Иркутский угольный бассейн
Происхождение	Гумусовый	Гумусовый с маломощными прослойками сапропелевых углей
Степень метаморфизма	Бурый	Каменный
Особенности	Наличие бензольных битумов, большое содержание гуминовых кислот	Высокая спекаемость, повышенная растворимость в органических растворителях
Данные технического анализа, % масс.		
W _a	3,1	5,5
A ^d	22,6	15,7
V ^{daf}	66,7	57,0
S ^t	0,95	4,82
S ^{so4}	0,46	0,09
S _{орг}	0,06	4,72
S _{спир}	0,43	0,008
Содержание битумов, % масс.	5,7	6,8
Выход гуминовых кислот, % масс.	76,0	1,1
Элементный состав, % масс.		
Углерод	69,31	77,15
Водород	6,62	5,45
Сера общ.	0,95	4,82
O+N (по разности)	23,12	12,58

Исследование проводилось по следующей схеме: измельченный уголь подвергли процессу термического растворения. В качестве растворителя использовали кубовый остаток среднего масла смолы полукоксования черемховского угля. При этом были получены жидкие и твердые продукты. Согласно цели данной работы, которая заключается в изучении жидких и твердых продуктов процесса терморастворения и сравнении их с продуктами взаимодействия угля и кубового остатка среднего масла без применения вышеперечисленных условий, измельченный уголь был также подвергнут простому смешению с кубовым остатком среднего масла с после-

дующим исследованием жидких и твердых продуктов (далее обозначено как И – исходная проба).

Жидкие продукты отделяли от твердого остатка I, который затем экстрагировали смесью спирта и бензола (1:1). В результате были получены жидкий экстракт и твердый остаток II. Микроаналитическим методом был определен элементный состав исходной смеси и твердых остатков I и II.

Исследование группового состава жидких продуктов проводили с применением химических и хроматографических методов.

Процесс проводился в лабораторных условиях. Термическое растворение заключалось в следующем: измельченное до по-

рошкообразного состояния топливо смешивали с растворителем (кубовый остаток среднего масла – фракция смолы полукоксования черемховского угля) в соотношении 1:1. Смесь подвергали нагреванию в автоклаве при температуре 425 °С в течение 1 часа под давлением 4МПа и постоянном перемешивании.

При терморазтворении было получено: тяжелый мазутоподобный раствор и нерастворившаяся часть топлива (твердый остаток). Продукты вымывались из автоклава бензолом. Жидкий продукт отделяли от твердого нерастворившегося остатка фильтрованием. Твердый остаток промывали бензолом и высушивали до постоянной массы

Выход продуктов был рассчитан на массу исходной смеси и составил: 45 % и 37 % – твердый остаток I для Забитуйского и Хандинского углей соответственно, 55 % и 63 % – жидкие продукты для Забитуйского и Хандинского углей соответственно.

Для проверки эффективности процесса термического растворения и сравнения выходов жидких продуктов данные угли были растворены в том же растворителе (кубовый остаток среднего масла) в соотношении 1:1 без применения условий термического растворения. В результате были получены жидкие и твердые продукты, которые разделяли при помощи фильтрования. Твердый остаток промывали бензолом и высушивали до постоянной массы. Выход продуктов был рассчитан на массу исходной смеси растворитель + уголь и составил: 50.9 % и 79 % – твердый остаток для Забитуйского и Хандинского углей соответственно, 49 % и 21 % – жидких продуктов соответственно.

Твердые остатки I и II экстрагировали спирто-бензольной смесью (1:1) в экстракторе Сокслета. После удаления растворителя были получены экстракты термодеструктурированных и исходных углей, элементный состав которых приведен в таблице 2.

Сравнивая результаты элементного анализа исходных и деструктурированных углей, полученных после проведения процесса терморазтворения, следует отметить, что содержание углерода в твердом остатке увеличилось в 1.18 (Забитуйский уголь) и в 1.33 (Хандинский уголь) раза, а содержание водорода уменьшилось в случае Забитуй-

ского угля в 1.7 раз и увеличилось в случае Хандинского угля в 1.05 раза. Содержание серы уменьшилось в Забитуйском угле в 1.94 раза и увеличилось в 1.11 раз в Хандинском угле.

Таблица 2. Результаты элементного анализа жидких продуктов исходных и деструктурированных углей и их экстрактов
Table 2. Results of elemental analysis of initial and degraded coals liquid products and their extracts

Элементы	Содержание элементов, %							
	Забитуйский уголь				Хандинский уголь			
	Ж	И	Э2	Э1	Ж	И	Э2	Э1
C	60.4	71.5	72.5	61.8	47.0	62.6	58.5	47.7
H	4.30	2.53	2.73	3.30	1.92	2.01	2.70	3.80
S	4.78	2.46	—	—	1.39	1.55	—	—

Все продукты обозначены следующим образом:

Ж – жидкий продукт термодеструктурированного угля;

И – жидкий продукт исходной пробы;

Э1 – экстракт твердого остатка термодеструктурированного угля;

Э2 – экстракт твердого остатка исходной пробы.

В связи с тем, что терморазтворение проводили в растворе масла, степень превращения угля по количеству жидких продуктов рассчитывать некорректно. Расчет степени конверсии проводили по зольности твердого остатка. В результате было установлено, что выход жидких продуктов терморазтворения и выход спирто-бензольных экстрактов в Хандинском угле выше, чем в Забитуйском, в то время как степень конверсии Хандинского угля выше, чем Забитуйского почти в два раза. Групповой состав жидких продуктов и экстрактов определяли методом селективной экстракции (табл. 3).

При любых видах термического воздействия на угли образуются жидкие продукты, которые представляют собой поликомпонентную смесь органических соединений кислого, основного и нейтрального характера.

Исходные пробы, а также их экстракты содержат меньшее количество групп органических соединений. Основное их содержание приходится на нейтральную часть. Следует отметить, что количество выделенных соединений в Забитуйском угле

выше, чем в Хандинском. Наибольшие выходы в жидких продуктах терморастворения составляют фенолы и асфальтены.

Таблица 3. Групповой состав жидких продуктов исходных и деструктурированных углей и их экстрактов
Table 3. Group composition of initial and destructed coals liquid products and their extracts

Группы соединений	Исходный продукт							
	Хандинский уголь				Забитуйский уголь			
	Ж	И	Э1	Э2	Ж	И	Э1	Э2
Основания	3.10	0.44	1.27	2.16	4.00	3.73	6.10	0.39
Кислоты	3.80	0.09	7.16	0.60	8.00	0.84	3.90	2.06
Фенолы	9.42	0.03	4.80	6.60	16.3	2.35	10.6	1.90
Асфальтены	10.1	0.94	6.20	2.40	4.44	1.17	8.16	1.63
Свободный углерод	4.65	1.57	16.7	9.94	1.16	2.21	4.40	7.80
Нейтральная часть	68.9	96.9	63.9	78.3	55.6	89.7	67.2	86.2

Остаток смолы, после извлечения всех вышеперечисленных групп, называется нейтральным маслом и представляет собой смесь углеводородов и нейтральных соединений, для разделения которых используют метод адсорбционного анализа.

В качестве адсорбента может быть использован активированный уголь, силикагель, алюмосиликаты. Нами для разделения данных объектов исследования использован метод адсорбционной жидкостной колоночной хроматографии. Разделение проводили на колонках размерами 500x16 мм с резервуаром для растворителя. В качестве адсорбента применяли оксид алюминия Al₂O₃ (марки «для хроматографии, нейтральный»). Предварительно все растворители очистили и высушили безводным сульфатом натрия. Элюирование вели последовательно, сначала n-гексаном (температура кип. 68.74 °С) по 100 мл, который элюирует прежде всего парафинонафтеновую часть. Затем бензолом (100 мл) десорбировали ароматические соединения и ацетоном (100 мл) – гетероатомную часть. После удаления элюентов гравиметрическим методом определили содержание гексанового, бензольного и ацетонового элюатов. Результаты колоночной адсорбционной хроматографии приведены в таблице 4

Таблица 4. Результаты адсорбционной колоночной хроматографии нейтральной части продуктов терморастворения
Table 4. Results of adsorption column chromatography of the thermal dissolution products neutral part

Пробы	Выход элюатов, %			Не десорбировано	
	Гексановый	Бензольный	Ацетоновый		
Хандинский уголь	Ж	46.6	12.7	35.9	4.85
	И	12.5	4.90	1.8	80.8
	Э1	17.9	39.1	27.9	15.2
	Э2	25.0	20.1	24.9	30.0
Забитуйский уголь	Ж	8.80	9.00	78.5	3.72
	И	1.12	5.2	5.14	78.5
	Э1	14.0	26.2	27.1	23.7
	Э2	1.15	15.6	3.65	69.2

Из таблицы 4 видно, что основная часть из продуктов терморастворения элюируется гексаном и ацетоном, из нейтральной части исходных (холостых) проб – гексаном, из экстрактов – бензолом. Не десорбировалось в случае исходных проб до 80 % нейтральной части, из продуктов терморастворения – до 4 %, из экстрактов – до 34 %.

Продукты терморастворения и экстракты Хандинского и Забитуйского углей исследовали методом спектроскопии ЯМР ¹H. Спектры ЯМР регистрировали в импульсном режиме на спектрометре "Varian-500" с использованием квадратурного детектирования. Для регистрации спектров ЯМР ¹H использовали растворитель – четыреххлористый углерод (CCl₄). Распределение атомов водорода по структурным фрагментам определяли путем интегрирования спектров. Отнесение химических сдвигов проводили в соответствии с [4], результаты спектрального анализа в таблице 5.

Таблица 5. Результаты спектроскопии ЯМР ¹H продуктов термического растворения

Table 5. Results of ¹H NMR spectroscopy of thermal dissolution products

Пробы		Содержание фрагментов, % масс.					
		H _α	H _β	H _γ	H _{оалк}	H _{ол}	H _{ар}
Забитуйский уголь	Ж	5.64	31.2	30.2	5.04	1.58	26.4
	И	5.72	28.3	33.3	4.21	1.83	26.7
	Э2	7.44	55.2	20.3	4.47	3.02	9.65
	Э1	6.20	35.8	29.5	7.90	3.20	17.4
Хандинский уголь	Ж	7.12	40.5	25.6	5.25	1.24	20.1
	И	8.01	46.6	23.7	3.71	1.38	16.6
	Э1	7.31	35.2	29.3	5.25	1.53	21.4
	Э2	10.2	37.1	29.1	3.59	2.46	17.5

Анализ проводили на хроматографе "Хром-5", с пламенно-ионизационным детектором, в режиме линейного программирования температуры. Условия хроматографирования: длина колонки 3.7 м, диаметр 3 мм, газ-носитель – гелий.

Определение состава парафинов, полученных из продуктов термического растворения, методом ГЖХ

Идентификацию n-алканов проводили, применяя "свидетели" C₉-C₂₂ и с использованием графика линейной зависимости числа атомов углерода от времени удерживания. Количественный расчет компонен-

тов проводили по площадям пиков методом нормировки. Результаты определений обнаруженных n-алканов приведены в таблице 6.

Обнаруженные парафины изо- строения и нафтены не приведены в таблице, они составили в случае Хандинского угля до 21 % в гексановом элюате терморастворения и до 25 % в экстрактах, до 16 % в исходных пробах и их экстрактах; в Забитуйском гексановом элюате терморастворения до 22 %, в его экстракте до 5 %, в исходных пробах – до 9.5 %.

Таблица 6. Состав парафинов, выделенных адсорбционной хроматографией из нейтральной части продуктов терморастворения

Table 6. Paraffins composition isolated by adsorption chromatography from the neutral part of the thermal dissolution products

Число Сат.	Содержание, % масс.							
	Забитуйский уголь				Хандинский уголь			
	Ж	И	Э1	Э2	Ж	И	Э1	Э2
10	Отс.	2.79	отс.	6.87	0.40	1.29	1.37	1.38
11	1.20	5.96	отс.	1.89	1.45	4.93	4.07	4.16
12	2.28	5.54	отс.	3.81	1.85	7.67	6.37	5.30
13	отс.	6.42	0.78	5.38	3.12	8.24	8.58	6.34
14	1.29	10.51	1.06	6.39	3.17	8.99	17.1	1.06
15	2.02	4.93	3.32	6.39	4.41	12.5	8.57	8.45
16	3.06	1.24	2.87	0.69	2.71	7.02	8.44	6.79
17	3.73	1.37	3.55	8.76	2.87	7.42	6.54	6.66
18	2.74	9.12	4.54	7.23	0.11	6.85	4.78	6.92
19	0.21	5.93	5.96	7.19	0.15	5.36	3.62	5.00
20	2.24	5.30	6.98	7.23	0.13	3.95	2.60	3.38
21	1.17	5.00	1.28	6.99	2.38	3.01	2.03	1.92
22		4.41	6.56	7.13	0.17	2.44	1.22	1.13
23		3.93	0.85	5.46	2.43	1.95		
24		3.14	4.96	4.66	1.32	1.76		
25		2.89	4.61	4.47	1.06			
26		10.4		3.30	0.81			
27		0.87		2.50	0.36			
28		0.71			0.31			

Результаты и их обсуждение

Уголь и продукты его переработки могут рассматриваться как сырье для промышленности органического синтеза, а продукты таких процессов как коксование и полукоксование находят широкое применение в химической промышленности. Термическое растворение относится к процессам термической деструкции углей и может служить в качестве источника органических соединений.

В отличие от процессов коксования и полукоксования терморастворение является экономически более выгодным процессом, т. к. не требует дорогостоящей аппаратуры, а в переработку могут быть вовлечены низ-

косортные угли, применение которых для вышеуказанных процессов не представляется возможным. В ряде случаев процесс терморастворения может рассматриваться как подготовка высокомолекулярного сырья к получению продуктов, из которых в дальнейшем можно выделить ряд ценных химических соединений, таких как фенолы, ароматические углеводороды, гетероциклические соединения и т. д. Нами проведено термическое растворение бурого Хандинского и каменного Забитуйского углей, содержащих различное количество серы.

Исследованные угли заметно отличаются по данным технического и элементного анализов: Забитуйский уголь характеризу-

ется высоким содержанием серы, представленной органической, тогда как Хандинский – низким содержанием серы, в основном минеральной и высоким выходом гуминовых кислот. Исходя из характеристик исходных углей, включая их происхождение, можно объяснить дальнейшие изменения их структуры в процессе терморастворения.

При терморастворении происходят процессы, подобные гидрогенизационным – облагораживание водородом наряду с реакциями термической деструкции. По данным элементного анализа видно, что содержание серы и водорода в Забитуйском угле уменьшилось, тогда как в Хандинском наоборот увеличилось. Относительная легкость разложения органической серы в Забитуйском угле при терморастворении указывает на ее вторичное происхождение, т. е. сера образовалась под действием различных факторов в процессе захоронения торфяников и при диагенезе [1]. Под действием сероводорода кислород в гидроксильных, фурановых и других структурных единицах макромолекул угля мог постепенно замещаться серой с образованием устойчивых серных групп. Можно считать установленными сернистые группировки: тиоловые, органические сульфиды различных типов, дисульфидные, тионные, бис тиоэфирные, тиофенные, тиофаные, "мостиковые". Активные группы находятся в гидроароматической части угольной молекулы [11]. Обычно органическая сера улетучивается до 500 °С, по некоторым данным органическая сера начинает разлагаться при 350-450 °С с частичным образованием сероводорода [6], количество которого возрастает с увеличением температуры, при этом около 45 % переходит в сероводород – этим объясняется и уменьшение водорода.

Сера Хандинского угля представлена в виде сульфатной и пиритной, которая при термодеструкции не переходит в летучее состояние, так как является менее подвижной, этим объясняется увеличение содержания серы. Что касается водорода, то увеличение его содержания говорит о процессах гидрооблагораживания. При термообработке взаимно сочетаются процессы, свойственные минеральной и органической сере, а также реакции взаимодействия продуктов разложения сернистых соединений с веществом угля [7].

В продуктах терморастворения исследованных углей по данным элементного ана-

лиза наблюдается увеличение содержания углерода в процессе терморастворения. Это можно объяснить тем, что образовавшиеся при деструкции макромолекул радикалы могут вступать в разнообразные реакции. Можно предположить реакции (по аналогии с химизмом свободнорадикальных реакций органических веществ) рекомбинации, диспропорционирования, присоединения к ароматическим структурам, а также реакции продолжения цепи при отрыве атома водорода или некоторого радикала от другой макромолекулы [3]. Если реакции рекомбинации приводят к образованию связи, прочность которой выше ранее разорванной, то происходит структурирование, затрудняющее процесс ожижения, диспропорционирование и присоединение макрорадикалов также ведут к утяжелению продуктов или закоксовыванию. Все эти реакции нежелательны [5].

В Хандинском угле содержание углерода увеличилось больше, чем в Забитуйском, т. к. каменные угли характеризуются повышенной ароматичностью ОМУ, а связь С-С прочнее в ароматических и ненасыщенных структурах, чем у алифатических, которые свойственны Хандинскому углю.

По результатам терморастворения Хандинский уголь перешел в жидкие продукты на 8 % больше, чем Забитуйский уголь, хотя степень конверсии его значительно ниже, что подтверждает вышеизложенные высказывания о меньшей прочности С-С связей в Забитуйском угле, образовании низкомолекулярных соединений (НМС) и переходе некоторых из них в летучее состояние.

Результаты исследования жидких продуктов и экстрактов показали, что в их состав входят фенолы, кислоты, основания, асфальтены и нейтральная часть. Жидкий продукт исходных (холостых) проб, судя по выходу жидких и твердых продуктов, остался практически неизменным по своему составу (содержание фенолов около 30 %). Но по результатам группового анализа – исходная проба гораздо беднее по сравнению с экстрактами и жидким продуктом терморастворения как по содержанию фенолов, так и по содержанию оснований, кислот, асфальтенов. Следовательно, можно говорить о произошедших процессах адсорбции при смешении угля с растворителем. Наиболее многочисленную группу составляют нейтральные соединения, к которым относятся углеводороды различного строения, соединения серы и

азота, нейтральные кислородные соединения и некоторые другие. Повышенное содержание нейтральной части в исходных пробах можно объяснить переходом в нее перечисленных соединений также за счет процессов адсорбции. Для исследования нейтральных масел использовали колоночную адсорбционную хроматографию. Этот метод является стандартным при характеристике ряда промышленных продуктов, например нефтепродуктов. Было установлено, что в расчете на исходный субстрат основная масса нейтральных соединений элюируется гексаном и апетоном, при этом выход этих элюатов из продуктов терморастворения выше, чем из жидких продуктов исходных проб. О присутствии в продуктах терморастворения полифункциональных соединений свидетельствует наличие недесорбированных компонентов. Довольно высокие результаты грушевого анализа, полученные для жидких продуктов спирто-бензольных экстрактов, говорят об эффективности процесса экстракции.

Наиболее ценным продуктом термического растворения можно считать фенолы, которые находят широкое химическое применение и являются дефицитным сырьем. Содержание фенолов в жидких продуктах выше, чем в экстрактах. Все выделенные фенолы были исследованы более детально методом тонкослойной хроматографии и установлено, что в их составе присутствуют как одноатомные, так и двухатомные фенолы. Наличие в составе продуктов терморастворения до 10-20 % фенолов позволяет рекомендовать их к использованию в дальнейшем для промышленного органического синтеза.

Результаты ЯМР ^1H спектроскопии свидетельствуют о высокой степени ароматичности жидких продуктов и экстрактов, причем продукты терморастворения Забитуйского угля носят более ароматический характер, как и исходный уголь.

Содержание H_β до 40 % говорит о наличии большого количества алифатических цепочек, которые соединяют различные структурные фрагменты. Низкое содержание $\text{H}_{\text{ол}}$ подтверждает преобладание насыщенных группировок. Содержание $\text{H}_{\text{оалк}}$ невелико, но заметно повышается в жидких продуктах терморастворения по сравнению с жидкими продуктами холостых проб.

Таким образом, исследовав продукты терморастворения и зная характеристику

исходных углей, следует отметить значительные изменения свойств и структуры, произошедших в процессе терморастворения. Хандинский уголь растворился несколько лучше Забитуйского благодаря более низкой степени углефикации, менее ароматизированному характеру, соответственно наличию большого числа непрочных связей, таких как C-O, C-S, C-N и др. Предполагается, что более глубокому растворению препятствовала минеральная часть угля, содержащаяся в Хандинском угле в виде пирита. Несмотря на более высокую степень метаморфизма, выход жидких продуктов Забитуйского угля достаточно высок, что объясняется содержанием в их органической массе нефтяных и гидроароматических циклов в единой сопряженной или поликонденсированной системе, которые создают условия, благоприятствующие внутримолекулярному переносу и перераспределению водорода; метиленовые радикалы, образующиеся при разрыве поперечных связей каменного угля, могут служить инициаторами цепей.

С помощью ГЖХ были идентифицированы алканы в основном нормального строения от C_{10} до C_{28} , в жидких продуктах терморастворения обнаружены также алканы изо-строения и нафтены, содержанием до 25 %. Содержание углеводородов нормального строения в продуктах терморастворения Хандинского угля выше, чем Забитуйского, что говорит о взаимосвязи степени метаморфизма и глубины растворения угля.

По результатам молекулярно-массового распределения жидкие продукты терморастворения Забитуйского угля содержат n-алканы с числом углеродных атомов от C_{13} до C_{23} с максимумом в области C_{15} – C_{20} . Кривая молекулярно-массового распределения (ММР) алканов термодеструктурированного Забитуйского угля резко отличается от кривой ММР исходной пробы и свидетельствует об эффективности процесса терморастворения. Кривая ММР исходной и термодеструктурированных проб отличаются в области от C_{19} и выше, что свидетельствует о деструкции ОМУ. Максимумы наблюдаются в области C_{21} и C_{24} .

Сравнивая кривые ММР n-алканов в экстрактах, следует отметить резкое различие кривых проб исходного и термодеструктурированного Забитуйского угля. На диаграмме видно, что максимум Забитуйской исходной пробы соответствует минимуму Хандинской. Начиная с C_{15} диаграм-

ма ММР исходных проб Забитуйского и Хандинского углей имеет наименьшее различие, отличаются только в области C_{10} – C_{13} и C_{22} – C_{28} . Это свидетельствует о том, что наибольший вклад в исходных пробах вносит используемый нами растворитель (кубовый остаток среднего масла).

Максимальное содержание *n*-алканов экстрактах изменяется от 3,8 до 9 %; в жидких продуктах – от 5 до 12,5 %.

Кроме того, в экстрактах и жидких продуктах терморастворения Забитуйского угля методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) обнаружено присутствие ароматических конденсированных углеводородов с числом колец от 2 и более, что свидетельствует о большей степени ароматичности ОМУ этого угля.

Заключение

Проведено термическое растворение Хандинского и Забитуйского углей различной степени метаморфизма с содержанием различных форм серы. Установлено,

что степень конверсии Забитуйского угля выше Хандинского.

Химический анализ жидких продуктов терморастворения показал, что основными группами соединений являются фенолы, асфальтены и нейтральные масла.

По данным ЯМР 1H в составе продуктов терморастворения имеются ароматические полиалкилзамещенные фрагменты, длинные алифатические цепочки, фенольные гидроксилы. Состав жидких продуктов и экстрактов различен по содержанию структурно-групповых фрагментов.

В составе *n*-алканов продуктов терморастворения по данным ГЖХ установлено присутствие соединений с числом углеродных атомов от C_{10} до C_{28} – в Хандинском угле, от C_{13} до C_{23} – в Забитуйском угле. В составе фенолов преобладают одноатомные.

Процесс терморастворения Забитуйского и Хандинского углей протекает эффективно и может быть использован для применения в промышленных масштабах.

Литература

1. Баранский А. Д., Родионова Л. Е. и др. Об органической сере каменных углей // Химия твердого топлива. 1973. № 1. С. 50-56.

2. Дьякова М. К., Давтян И. А. Термическое растворение твердого топлива как метод производства искусственного жидкого горючего. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 142 с.

3. Камнева А. И., Платонов В. В. Теоретические основы химической технологии горючих ископаемых. М.: Химия, 1990. 288 с.

4. Калабин Г. А., Каницкая Л. В., Кушнарев Д. Ф. Количественная спектроскопия ЯМР природного органического сырья и продуктов его переработки. М.: Химия, 2000. 408 с.

5. Кричко А. А. Гидрогенизация углей в СССР: (обзор). М.: ЦНИЭИ-уголь, 1984. С. 13-18.

6. Крюкова В. Н., Комарова Т. Н., Латышев В. П., Попова Н. А. Угли Иркутского бассейна: состав и свойства. Иркутск, 1988. 234 с.

7. Крым Э. С., Бескина Г. И. Особенности термохимических превращений отдельных видов серы при коксовании углей // Труды Восточного научно-исследовательского углехимического института. 1951. Т. 25. Вып. 3. С. 182-202.

8. Кузнецов П. Н., Обухова А. В., Кузнецова Л. И., Бурюкин Ф. А., Павленко Н. И., Колесни-

кова С. М., Каменский Е. С., Перминов Н. В. Термическое растворение угля ГЖ в среде различных пастообразователей // Химия твердого топлива. 2018. № 5. С. 20-26.

9. Кузнецов П. Н., Перминов Н. В., Кузнецова Л. И., Бурюкин Ф. А., Колесникова С. М., Каменский Е. С., Павленко Н. И. Терморастворение углей ряда метаморфизма в среде тетралина и антраценовой фракции смолы коксования // Химия твердого топлива. 2020. № 2. С. 3-11.

10. Маракушина Е. Н., Кузнецов П. Н., Бурюкин Ф. А., Косицына С. С. Получение альтернативного связующего пека методом термохимической переработки углей // Фундаментальные исследования. 2015. № 12-3. С. 474-479.

11. Родионова Л. Е. Изучение возможности применения химических методов к характеристике органической серы углей Иркутского бассейна: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Иркутск, 1971. 32 с.

12. Тегай Ф., Амулин В. В., Плопский Е. Л., Кирилец В. М. Термическое растворение бурых углей в низких алифатических спиртах // Химия твердого топлива. 1983. № 6. С. 102-107.

References

1. Baranskiy A. D., Rodionova L. E. et al. On the organic sulfur of hard coals. *Khimiya tverdogo topliva* [Chemistry of Solid Fuels]. 1973. No. 1. Pp. 50-56. (In Russian)

2. D'yakova M. K., Davtyan I. A. *Termicheskoe rastvorenie tverdogo topliva kak metod proizvod-*

stva iskusstvennogo zhidkogo goryuchego [Thermal Dissolution of Solid Fuel as a Method for the Production of Artificial Liquid Fuel]. Moscow, the USSR Academy of Sciences, 1951. 142 p. (In Russian)

3. Kamneva A. I., Platonov V. V. *Teoreticheskie osnovy khimicheskoy tekhnologii goryuchikh iskopaemykh* [Theoretical Foundations of Fossil Fuels Chemical Technology]. Moscow, Khimiya Publ., 1990. 288 p. (In Russian)

4. Kalabin G. A., Kanitskaya L. V., Kushnarev D. F. *Kolichestvennaya spektroskopiya YaMR prirodnogo organicheskogo syr'ya i produktov ego pererabotki* [Quantitative NMR Spectroscopy of Natural Organic Raw Materials and Products of its Processing]. Moscow, Khimiya Publ., 2000. 408 p. (In Russian)

5. Krichko A. A. *Gidrogenizatsiya ugley v SSSR: (obzor)* [Hydrogenation of Coals in the USSR: (review)]. Moscow, TsNIEI-ugol Publ., 1984. Pp. 13-18. (In Russian)

6. Kryukova V. N., Komarova T. N., Latyshev V. P., Popova N. A. *Ugli Irkutskogo basseyna: sostav i svoystva* [Coals of Irkutsk Basin: Composition and Properties]. Irkutsk, 1988. 234 p. (In Russian)

7. Krym E. S., Beskina G. I. Features of thermochemical transformations of certain sulfur types during coal coking *Trudy Vostochnogo nauchno-issledovatel'skogo uglekhimicheskogo institute* [Proceedings of Eastern Research Coal Chemical Institute]. 1951. Vol. 25. Iss. 3. Pp. 182-202. (In Russian)

8. Kuznetsov P. N., Obukhova A. V., Kuznetsova L. I., Buryukin F. A., Pavlenko N. I., Kolesnikova S. M., Kamenskiy E. S., Perminov N. V.

Thermal dissolution of GZH coal in the environment of various paste-forming agents. *Khimiya tverdogo topliva* [Chemistry of Solid Fuels]. 2018. No. 5. Pp. 20-26. (In Russian)

9. Kuznetsov P. N., Perminov N. V., Kuznetsova L. I., Buryukin F. A., Kolesnikova S. M., Kamenskiy E. S., Pavlenko N. I. Thermal dissolution of metamorphic coals in a tetralin medium and anthracene fraction of coking tar. *Khimiya tverdogo topliva* [Chemistry of Solid Fuels]. 2020. No. 2. Pp. 3-11. (In Russian)

10. Marakushina E. N., Kuznetsov P. N., Buryukin F. A., Kositsyna S. S. Obtaining an alternative binder pitch by the method of thermochemical coals processing. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic Research]. 2015. No. 12-3. Pp. 474-479. (In Russian)

11. Rodionova L. E. *Izuchenie vozmozhnosti primeneniya khimicheskikh metodov k kharakteristike organicheskoy sery ugley Irkutskogo basseyna: avtoref. dis. ... kand. khim. nauk* [Studying the Possibility of Applying Chemical Methods to the Characterization of Organic Sulfur in Coals of Irkutsk Basin: Author's abstract of Ph.D. (Chemistry)]. Irkutsk, 1971. 32 p. (In Russian)

12. Tegay F., Amulin V. V., Plopskiy E. L., Kirilovs V. M. Thermal dissolution of brown coals in low aliphatic alcohols. *Khimiya tverdogo topliva* [Chemistry of Solid Fuels]. 1983. № 6. С. 102-107. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Рохина Елена Филипповна, кандидат химических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов, химический факультет, Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия; e-mail: lady.rokhina2017@yandex.ru

Шевченко Галина Георгиевна, кандидат химических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов, химический факультет, Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия; e-mail: carbon@chem.isu.ru

Рохин Александр Валерьевич, доктор химических наук, профессор, и. о. заведующего кафедрой прикладной информатики, факультет бизнес-коммуникаций и информатики, Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия; e-mail: irkrav66@gmail.com

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Elena F. Rokhina, Ph.D. (Chemistry), Associate Professor, Department of Theoretical and Applied Organic Chemistry and Polymerization Processes, Faculty of Chemistry, Irkutsk State University, Irkutsk, Russia; e-mail: lady.rokhina2017@yandex.ru

Galina G. Shevchenko, Ph.D. (Chemistry), Associate Professor, Department of Theoretical and Applied Organic Chemistry and Polymerization Processes, Faculty of Chemistry, Irkutsk State University, Irkutsk, Russia; e-mail: carbon@chem.isu.ru

Alexander V. Rokhin, Doctor of Science (Chemistry), Professor, Acting Head of the Department of Applied Informatics, Faculty of Business Communications and Informatics, Irkutsk State University, Irkutsk, Russia; e-mail: irkrav66@gmail.com

Принята в печать 02.09.2022 г.

Received 02.09.2022 г.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Биологические науки / Biological Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 582.35/.99
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-27-31. EDN: CVWLEK

Таксономический обзор скально-осыпной растительности Акушинского района Дагестана

© 2022 Гамидова Н. Х., Магомедова М. А.,
Тажудинова З. Ш., Магомедов У. М., Кайчакаева Л. Б.
Дагестанский государственный педагогический университет
Махачкала, Россия; e-mail: ya-gamidova2012@yandex.ru; manadi.60@mail.ru;
zagra-zagra18@mail.ru; umalat-77@mail.ru; fbgh_dgpu@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Целью исследования является изучение видового разнообразия скально-осыпных растений, произрастающих на территории Акушинского района. **Методы.** Основным методом исследований – маршрутно-экспедиционный со сбором полевого материала. Материал выявлен на территории Акушинского района в окрестностях сёл Гапшима, Шухты, Улучара, Танты и проанализирован в Дагестанском государственном педагогическом университете на кафедре биологии, экологии и методики преподавания. **Результаты.** В исследуемом районе выявлено 154 вида сосудистых растений, которые принадлежат к 36 семействам и 98 родам. Среди скально-осыпных видов преобладают покрытосеменные растения, составляющие большую часть всех видов (92,9 %). **Выводы.** Проведённое исследование позволило выявить разнообразие видового состава скально-осыпной растительности Акушинского района.

Ключевые слова: Дагестан, Акушинский район, скально-осыпная растительность, видовой состав, эндемичные виды, семейство, род, вид.

Формат цитирования: Гамидова Н. Х., Магомедова М. А., Тажудинова З. Ш., Магомедов У. М., Кайчакаева Л. Б. Таксономический обзор скально-осыпной растительности Акушинского района Дагестана // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 27-31. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-27-31. EDN: CVWLEK

Taxonomic Review of Rock-Scree Vegetation in the Akushinsky District of Dagestan

© 2022 Naida Kh. Gamidova, Manadi A. Magomedova,
Zagra Sh. Tazhudinova, Umalat M. Magomedov, Lyalya B. Kaychakaeva
Dagestan State Pedagogical University
Makhachkala, Russia; e-mail: ya-gamidova2012@yandex.ru; manadi.60@mail.ru;
zagra-zagra18@mail.ru; umalat-77@mail.ru; fbgh_dgpu@mail.ru

ABSTRACT. The aim of the paper is to study the species diversity of rock-scree plants growing in the Akushinsky District. **Methods.** The main method of research is route-expedition with the collection of field material. The material was identified on the territory of the Akushinsky District in the vicinity of Gapshima, Shukhty, Ulluchara, Tanty villages and analyzed at the Department of Biology, Ecology and Teaching Methods of Dagestan State Pedagogical University. **Results.** 154 species of vascular plants belonging to 36 fami-

lies and 98 genera were identified in the study area. Angiosperms predominate among rock-scrub species, making up the majority of all species (92.9 %). **Conclusions.** The conducted studies revealed the diversity of the species composition of the rock-scrub vegetation in the Akushinsky District.

Keywords: Dagestan, Akushinsky District, Rock-Scrub Vegetation, Species Composition, Endemic Species, Family, Genus, Species.

For citation: Gamidova N. Kh., Magomedova M. A., Tazhudinova Z. Sh., Magomedov U. M., Kaychakaeva L. B. Taxonomic Review of Rock-Scrub Vegetation in the Akushinsky District of Dagestan. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 3. Pp. 27-31. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-27-31. EDN: CVWLEK (In Russian)

Введение

В составе Дагестана Акушинский район расположен почти в самом центре и имеет форму клина с расширением к северу [1]. Относительно небольшая, но чрезвычайно сложная по своему строению территория района характеризуется в основном теми же чертами геологического, геоморфологического строения и, отчасти, ландшафтными, которые выработались в процессе длительной и сложной истории развития, присущей всему Дагестану. Но в то же время, положение Акушинского района на северном склоне Большого Кавказа, под защитой Андийского, Богосского и других северных и восточных отрогов главного хребта, обуславливает изолированность района от влияния западных влажных атмосферных масс. Указанная изолированность усиливается еще тем, что в пределах самого района хребты окаймляют его внутреннюю часть. Это обстоятельство, а также влияние континентальных пустынных областей Средней Азии, приводят к снижению увлажнения и формированию специфического почвенно-растительного покрова. В таких природно-климатических условиях большой интерес представляют

скально-осыпные фитоценозы. Встречаются они по всему району, по крутым склонам и склонам отрогов хребтов южных и северных направлений и на различных высотах [1].

Материалы и методы исследования

Изучение скально-осыпной растительности проведено маршрутно-экспедиционным методом со сбором полевого материала [3]. Материал выявлен, собран и определен на территории Акушинского района в окрестностях сёл Гапшима, Шухты, Уллучара, Танты и далее проанализирован на кафедре биологии, экологии и методики преподавания Дагестанского государственного педагогического университета с использованием соответствующей литературы [2; 4-13].

Целью исследований является изучение видового разнообразия скально-осыпных растений, произрастающих на территории Акушинского района.

Результаты и их обсуждение

Общее количество собранных и изученных нами растений скально-осыпных фитоценозов составляет 154 вида, относящихся к 36 семействам и 98 родам (табл. 1).

Таблица 1. Количественное соотношение растительности скал и осыпей Акушинского района

Table 1. Quantitative ratio of rock and scree vegetation in the Akushinsky Region

№	Отделы	Количество					
		семейств		родов		видов	
		в абс. числах	%	в абс. числах	%	в абс. числах	%
1.	Папоротникообразные (<i>Pteridophyta</i> , или <i>Polypodiophyta</i>)	2	5,5	6	6,1	8	5,2
2.	Голосеменные (<i>Pinophyta</i>)	3	8,3	3	3,06	3	1,9
3.	Покрытосеменные (<i>Magnoliophyta</i>)	31	86,1	89	90,8	143	92,9
	Итого	36	100	98	100	154	100

Как видно из таблицы 1, скально-осыпные растения района исследования представлены отделом *Magnoliophyta*: 86,1 % от общего количества семейств, 90,8 % – родов и 92,9 % – видов, из которых преобладают представители семейств

Asteraceae (12,2%), затем *Poaceae* (8,1 %), далее *Rosaceae* (7,1 %), *Lamiaceae* (7,1 %) (табл. 2). Меньше всего видов папоротникообразных (8 видов, или 5,2 %) и голосеменных (3 вида, или 1,9 %).

Таблица 2. Количественная представленность семейств видами и родами
 Table 2. Quantitative representation of families by species and genera

№	Семейства	Количество			
		родов		видов	
		в абс. числах	%	в абс. числах	%
1	<i>Asteraceae</i> – Сложноцветные	12	12,2	13	8,4
2	<i>Poaceae</i> – Злаковые	8	8,1	12	7,8
3	<i>Rosaceae</i> – Розоцветные	7	7,1	11	7,1
3	<i>Lamiaceae</i> – Губоцветные	7	7,1	11	7,1
4	<i>Liliaceae</i> – Лилейные	4	4,08	11	7,1
5	<i>Caryophyllaceae</i> – Гвоздичные	4	4,08	9	5,8
6	<i>Scrophulariaceae</i> – Норичниковые	4	4,08	9	5,8
7	<i>Apiaceae</i> – Зонтичные	6	6,12	7	4,5
8	<i>Polypodiaceae</i> – Многоножковые	6	6,12	7	4,5
9	<i>Betulaceae</i> – Березовые	1	1,02	6	3,9
10	<i>Campanulaceae</i> – Колокольчиковые	1	1,02	6	3,9
11	<i>Fabaceae</i> – Бобовые	5	5,1	5	3,2
12	<i>Brassicaceae</i> – Крестоцветные	5	5,1	5	3,2
13	<i>Crassulaceae</i> – Толстянковые	2	2,04	5	3,2
14	<i>Chenopodiaceae</i> – Маревые	2	2,04	5	3,2
15	<i>Ranunculaceae</i> – Лютиковые	3	3,6	4	2,6
16	<i>Plantaginaceae</i> – Подорожниковые	1	1,02	4	2,6
17	<i>Gentianaceae</i> – Горечавковые	1	1,02	3	1,9
18	<i>Geraniaceae</i> – Гераневые	2	2,04	2	1,3
19	<i>Boraginaceae</i> – Бурачниковые	2	2,04	2	1,3
20	<i>Dipsacaceae</i> – Ворсянковые	1	1,02	2	1,3
21	<i>Cupressaceae</i> – Кипарисовые	1	1,02	1	0,65
22	<i>Pinaceae</i> – Сосновые	1	1,02	1	0,65
23	<i>Ephedraceae</i> – Эфедровые	1	1,02	1	0,65
24	<i>Berberidaceae</i> – Барбарисовые	1	1,02	1	0,65
25	<i>Celastraceae</i> – Бересклетовые	1	1,02	1	0,65
26	<i>Valerianaceae</i> – Валериановые	1	1,02	1	0,65
27	<i>Caprifoliaceae</i> – Жимолостные	1	1,02	1	0,65
28	<i>Guttiferaceae</i> – Зверобойные	1	1,02	1	0,65
29	<i>Saxifragaceae</i> – Камнеломковые	1	1,02	1	0,65
30	<i>Polygalaceae</i> – Истодовые	1	1,02	1	0,65
31	<i>Onagraceae</i> – Кипрейные	1	1,02	1	0,65
32	<i>Custaceae</i> – Ладанниковые	1	1,02	1	0,65
33	<i>Euphorbiaceae</i> – Молочайные	1	1,02	1	0,65
34	<i>Violaceae</i> – Фиалковые	1	1,02	1	0,65
35	<i>Ophioglossaceae</i> – Ужовниковые	1	1,02	1	0,65
	Итого	98	100	154	100

Растительность скал и осыпей Акушинского района своим внешним обликом и своеобразием флористического состава до некоторой степени напоминает нагорно-ксерофитную растительность, имея немало общих с ней или близких видов и форм растений. В то же время, в связи с особенностями условий данных местообитаний, она характеризуется и целым рядом отличий.

Видовой состав скально-осыпной растительности района исследования представлен отдельными, растущими разбросанно

дерновинами, растениями-подушками, кустарниками и т. д. (табл. 2). Широкое распространение получили камнеломка кимвальская (*Saxifraga cymbalaria* L.), крупка стручковая (*Draba siliquosa* Bieb.), многочисленные виды колокольчика (*Campanula andina* Rupr., *C. daghestanica* Fom., *C. sarmatica* Ker., *C. Ranunculoides* L., *C. biebersteiniana* и др.), качим узколистый (*Gypsophila tenuifolia* Bieb.), качим изящный (*G. elegans* Bieb.), образующие на скалах и камнях мощную подушкообразную дер-

нину; валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* Boiss.), виды норичника (*Scrophularia variegata* Bieb., *S. ruprechtii*), молодило (*Sempervivum caucasicum* Rupr.), виды очитка (*Sedum sp.div.*), нередко обильно развивающиеся.

На влажных скалах часто встречаются типичные мезофиты и даже гигрофиты, среди которых массово встречаются различные виды папоротников, как например, папоротник мужской (*Dryopteris filix mas* (L.) Schot.), костенец волосовидный (*Asplenium trichomanes* L.), костенец зеленый (*A. viride* Huds.) и другие.

Из скально-осыпных растений эндемичными являются: колокольчик дагестанский (*Campanula daghestanica* Fom.), колокольчик андийский (*C. andina* Rupr.), колокольчик сарматский (*C. sarmatica* Ker.), скабиоза гумбетская (*Scabiosa gumbetica* Boiss.), чабрец Дазитова (*Thymus desiatovi* Ronn.), чабрец дагестанский (*Th. dagestanicus* Klok et Shast.), чабер мелкозубчатый (*Satureja subdentata* Boiss.) и др.

Из кустарников и кустарничков, развитие которых связано преимущественно со

скалистыми местообитаниями, можно отметить эфедру двухколосковую (*Ephedra distachya* L.), жимолость кавказскую (*Lonicera caucasica* Pall.), можжевельник продолговатый (*Juniperus oblonga* Bieb.), пиповники и др., а из травянистых – целый ряд представителей злаков (бородач, ковыль, вейник и др.) из ксероморфного разнотравья.

Необходимо также отметить, что некоторая часть оголенных каменистых пространств и осыпей представляют собой вторичные явления, образовавшиеся в результате разрушения растительного и почвенного покровов под воздействием умеренного выпаса.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования в Акушинском районе Дагестана в пределах сел Гапшима, Шухты, Уллучара, Танты позволили выявить большое видовое разнообразие скально-осыпных растений. Всего определено 154 сосудистых растений, среди которых выявлены и эндемичные виды.

Литература

1. Абасов Н. А., Акаев Б. А., Акавова Г. К., Алиев Ш. М., Атаев З. В., Гаджиева З. Х., Зодоров К. Р., Магомедов А. А., Омаров Ш. Х., Пашаев К. И., Сергеева К. П., Сурмачевский В. И., Эльдаров Э. М. География Дагестана. Махачкала: Издательство НИИ педагогики им. А. А. Тахо-Годи; ООО «Издательско-полиграфическое объединение «Юпитер», 2002. 216 с.

2. Алексеев Б. Д. Особенности растительного покрова Дагестана. Махачкала: ДГУ, 1983. 85 с.

3. Благовещенский В. В. Сбор и гербаризация растений. М.: Колос, 1985. 47 с.

4. Галушко А. И. Флора Северного Кавказа: в 3 т. Т. 1. Ростов-на-Дону: РГУ. 1978. 318 с.

5. Галушко А. И. Флора Северного Кавказа: в 3 т. Т. 2. Ростов-на-Дону: РГУ. 1980. 328 с.

6. Галушко А. И. Флора Северного Кавказа: в 3 т. Т. 3. Ростов-на-Дону: РГУ, 1980. 351 с.

7. Лепехина А. А. Флора и растительность Дагестана: ботанические факторы ноосферы. Махачкала, 2002. 350 с.

8. Львов П. Л. Растительный покров Дагестана: учебное пособие. Махачкала, 1978. 53 с.

9. Львов П. Л. Определитель растений Дагестана. Махачкала, 1960. 422 с.

10. Муртазалиев Р. А. Конспект флоры Дагестана: в 4 т. Т. 1. Махачкала: Эпоха, 2009. 319 с.

11. Муртазалиев Р. А. Конспект флоры Дагестана: в 4 т. Т. 2. Махачкала: Эпоха, 2009. 247 с.

12. Муртазалиев Р. А. Конспект флоры Дагестана: в 4 т. Т. 3. Махачкала: Эпоха, 2009. 303 с.

13. Муртазалиев Р. А. Конспект флоры Дагестана: в 4 т. Т. 4. Махачкала: Эпоха, 2009. 231 с.

References

1. Abasov N. A., Akaev B. A., Akavova G. K., Aliiev Sh. M., Ataev Z. V., Gadzhieva Z. Kh., Zodorov K. R., Magomedov A. A., Omarov Sh. Kh., Pashaev K. I., Sergeeva K. P., Surmachevskiy V. I., El'darov E. M. *Geografiya Dagestana* [Geography of Dagestan]. Makhachkala, A. A. Takho-Godi Research Institute of Pedagogy Publ., Jupiter Publ., 2002. 216 p. (In Russian)

2. Alekseev B. D. *Osobennosti rastitel'nogo pokrova Dagestana* [Features of Dagestan Vegetation Cover]. Makhachkala, DSU Publ., 1983. 85 p. (In Russian)

3. Blagoveshchenskiy V. V. *Sbor i gerbarizatsiya rasteniy* [Plants Collection and Herbarization]. Moscow, Kolos Publ., 1985. 47 p. (In Russian)

4. Galushko A. I. *Flora Severnogo Kavkaza: v 3 t. T. 1.* [Flora of the North Caucasus: in 3 vols.

Vol. 1]. Rostov-on-Don, RSU Publ., 1978. 318 p. (In Russian)

5. Galushko A. I. *Flora Severnogo Kavkaza: v 3 t. T. 2.* [Flora of the North Caucasus: in 3 vols. Vol. 2]. Rostov-on-Don, RSU Publ., 1980. 328 p. (In Russian)

6. Galushko A. I. *Flora Severnogo Kavkaza: v 3 t. T. 3.* [Flora of the North Caucasus: in 3 vols. Vol. 3]. Rostov-on-Don, RSU Publ., 1980. 351 p. (In Russian)

7. Lepekhina A. A. *Flora i rastitel'nost' Dagestana: botanicheskie faktory noosfery* [Flora and Vegetation of Dagestan: Botanical Factors of the Noosphere]. Makhachkala, 2002. 350 p. (In Russian)

8. L'vov P. L. *Rastitel'nyy pokrov Dagestana: uchebnoe posobie* [Dagestan Vegetation Cover]. Makhachkala, 1978. 53 p. (In Russian)

9. L'vov P. L. *Opredelitel' rasteniy Dagestana* [Key to Dagestan Plants]. Makhachkala, 1960. 422 p. (In Russian)

10. Murtazaliev R. A. *Konspekt flory Dagestana: v 4 t. T. 1.* [Abstract of Dagestan Flora of: in 4 vols. Vol. 1]. Makhachkala, Epokha Publ., 2009. 319 p. (In Russian)

11. Murtazaliev R. A. *Konspekt flory Dagestana: v 4 t. T. 2.* [Abstract of Dagestan Flora of: in 4 vols. Vol. 2]. Makhachkala, Epokha Publ., 2009. 247 p. (In Russian)

12. Murtazaliev R. A. *Konspekt flory Dagestana: v 4 t. T. 3.* [Abstract of Dagestan Flora of: in 4 vols. Vol. 3]. Makhachkala, Epokha Publ., 2009. 303 p. (In Russian)

13. Murtazaliev R. A. *Konspekt flory Dagestana: v 4 t. T. 4.* [Abstract of Dagestan Flora of: in 4 vols. Vol. 4]. Makhachkala, Epokha Publ., 2009. 231 p. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Гамидова Наида Хизриевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, экологии и методики преподавания, факультет биологии, географии и химии, Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия; e-mail: ya-gamidova2012@yandex.ru

Магомедова Манади Ахмеднабиевна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биологии, экологии и методики преподавания, факультет биологии, географии и химии, Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия; e-mail: manadi.60@mail.ru

Тажудинова Загра Шайхолисламовна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биологии, экологии и методики преподавания, факультет биологии, географии и химии, Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия; e-mail: zagra-zagra18@mail.ru

Магомедов Умалат Магомедович, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, экологии и методики преподавания, факультет биологии, географии и химии, Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия; e-mail: umalat-77@mail.ru

Кайчакаева Лаяля Беймуратовна, магистрант кафедры биологии, экологии и методики преподавания, факультет биологии, географии и химии, Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия; e-mail: fbgh_dgpu@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Naida Kh. Gamidova, Ph.D. (Biology), Associate Professor, Department of Biology, Ecology and Teaching Methods, Faculty of Biology, Geography and Chemistry, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; e-mail: ya-gamidova2012@yandex.ru

Manadi A. Magomedova, Ph.D. (Biology), Associate Professor, Head of the Department of Biology, Ecology and Teaching Methods, Faculty of Biology, Geography and Chemistry, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; e-mail: manadi.60@mail.ru

Zagra Sh. Tazhudinova, Ph.D. (Biology), Senior Lecturer, Department of Biology, Ecology and Teaching Methods, Faculty of Biology, Geography and Chemistry, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; e-mail: zagra-zagra18@mail.ru

Umalat M. Magomedov, Ph.D. (Biology), Associate Professor, Department of Biology, Ecology and Teaching Methods, Faculty of Biology, Geography and Chemistry, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; e-mail: umalat-77@mail.ru

Lyalya B. Kaychakaeva, master student, Department of Biology, Ecology and Teaching Methods, Faculty of Biology, Geography and Chemistry, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; e-mail: fbgh_dgpu@mail.ru

Биологические науки / Biological Science

Оригинальная статья / Original Article

УДК 595.76

DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-32-36. EDN: DLWKKR

Видовой состав и половое соотношение жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) Агульского района Дагестана

© 2022 Магомедова М. А., Джамалутдинова Т. М., Джахбарова З. М.

Дагестанский государственный педагогический университет

Махачкала, Россия; e-mail: super.taiba@yandex.ru;

manadi.60@mail.ru; zagrat.dzhahbarova@mail.ru

РЕЗЮМЕ. В основу настоящей статьи положены материалы по семейству жужелиц, полученные авторами в ходе исследований жесткокрылых в Агульском районе. В статье приводится аннотированный список жужелиц (*Carabidae*) исследуемого района. **Цель.** Проанализировать видовой состав и половое соотношение жужелиц (*Carabidae*) Агульского района. **Методы.** Сбор личинок, куколок и имаго осуществлялся: отряхиванием, кошением энтомологическим сачком, раскопкой почвы, а также с помощью световых ловушек. Пол определялся по морфологическим признакам. **Результаты.** В результате проведенных исследований было выявлено 78 видов жужелиц (*Carabidae*), относящихся к 29 родам. Установлено половое соотношение жужелиц района исследования. **Выводы.** В Агульском районе достаточно хорошо представлено видовое разнообразие жужелиц (*Carabidae*).

Ключевые слова: жужелицы, фауна, видовой состав, половое соотношение.

Формат цитирования: Магомедова М. А., Джамалутдинова Т. М., Джахбарова З. М. Видовой состав и половое соотношение жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) Агульского района Дагестана // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 32-36. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-32-36. EDN: DLWKKR

Species Composition and Sex Ratio of Ground Beetles (*Coleoptera, Carabidae*) in the Agulsky District of Dagestan

© 2022 Manadi A. Magomedova,

Taybat M. Dzhamalutdinova, Zagrat M. Dzhakhbarova

Dagestan State Pedagogical University

Makhachkala, Russia; e-mail: super.taiba@yandex.ru; manadi.60@mail.ru;

zagrat.dzhahbarova@mail.ru

ABSTRACT. This article is based on materials on the ground beetle family obtained by the authors in the course of research on beetles in the Agulsky District. The article provides an annotated list of ground beetles (*Carabidae*) of the studied area. The **aim** is to analyze the species composition and sex ratio of ground beetles (*Carabidae*) in the Agulsky District. **Methods.** Collection of larvae, pupae and imago was carried out by shaking, mowing with an entomological net, excavation of soil, and using light traps. Gender was determined by morphological characteristics. **Results.** As a result of the research, 78 species of ground beetles (*Carabidae*) belonging to 29 genera were identified. It was established the sex ratio of ground beetles in the study area. **Conclusions.** The species diversity of ground beetles (*Carabidae*) is quite well represented in the Agulsky District.

Keywords: ground beetles, fauna, species composition, sex ratio.

For citation: Magomedova M. A., Dzhamalutdinova T. M., Dzhakhbarova Z. M. Species Composition and Sex Ratio of Ground Beetles (*Coleoptera, Carabidae*) in the Agulsky District of Dagestan. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 3. Pp. 32-36. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-32-36. EDN: DLWKKR (In Russian)

Введение

Агульский район расположен в южной части Дагестана и её территория относится к горной зоне, по высоте, превышающей 1200 м [1; 6]. Район граничит с шестью районами: на востоке с Хивским районом, на юге с Курахским районом, на юго-западе с Рутульским районом, на западе с Кулинским районом, на севере с Кайтагским и Дахадаевским, северо-востоке с Табасаранским районами. Климат в районе умеренный континентальный, но чуть более суровый в сравнении с другими районами Южного Дагестана. Территория района слаболесистая и имеется множество небольших участков с кустарниковой растительностью. Имеющиеся леса расположены на севере, на юго-западе и в самой низменной части района – на юго-востоке. За счёт притоков реки Чирагчай территория разделена на несколько ущелий.

Цель данной статьи – проанализировать видовой состав и половое соотношение жужелиц (*Carabidae*) Агульского района. Исследования проведены в селах и окрест-

ностях сёл Агульского района: Буркихан, Тшиг, Хутхул, Дулдуг и Гоа.

Материал и метод исследования

Сбор личинок, куколок и имаго проведён используя методы: отряхивания, кошения энтомологическим сачком, раскопок почвы, а также с помощью световых ловушек. Пол определялся по морфологическим признакам.

Результаты и их обсуждение

В основу настоящей статьи положены материалы по семейству жужелиц, полученные в ходе исследований жесткокрылых в полевые сезоны 2018-2021 гг. Систематизация собранного материала была проведена с использованием соответствующих определителей и трудов учёных, занимавшихся и занимающихся изучением жужелиц [2-5].

В результате исследований, проведенных в Агульском районе (2018-2021 гг.), зарегистрировано 78 видов, относящихся к 29 родам (табл.).

Таблица. Видовой состав жужелиц Агульского района
 Table. Species composition of ground beetles in the Agulsky District

№	Виды	mal	femal	экз. с неопр. полом	Σ общее число экз.
1	<i>Agonum sexpunctatum</i>	5	3	0	8
2	<i>Cicindela germanica</i> L.1758	1	1	0	2
3	<i>Omophron limbatus</i> F.1777	3	1	0	4
4	<i>Leistus ferrugineus</i> L.1758	1	0	0	1
5	<i>Leistus fulvus</i> Chaud.. 1846	1	1	0	2
6	<i>Leistus lenkoranus</i> Rtt. 1885	0	1	0	1
7	<i>Nebria nigerrima</i> Chaud..1846	3	3	0	6
8	<i>Nebria luteipes</i> Chaud..1850	1	0	0	1
9	<i>Notiophilus palustris</i> Duft. 1812	1	1	0	2
10	<i>Carabus adamsi</i> Ad. 1817	3	4	0	7
11	<i>Carabus bessarabicus</i> Fisch. 1823	0	2	0	2
12	<i>Carabus mingens</i> Oens. 1806	5	5	0	10
13	<i>Carabus exaratus</i> Quens. 1806	20	19	0	39
14	<i>Carabus hollbergi</i> Mnnh. 1827	6	4	0	10
15	<i>Clivina fossor</i> L. 1758	0	0	3	3
16	<i>Bembidion foraminosum</i>	3	1	0	4
17	<i>Bembidion nigricorne</i>	6	0	0	6
18	<i>Poecilus cupreus</i> L. 1758	6	9	0	15
19	<i>Poecilus versicolor</i> Sturm. 1854	0	1	0	1
20	<i>Poecilus stenoderus</i> Chaud.1846	20	12	0	32
21	<i>Pterostichus niger</i> Schall.1783	18	10	0	28
22	<i>Pterostichus leonisi</i> Apf. 1904	1	0	0	1
23	<i>Pterostichus vernalis</i> Panz. 1796	2	0	0	2
24	<i>Pterostichus nigrita</i> Payk. 1790	38	42	0	80
25	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> F. 1787	0	1	0	1

26	<i>Pterostichus</i>	<i>melanarius</i>	0	1	0	1
27	<i>Pterostichus</i>	<i>fornicatus</i> Kol.1845	698	452	0	1150
28	<i>Calathus</i>	<i>longicollis</i> Motsch. 1865	1465	1686	1	3152
29	<i>Calathus</i>	<i>ambiguus</i> Pajk. 1790	167	203	0	370
30	<i>Calathus</i>	<i>melanocephalus</i> Linn. 1758	324	384	0	708
31	<i>Laemostenus</i>	<i>sericeus</i> Fisch. 1824	7	3	1	11
32	<i>Agonum</i>	<i>viridicupreum</i> Gz.1777	1	0	0	1
33	<i>Platynus</i>	<i>assimile</i> Pajk.1790	6	5	0	11
34	<i>Anchomenus</i>	<i>dorsalis</i> Pontop. 1763	32	18	0	50
35	<i>Synuchus</i>	<i>vivalis</i> Ill. 1798	2	0	0	2
36	<i>Amara</i>	<i>aenea</i> Dej. 1774	11	19	0	30
37	<i>Amara</i>	<i>communis</i> Panz., 1797	1	1	0	2
38	<i>Amara</i>	<i>eurynota</i> Panz. 1796	2	1	0	3
39	<i>Amara</i>	<i>convexior</i> Steph. 1828	3	1	0	4
40	<i>Amara</i>	<i>familiaris</i> Duft. 1812	3	5	0	8
41	<i>Amara</i>	<i>proxima</i> Putz. 1866	0	3	0	3
42	<i>Amara</i>	<i>similata</i> Gyll. 1810	1	0	0	1
43	<i>Amara</i>	<i>fulva</i> Mull. 1776	1	0	0	1
44	<i>Amara</i>	<i>equestris</i> Duft., 1812	0	1	0	1
45	<i>Amara</i>	<i>apricaria</i> Payk. 1790	0	0	1	1
46	<i>Amara</i>	<i>consularis</i> Duft. 1812	1	0	0	1
47	<i>Curtonotus</i>	<i>aulicus</i> Panz. 1797	5	7	0	12
48	<i>Anisodactylus</i>	<i>binotatus</i> F. 1787	15	5	0	20
49	<i>Harpalus</i>	<i>griseus</i> Panz.1796	6	2	0	8
50	<i>Harpalus</i>	<i>rufipes</i> Dej. 1774	225	162	0	387
51	<i>Harpalus</i>	<i>tenebrosus</i> Dej.1829	1	1	0	2
52	<i>Harpalus</i>	<i>rufipalpis</i> Sturm. 1818	0	1	0	1
53	<i>Harpalus</i>	<i>honestus</i> Duft. 1812	1	0	0	1
54	<i>Harpalus</i>	<i>rubripes</i> Duft. 1812	63	29	0	92
55	<i>Harpalus</i>	<i>picipennis</i> Duft. 1812	1	0	0	1
56	<i>Harpalus</i>	<i>latus</i> L. 1758	0	1	0	1
57	<i>Harpalus</i>	<i>smaragdinus</i> Duft. 1812	0	1	0	1
58	<i>Harpalus</i>	<i>caspicus</i> Stev. 1806	18	19	0	37
59	<i>Harpalus</i>	<i>affinis</i> Schrank. 1781	188	73	0	261
60	<i>Harpalus</i>	<i>distinguendus</i> Duft. 1812	1	0	0	1
61	<i>Ophonus</i>	<i>puncticollis</i> Payk. 1798	4	0	0	4
62	<i>Ophonus</i>	<i>puncticeps</i> Steph. 1828	1	1	0	2
63	<i>Ophonus</i>	<i>rufibarbis</i> F.1792	0	2	0	2
64	<i>Ophonus</i>	<i>stictus</i> Steph. 1828	1	0	0	1
65	<i>Ophonus</i>	<i>nitidulus</i> Steph. 1828	3	2	0	5
66	<i>Panagaeus</i>	<i>bipustulatus</i> F.1775	1	1	0	2
67	<i>Callistus</i>	<i>lunatus</i> F. 1775	1	0	0	1
68	<i>Dinodes</i>	<i>cruralis</i> Fisch. 1892	3	6	0	9
69	<i>Dinodes</i>	<i>decepiens</i> Duf. 1820	4	0	0	4
70	<i>Licinus</i>	<i>cassideus</i> F. 1792	13	16	0	29
71	<i>Chlaenius</i>	<i>coeruleus</i> Stev. 1809	49	58	0	107
72	<i>Chlaenius</i>	<i>chrysothorax</i> Kryn. 1832	12	20	0	32
73	<i>Chlaenius</i>	<i>vestitus</i> Payk. 1790	4	4	0	8
74	<i>Badister</i>	<i>bullatus</i> Schrank. 1798	1	0	0	1
75	<i>Lebia</i>	<i>cycanocephala</i> Hoffm. 1803	3	0	0	3
76	<i>Cymindis</i>	<i>scapularis</i> Schaum. 1857	15	22	0	37
77	<i>Brachinus</i>	<i>crepitans</i> L. 1758	25	25	0	50
78	<i>Brachinus</i>	<i>explodens</i> Duft. 1812	12	7	0	19
Итого:			3545	3369	6	6920

Нами были проведены количественные исследования жуужелиц, позволяющие определить половое соотношение отдельных видов. Соотношение самцов и самок (m:f), или так называемый половой индекс (i), всей популяции по Бремеру, определялся по формуле [5]:

$$i = f / m + f$$

Где: f означает число самок, а m – число самцов (пол лучше и легче всего определять по имагинальной фазе куколок).

Соотношение самок и самцов изменяется в процессе градации. Обычно в начале градации преобладают самки, а в конце самцы. Соотношение самок и самцов иногда выражают также простым делением числа самок на число самцов, найденных на единице площади. На основании данных о количестве генераций, средней плодовитости и половом индексе можно вычислить биотический потенциал (P) по формуле:

$$P = (d^* f / f + m)^g$$

Где: d – средняя плодовитость;

g – количество генераций;

f / f + m – половой индекс.

Если известны плодовитость и половой индекс в отдельных генерациях вредителя, можно высчитать биотический потенциал для каждой генерации. Последний, в свою очередь, позволит решить вопрос прогноза интенсивности размножения в следующей генерации.

Камеральная обработка имаго жуужелиц показала, что соотношение полов составляет: 3545 самцов и 3369 самок.

Исследование структуры доминирования фауны жуужелиц Агульского района показало, что доминантными видами являются: *Calathus longicollis* Motsch. – 3152 экз., *Pterostichus fornicatus* Kol. – 1150 экз., *Calathus melanocephalus* Linn. – 708 экз., *Harpalus rufipes* Dej. – 387 экз. (рис.).

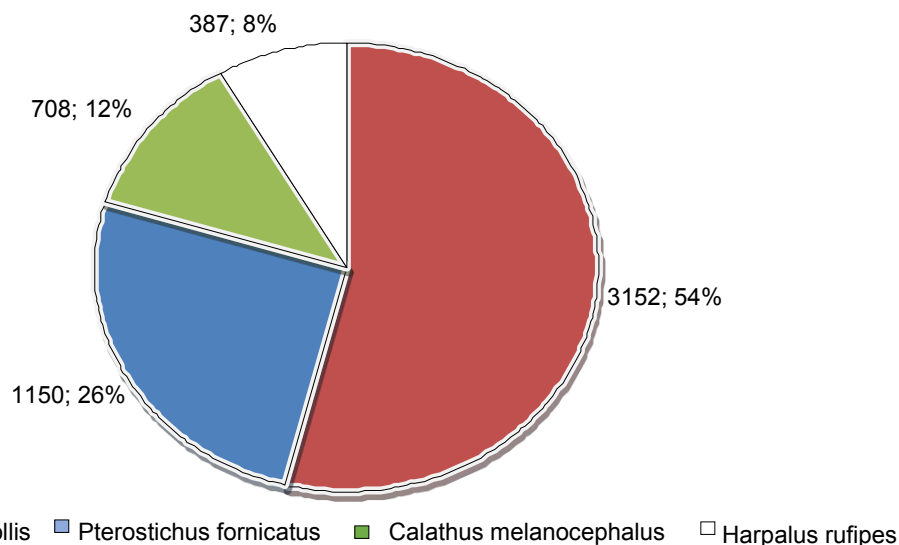


Рис. Структура доминирования жуужелиц Агульского района
Fig. Dominance structure of ground beetles in the Agulsky District

Их доля в числе доминантов составляет: *Calathus longicollis* – 54 %, *Pterostichus fornicatus* – 26 %; *Calathus melanocephalus* – 12 %, *Harpalus rufipes* – 8 % (рис.).

Заклучение

В результате исследований, проведенных в Агульском районе, зарегистрировано

78 видов жуужелиц (*Carabidae*), которые относятся к 29 родам. Также установлено половое соотношение жуужелиц района исследования – незначительное различие в количестве особей женского и мужского пола.

Литература

1. Абасов Н. А., Акаев Б. А., Акавова Г. К., Алиев Ш. М., Атаев З. В., Гаджиева З. Х., Зодоров К. Р., Магомедов А. А., Омаров Ш. Х., Па-

шаев К. И., Сергеева К. П., Сурмачевский В. И., Эльдаров Э. М. География Дагестана. Махачкала: Издательство НИИ педагогики им. А. А. Тахо-

Годи; ООО «Издательско-полиграфическое объединение «Юпитер», 2002. 216 с.

2. Абдурахманов Г. М. Состав и распределение жесткокрылых (*Scaravaeoidae*, *Carabidae*, *Tenebrionidae*, *Elateridae*) Восточной части Большого Кавказа. Махачкала: Дагкнигоиздат, 1981. 234 с.

3. Абдурахманов Г. М., Багирова И. А. Палеогеографическая и экологическая обусловленность причин различий состава горной энтомофауны Большого Кавказа // Проблемы региональной экологии. 2007. № 5. С. 106-109.

4. Крыжановский О. Л. Жуки подотряда *Adephaga*: семейства *Rhysodidae*, *Trachypachidae*, семейство *Carabidae*: вводная часть и обзор фауны СССР. Т. 1, Вып. 2. Л.: Наука, 1983. 343 с.

5. Шарова И. Х. Жизненные формы жужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*). М.: Наука, 1981. 360 с.

6. Вести Агула [Электронный ресурс]. URL: <http://vestiagula.ru/dobro-pozhalovat-v-agulskij-rajon/> (дата обращения: 15.07.2022).

References

1. Abasov N. A., Akaev B. A., Akavova G. K., Aliev Sh. M., Ataev Z. V., Gadzhieva Z. Kh., Zodorov K. R., Magomedov A. A., Omarov Sh. Kh., Pashaev K. I., Sergeeva K. P., Surmachevskiy V. I., El'darov E. M. *Geografiya Dagestana* [Geography of Dagestan]. Makhachkala, A. A. Takho-Godi Research Institute of Pedagogy Publ., Jupiter Publ., 2002. 216 p. (In Russian)

2. Abdurakhmanov G. M. *Sostav i raspredelenie zhestkokrylykh (Ssaravaeoidae, Saravidae, Tenebrionidae, Elateridae) Vostochnoy chasti Bol'shogo Kavkaza* [Composition and Distribution of Beetles (*Scaravaeoidae*, *Caravidae*, *Tenebrionidae*, *Elateridae*) in the Eastern Part of the Greater Caucasus]. Makhachkala, Dagkniгоizdat Publ., 1981. 234 p.

3. Abdurakhmanov G. M., Bagirova I. A. Paleogeographical and ecological conditionality of the causes of differences in the composition of

the mountain entomofauna in the Greater Caucasus. *Problemy regional'noy ekologii* [Issues of Regional Ecology]. 2007. No. 5. Pp. 106-109. (In Russian)

4. Kryzhanovskiy O. L. *Zhuki podotryada Adephaga: semeystva Rhysodidae, Trachypachidae, semeystvo Carabidae: vvodnaya chast' i obzor fauny SSSR. T. 1, Vyp. 2.* [Beetles of Adephaga Suborder: families *Rhysodidae*, *Trachypachidae*, family *Carabidae*: Introduction and Review of the USSR Fauna. Vol. 1. Iss. 2]. Leningrad, Nauka Publ., 1983. 343 p. (In Russian)

5. Sharova I. Kh. *Zhiznennye formy zhuzhelits (Soleoptera, Carabidae)* [Life Forms of Ground Beetles (*Coleoptera*, *Carabidae*)]. Moscow, Nauka Publ., 1981. 360 p. (In Russian)

6. *Vesti Agula* [News of Agul]. Available at: <http://vestiagula.ru/dobro-pozhalovat-v-agulskij-rajon/> (accessed 15.07.2022). (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Магомедова Манади Ахмеднабиевна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биологии, экологии и методики преподавания, факультет биологии, географии и химии, Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия; e-mail: manadi.60@mail.ru

Джамалутдинова Таибат Махмудовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, экологии и методики преподавания, факультет биологии, географии и химии, Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия; e-mail: super.taiba@yandex.ru

Джахбарова Заграт Магомедалиевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, экологии и методики преподавания, факультет биологии, географии и химии, Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия; e-mail: zagrat.dzhahbarova@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Manadi A. Magomedova, Ph.D. (Biology), Associate Professor, Head of the Department of Biology, Ecology and Teaching Methods, Faculty of Biology, Geography and Chemistry, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; manadi.60@mail.ru

Taybat M. Dzhamalutdinova, Ph.D. (Biology), Associate Professor, Department of Biology, Ecology and Teaching Methods, Faculty of Biology, Geography and Chemistry, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; e-mail: super.taiba@yandex.ru

Zagrat M. Dzhakhbarova, Ph.D. (Biology), Associate Professor, Department of Biology, Ecology and Teaching Methods, Faculty of Biology, Geography and Chemistry, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; e-mail: zagrat.dzhahbarova@mail.ru

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 911.5; 551.435.11
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-37-44. EDN: FNUKTL

Эффекты наложения опасных склоновых процессов и управленческие стратегии по защите от них (на примере Кабардино-Балкарской Республики)

© 2022 Анаев М. А.¹, Гуня А. Н.², Мальнева И. В.³

¹ ГУ МЧС России по Кабардино-Балкарской Республике
Нальчик, Россия; e-mail: amaga0773@mail.ru

² Институт географии РАН

Москва, Россия; e-mail: a.n.gunya@igras.ru

³ Всероссийский НИИ гидрогеологии и инженерной геологии
Москва, Россия; e-mail: malnir@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Цель работы – определить пространственные наложения опасных склоновых процессов (селей, лавин и оползней) на территории Кабардино-Балкарии и наметить основные управленческие стратегии по защите от них. **Методами** исследования послужили картографирование мест проявления селей, лавин и оползней с помощью данных дистанционного зондирования, обобщение имеющихся картографических источников, полевые обследования. **Результаты.** Обозначены зоны наложения селей, лавин и оползней. Выделены четыре высотные зоны с различными парагенетическими связями. Обозначены три основные управленческие стратегии, различающиеся по набору мероприятий, направленные на снижение ущерба: избегания, адаптации, изменения. **Вывод.** Комплексный мониторинг опасных склоновых процессов должен базироваться на учете эффектов наложения этих процессов в пространстве и зонирования мероприятий по защите от них.

Ключевые слова: склоновые процессы, лавины, сели, оползни, Кабардино-Балкария, комплексный мониторинг.

Формат цитирования: Анаев М. А., Гуня А. Н., Мальнева И. В. Эффекты наложения опасных склоновых процессов и управленческие стратегии по защите от них (на примере Кабардино-Балкарской Республики) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 37-44. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-37-44. EDN: FNUKTL

Superposition Effects of Hazardous Slope Processes and Management Strategies to Protect Against them (Kabardino-Balkarian Republic)

© 2022 Mukhamat A. Anaev¹, Alexey N. Gunya², Irina V. Malneva³

¹ Main Directorate of the Russian Ministry for Emergency Situations
in the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Russia; e-mail: amaga0773@mail.ru

² Institute of Geography RAS, Moscow, Russia; e-mail: a.n.gunya@igras.ru

³ All-Russian Research Institute of Hydrogeology and Engineering Geology
Moscow, Russia; e-mail: malnir@mail.ru

ABSTRACT. The aim of the paper is to determine the spatial imposition of dangerous slope processes (mudflows, avalanches and landslides) on the territory of Kabardino-Balkaria and to outline the main management strategies to protect against them. The research methods were mapping of mudflows, avalanches and landslides using remote sensing data, generalization of available cartographic sources, field surveys. **Results.** Zones of imposition of mudflows, avalanches and landslides are marked. Four altitudinal zones with different paragenetic relationships have been identified. Three main management strategies have been identified, which differ in the set of measures aimed at reducing damage: avoidance, adaptation, change. **Conclusion.** Comprehensive monitoring of dangerous slope processes should be based on taking into account the effects of the processes superposition in space and zoning of measures to protect against them.

Keywords: slope processes, avalanches, mudflows, landslides, Kabardino-Balkaria, integrated monitoring.

For citation: Anaev M. A., Gunya A. N., Malneva I. V. Superposition Effects of Hazardous Slope Processes and Management Strategies to Protect Against them (Kabardino-Balkarian Republic). Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 3. Pp. 37-44. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-37-44. EDN: FNUKTL (In Russian)

Введение

Изучение склоновых процессов на территории Кабардино-Балкарской Республики (КБР) происходило неравномерно. Анализ литературных и фондовых материалов по изучению селей, лавин и оползней на территории КБР позволяет выделить четыре основных этапа:

- 1) эпизодические исследования до начала 20 в.;
- 2) горнопромышленные изыскания 1920-х – 1950-х гг.;
- 3) «золотые» десятилетия комплексных исследований и зарождения школ 1950-х – 1980-х гг.;
- 4) с 1990-х гг. – современный этап инструментальных наблюдений с помощью данных дистанционного зондирования (ДДЗ) и ГИС.

Большой вклад в изучение склоновых процессов на территории КБР внесли работы сотрудников ВГИ, МГУ им М. В. Ломоносова и др. [2-5, 10-12]. Анализ изученности наиболее опасных склоновых процессов на территории Кабардино-Балкарии позволяет отметить, что с 90-х гг. XX века и по настоящее время ведется только оперативная работа, фиксируются наиболее крупные и значительные проявления склоновых процессов. Этих материалов недостаточно для решения задач по предупреждению возникновения или развития ЧС природного характера.

Целью работы является определение пространственного наложения опасных склоновых процессов (селей, лавин и оползней) на территории Кабардино-

Балкарии и обоснование управленческих стратегий по защите от них.

Материалы и методы исследования

В основе исследования лежат материалы многолетних обследований очагов развития селей, лавин и оползней на территории Кабардино-Балкарии. Основные методы, использованные для реализации поставленной цели, включают:

- 1) полевые обследования с картографированием природных и природно-хозяйственных комплексов, испытывающих влияние тех или иных склоновых процессов;
- 2) дешифрирование снимков для выявления распространения, динамики и масштабов проявления склоновых процессов;
- 3) геоинформационный анализ условий проявления склоновых процессов;
- 4) обобщение фондовых и литературных материалов, в частности: государственные доклады и отчеты министерств и ведомств РФ, архив МЧС РФ, справочники и информационные бюллетени по опасным природным процессам и явлениям в субъектах Российской Федерации.

Результаты и их обсуждение

Лавины, сели и оползни часто образуют различные сочетания в пространстве. Наложение в среде ГИС распространения основных склоновых процессов на территории КБР демонстрирует сложную пространственную картину дифференциации ареалов проявления этих процессов и очагов катастрофических воздействий на хозяйство и человека (рис.).

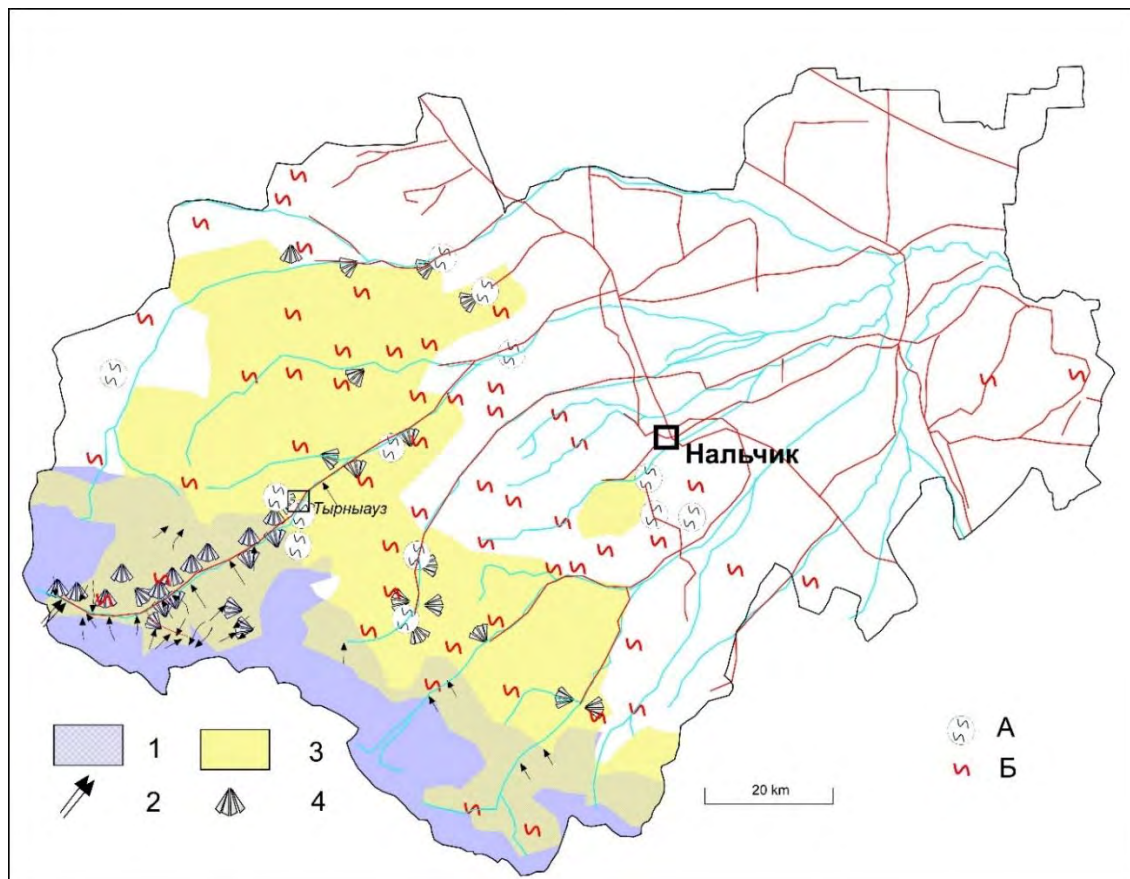


Рис. Наложение ареалов проявления лавин, селей и оползней

1 – зона сплошного воздействия лавин, 2 – катастрофические лавины, 3 – зона селепроявления, 4 – катастрофические сели. А – катастрофические оползни, Б – проявление оползней различной интенсивности. Коричневым цветом отображено наложение зон селевой и лавинной активности.

Fig. Superposition of avalanches, mudflows and landslides areas

1 – zone of continuous avalanche impact, 2 – catastrophic avalanches, 3 – mudflow zone, 4 – catastrophic mudflows. А – catastrophic landslides, В – landslides of varying intensity. The brown color shows the superposition of mudflow and avalanche activity zones.

Зона сплошного распространения лавинной опасности расположена на крайнем юге республики, на отрогах Главного, или Водораздельного, и Бокового хребтов. Ширина этой зоны наибольшая в Баксанской долине (более 70 км), в других долинах она несколько меньше. Согласно исследованиям [9], в КБР имеется 132 лавинных участка. Среди них лишь первые несколько десятков приурочены к местам тесного соприкосновения хозяйственной деятельности (дороги, линии энергоснабжения и связи, жилые и производственные комплексы). Остальные лавинные участки напоминают о себе на определенном расстоянии от человека. Исключение составляют события, когда редкие восхождения альпинистов попадают под воздействие этих лавин.

Наиболее лавиноопасным районом является Приэльбрусье, здесь находится 35 лавиноопасных очагов. К Приэльбрусью приурочены и основные катастрофические лавины. Это объясняется наиболее глубоким и масштабным проникновением человека в высокогорье на этом участке. В этой лавиноопасной зоне располагаются 4 населённых пункта: сельские поселения Эльбрус, Байдаево, Терскол и Нейтрино.

Согласно данным [9], в КБР 228 селевых бассейнов. Зона почти сплошного проявления селей приходится на среднегорье и на стык среднегорья и высокогорья. Именно здесь имеются благоприятные условия для проявления селей: высокая гравитационная энергия, выпадение обильных осадков в теплое время, наличие рыхлообломочного материала в виде продуктов вы-

ветривания, моренного материала, других склоновых отложений. Катастрофические сели приурочены к дорогам и населенным пунктам.

Распространение оползней обусловлено комплексными ландшафтными факторами и условиями, прежде всего, геолого-геоморфологическими особенностями, а также степенью деградации растительности внутри ландшафтного высотного пояса. В высокогорье оползни распространены редко, они приурочены в основном к рыхлым моренным отложениям на склонах. Наиболее часто оползни встречаются в среднегорье, в особенности в межгорных котловинах, которые давно освоены, в них ведется интенсивное отгонно-пастбищное животноводство. Другой ландшафтной зоной, где оползни также часто распространены, является низкогорно-лесная зона на рыхлых палеоген-неогеновых отложениях. Вырубка лесов в этой зоне приводила к неустойчивости склонов, многие оползневые очаги слабо заметны на снимках вследствие лесовозобновления. Некоторая часть оползневых явлений заметна также на западных отрогах Терского хребта.

Анализ активности оползневых, селевых и других склоновых процессов показывает специфическую особенность территории – широкое проявление так называемых «цепочечных парагенезов» [7]. Под этим термином понимаются случаи, когда проявление одного генетического типа процесса вызывает или усиливает другой, например: русловая эрозия водотоков провоцирует активизацию оползней, для которых русло является базисом оползания, затем русло перекрывается запрудным озером, его прорывом и формированием прорывного селя. Селевой поток резко активизирует русловую эрозию, и цикл повторяется.

В высокогорной зоне примером «цепочечного» парагенеза является активизация основного типа оползней – оползней-потоков, которые активизируются летом при интенсивном таянии ледников и погребенных льдов, а весной при таянии снежного покрова. Таким образом, увеличение активности оползневых процессов, связанное прежде всего, с метеорологическими факторами, способствует и активизации селей. Так, не случайно, что в начале XXI в. наиболее высокая активность этих

процессов была в 2002 г., что обусловлено экстремальным увлажнением территории, как высокой степенью увлажнения, так и его режимом [8].

Особенностью исследуемой территории в начале XXI в. является резкое возрастание техногенных нагрузок. Основными видами техногенных воздействий при интенсивном и неконтролируемом строительстве в Приэльбрусье являются несанкционированное складирование отвалов грунта на склонах, подрезки склонов, неконтролируемое перераспределение поверхностного и подземного стока, пригрузка головных частей существующих оползней. Активность техногенно обусловленных склоновых процессов как минимум на порядок превышает активность аналогичных процессов в естественном состоянии, поскольку основным материалом, изначально подверженным этим процессам, являются перемещенные грунты преимущественно делювиально-элювиального чехла. В такой ситуации отмеченные выше «цепочечные» парагенезы техногенно обусловленных склоновых процессов являются наиболее характерной формой их проявления. Наиболее ярко последствия техногенных воздействий выражены в бассейнах рр. Большой и Малый Мукулан, где проявление селей при обильных осадках отмечалось и отмечается несколько раз в году. Исследование повторяемости техногенных селей в районе г. Тырнауза позволяет отметить, что частота их схода почти в пять раз превышает частоту схода естественных селей, хотя годы активизации тех и других совпадают. При этом имеет значение как суточное количество осадков, так и степень предварительного увлажнения отвальных пород [6].

Наложение ареалов проявления лавин, селей и оползней образует несколько высотных зон с различными парагенетическими связями:

1. Высокогорная зона, где преобладают лавины. Именно они являются приоритетом при мониторинге склоновых процессов в верховьях долин.

2. Зона наложения лавинной и селевой деятельности при редком проявлении оползней следует в пределах высот от 3000 до 1000 м. Наиболее широкая часть этой зоны приходится на Баксанскую долину.

3. Зона наложения селей и оползней является наиболее широкой. Здесь находятся

такие опасные очаги селей и оползней, как Герхожансу, Былым и др.

4. Зона распространения оползней захватывает нижние этажи гор.

Эффекты наложения процессов выражены:

1. Расширение пространственно-временных рамок проявления опасных склоновых процессов и повышение рисков жизнедеятельности. Прежде всего, этот эффект выражен во всесезонности проявления опасных склоновых процессов. Наиболее ярко это демонстрируется на примере участка долины р. Баксан от пос. Нейтрино до пос. Эльбрус. Здесь на небольшом протяжении практически круглогодично сохраняется опасность схода лавин (в зимнее время) или селей (в летнее время). Многие конуса выноса могут служить примером парагенетических комплексов, поскольку они формируются под воздействием как селевых, так и лавинных процессов.

2. Эффект усиления и «спускового» крючка выражен прежде всего при взаимоотношении оползней и селей. Ярким примером может быть ситуация с оползнем в долине р. Герхожан-су. Оползневые формы рельефа в долинах притоков р. Герхожансу имеют относительно небольшие размеры. Значительно более крупный оползень «Бузулган», площадью 0,6 км², находится на правом берегу р. Герхожансу ниже слияния ее селеопасных составляющих. Оползневой цирк расположен в верхней части склона на высоте примерно 400 м над урезом русла [1]. Верхняя часть оползня имеет всхолмленную и поросшую лесом поверхность, а склон его, в значительной степени обнаженный, под углом 40-45° опускается в русло реки. В теле оползня множество поперечных трещин, достигающих 50-100 м в длину и до 1,5 м шириной. Оползень играет очень важную роль в селевом процессе как очаг дополнительного питания селевого потока твердой составляющей.

В описании каждого из селевых потоков р. Герхожан-су упоминается о заторах на участке оползня Бузулган: в 1937, в 1960-1962 гг., в 1978 г., в 2000 г., в 2011 и 2017 гг. Основной причиной активизации оползня Бузулган обычно считается воздействие селей р. Герхожан-су, которые подрезают фронтальный уступ оползня. В работе [3] сделан вывод, что оползень Бузулган в

случае перекрытия им р. Герхожан-су способен добавить селевому потоку дополнительно около 1 млн м³ обломочного материала. Аномальная подвижка оползня Бузулган произошла 13-14 августа 2020 г. В результате регулярных обследований сделан вывод, что активизация оползня не была связана с выпадением атмосферных осадков. Однако нельзя отрицать роль погоды в целом и особенности режима метеорологических факторов. Данные погодные условия в зимне-весенний период способствовали интенсивному развитию процесса физического выветривания в сильно раздробленных, трещиноватых кристаллических сланцах. Это приводило к растрескиванию пород. Затем – к последующему сносу продуктов выветривания к подножию склонов и к возникновению дополнительной пригрузки тела оползня Бузулган.

Тыловая часть верхнего блока в период 12-14 августа 2020 г. прошла расстояние вниз по склону 260-290 м, а нижний блок с лежащей на нем массой среднего и верхнего блоков прошел вниз по долине на расстояние 110-115 м. Основная фаза резкой подвижки оползня началась после 12 августа. Эта подвижка сопровождалась обвалами и оползнями на участках стенок оползневого цирка, ранее не проявлявших активности. В результате сложного оползневого процесса русло р. Герхожан-су было перекрыто оползневой массой и обвално-осыпным шлейфом. Оно поднялось примерно на 15-30 м, а также сместилось влево на участке долины протяженностью около 600 м. При этом было уничтожено 160 м грунтовой дороги, ведущей в ущелье р. Кая-Арты-Су.

Опыт работ по защите от опасных склоновых процессов, которые обнаруживают эффекты наложения, позволяет выделить три основных управленческих стратегии, различающиеся по набору мероприятий, направленных на снижение ущерба (табл.):

1) избегания опасных склоновых процессов, главным образом за счет сведения к минимуму вероятности пересечения хозяйственной деятельности с траекториями и ареалами проявления склоновых процессов;

2) адаптация к режимам склоновых процессов в ареалах их проявления;

3) изменение природных условий таким образом, чтобы существенно снизить или совсем прекратить действие того или иного склонового процесса.

Таблица. Стратегии и мероприятия по защите от склоновых процессов
Table. Strategies and measures to protect against slope processes

Социальная система	Стратегии и мероприятия		
	Избегание	Адаптация	Изменение
Государство в целом (региональный и федеральный уровни)	Обозначение «красных» зон, где запрещается или резко ограничивается хозяйственная деятельность	Обозначение и разграничение «желтых» и зеленых зон, разработка рекомендаций по адаптации	Строительство противолавинных туннелей, селеотводных стенок, искусственное изменение режима (например, стимулирование схода лавин на основе обстрела) и др.
Местное сообщество, местный муниципалитет	Использование местных традиционных знаний для регулирования расселения и хозяйственной деятельности	Использование местных знаний и рекомендаций экспертов для хозяйственной деятельности в «желтых» зонах	Примеры отсутствуют ввиду высокой затратности

Избегать неблагоприятных зон с опасными явлениями и процессами наиболее эффективно, но далеко не всегда возможно. КБР как горный регион с растущим населением имеет не так много безопасных территорий, где возможно «мирное» сожительство человека и склоновых процессов. Поэтому можно говорить лишь об относительно благоприятных зонах жизнедеятельности и хозяйствования. Это в основном предгорья и равнины, где уже проживает более двух третей населения республики и в которых уже становится «тесно», так как природная среда слишком сильно урбанизирована, здесь много техники, предприятий, загрязняющих воздух и воду, так что жить в этих условиях становится все более небезопасно.

Вторая стратегия наиболее распространенная. Она предполагает подстраивание под природные ритмы, адаптацию жизнедеятельности таким образом, чтобы выдержать воздействие склоновых процессов. Однако для того, чтобы подстраиваться под природные ритмы, необходимо их досконально изучить. Но даже в начале третьего тысячелетия человек способен лишь на то, чтобы с более-менее высокой степенью вероятности предсказать прогноз погоды на срок не более трех дней. На более длительный срок вероятность осуществления прогнозов погоды резко уменьшается. Рост публикаций по адаптации к склоновым процессам показывает, что не только высокотехнологичные инструментальные наблюдения способны повысить эффективность адаптационных механизмов, но и просто традиционные знания местного населения бывают весьма полезными.

Третья стратегия предполагает изменение природной среды под потребности освоения (строительство заградительных дамб, противолавинных тоннелей и др.). Это довольно дорогостоящий путь, часто требующий капиталовложений в несколько десятков раз больших, чем вложения в разовые ликвидации последствий воздействия опасных природных процессов. Поэтому возможность изменять природную среду доступно лишь в редких случаях и в весьма ограниченных ареалах. «Направленно» изменить (то есть в определенном направлении и в заданных человеком интервалах) природную среду на уровне всего региона вряд ли возможно и не нужно. Основной упор следует все-таки делать на мониторинг в целях предупреждения, чтобы вовремя эвакуировать население и подготовиться к экстремальной ситуации.

Выводы

1. Комплексный мониторинг опасных склоновых процессов должен базироваться на учете эффектов наложения этих процессов в пространстве и зонирования мероприятий по защите от них.

2. На территории КБР выделяются четыре высотные зоны с различными парагенетическими связями: 1) высокогорная зона, где преобладают лавины; 2) зона наложения лавинной и селевой деятельности при редком проявлении оползней; 3) зона наложения селей и оползней; 4) зона распространения оползней захватывает нижние этажи гор.

3. Эффекты наложения процессов выражены в: а) расширении пространственно-временных рамок проявления опасных склоновых процессов и повышении рисков жизнедеятельности; б) эффекте усиления и

«спускового» крючка (выражен прежде всего при взаимоотношении оползней и селей).

4. Обозначены три основных управленческих стратегии, различающиеся по

набору мероприятий, направленных на снижение ущерба: избегания, адаптации, изменения.

Литература

1. Анаев М. А. Обеспечение безопасности бассейна реки Гижгит (Баксанское ущелье, Кабардино-Балкария) // Жизнь Земли. 2021. Т. 43. № 4. С. 451-460.

2. Атлас природно-техногенных опасностей Кабардино-Балкарской республики / под ред. И. И. Мазур. М.: Элима, 2005. 242 с.

3. Беккиев М. Ю., Анаев М. А., Докукин М. Д., Калов Р. Х., Мальнева И. В., Висхаджиева К. С. Аномальная подвижка оползня Бузулган в долине р. Герхожан-су (Центральный Кавказ) // ГеоРиск. 2020. № 4. С. 44-54.

4. Залиханов М. Ч. Снежный режим и перспективы освоения гор Большого Кавказа. М.: Официальная и деловая Россия, 2014. 611 с.

5. Запороженко Э. В., Докукин М. Д. Об угрозе разрушения Тырнаузского хвостохранилища на р. Гижгит в Кабардино-Балкарской республике // ГеоРиск. 2019. № 1. С. 72-85.

6. Кононова Н. К. Изменения циркуляции атмосферы Северного полушария в XX-XXI столетиях и их последствия для климата // Фундаментальная и прикладная климатология. 2015. № 1. С. 127-156.

7. Крестин Б. М., Мальнева И. В. Активность оползневых и селевых процессов на территории Большого Сочи и ее изменения в начале XXI века // Геоэкология. 2015. Вып. 1. С. 21-29.

8. Мальнева И. В. Прогнозирование современных геологических процессов на территории России и стран СНГ в начале XXI века // Геоэкология. 2019. Вып. 1. С. 87-98.

9. Опасные природные процессы Северного Кавказа / под ред. В. В. Разумова. М.: Феория, 2013. 319 с.

10. Разумов В. В., Стрешнева Н. П., Перекрест В. В., Кюль Е. В. Атлас природных опасностей и стихийных бедствий Кабардино-Балкарской республики. СПб.: Гидрометеоиздат, 2000. 66 с.

11. Сейнова И. Б., Золотарев Е. А. Ледники и сели Приэльбрусья (Эволюция оледенения и селевой активности). М.: Научный мир, 2001. 204 с.

12. Черноморец С. С. Селевые очаги до и после катастроф. М.: Научный мир, 2005. 184 с.

References

1. Anaev M. A. Ensuring the safety of the Gizhgite river basin (Baksan gorge, Kabardino-Balkaria). *Zhizn' Zemli* [Life of the Earth]. 2021. T. 43. No. 4. Pp. 451-460. (In Russian)

2. Mazur I. I. (ed.) *Atlas prirodno-tekhnogennykh opasnostey Kabardino-Balkarskoy respubliki* [Atlas of Natural and Technogenic Hazards of the Kabardino-Balkarian Republic]. Moscow, Elima Publ., 2005. 242 p. (In Russian)

3. Bekkiev M. Yu., Anaev M. A., Dokukin M. D., Kalov R. Kh., Mal'neva I. V., Viskhadzhieva K. S. Anomalous movement of the Buzulgan landslide in the valley of the Gerkhozhan-su River (Central Caucasus). *GeoRisk*. 2020. No. 4. Pp. 44-54. (In Russian)

4. Zalikhanov M. Ch. *Snezhnyy rezhim i perspektivy osvoeniya gor Bol'shogo Kavkaza* [Snow Regime and Prospects for the Development of the Mountains in the Greater Caucasus]. Moscow, Official and business Russia Publ., 2014. 611 p. (In Russian)

5. Zaporozhchenko E. V., Dokukin M. D. The threat of destruction of the Tyrnauz tailing dump on the Gizhgite river in the Kabardino-Balkarian

Republic. *GeoRisk*. 2019. No. 1. Pp. 72-85. (In Russian)

6. Kononova N. K. Changes in atmospheric circulation in the Northern Hemisphere in the 20-21st centuries and their consequences for the climate. *Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya* [Fundamental and Applied Climatology]. 2015. No. 1. Pp. 127-156. (In Russian)

7. Krestin B. M., Mal'neva I. V. Activity of landslide and mudflow processes on the territory of Greater Sochi and its changes at the beginning of the 21st century. *Geoekologiya* [Geoecology]. 2015. Iss. 1. Pp. 21-29. (In Russian)

8. Malneva I. V. Forecasting of modern geological processes in Russia and the CIS countries at the beginning of the XXI century. *Geoekologiya* [Geoecology]. 2019. Iss. 1. Pp. 87-98. (In Russian)

9. Razumov V. V. (ed.) *Opasnye prirodnye protsessy Severnogo Kavkaza* [Dangerous Natural Processes in the North Caucasus]. Moscow, Feoriya Publ., 2013. 319 p. (In Russian)

10. Razumov V. V., Streshneva N. P., Perekrest V. V., Kyul' E. V. *Atlas prirodnykh opasnostey i stikhiynykh bedstviy Kabardino-Balkarskoy respubliki* [Atlas of Natural Hazards

and Natural Disasters of the Kabardino-Balkarian Republic]. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 2000. 66 p. (In Russian)

11. Seynova I. B., Zolotarev E. A. *Ledniki i seli Priel'brus'ya (Evolyutsiya oledneniya i selevoy aktivnosti)* [Glaciers and Mudflows of the Elbrus Region (Evolution of Glaciation and Mudflow Ac-

tivity)]. Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2001. 204 p. (In Russian)

12. Chernomorets S. S. *Selevye ochagi do i posle katastrof* [Mudflows Before and After Catastrophes]. Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2005. 184 p. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Анаев Мухамат Азретович, сотрудник ГУ МЧС России по Кабардино-Балкарской Республике, Нальчик, Россия; e-mail: amaga0773@mail.ru

Гуня Алексей Николаевич, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, отдел физической географии и проблем природопользования, Институт географии РАН, Москва, Россия; e-mail: a.n.gunya@igras.ru

Мальнева Ирина Васильевна, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии, Москва, Россия; e-mail: malnir@mail.ru

Принята в печать 04.10.2022 г.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Mukhamat A. Anaev, employee, Main Directorate of the Russian Ministry for Emergency Situations in the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Russia; e-mail: amaga0773@mail.ru

Alexey N. Gunya, Doctor of Science (Geography), Leading Researcher, Department of Physical Geography and Environmental Issues, Institute of Geography RAS, Moscow, Russia; e-mail: a.n.gunya@igras.ru.

Irina V. Malneva, Ph.D. (Geology and Mineralogy), Leading Researcher, All-Russian Research Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Moscow, Russia; e-mail: malnir@mail.ru.

Received 04.10.2022.

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 913
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-45-50. EDN: DTUNAB

Анализ пространственной структуры населения Алматинской области Республики Казахстан

© 2022 Аширбеков Ш. У.

Московский государственный университет геодезии и картографии
Москва, Россия; e-mail: shasirbekov@gmail.com

РЕЗЮМЕ. Цель. Анализ статистических данных населения Алматинской области за последние двадцать лет. **Методы.** В работе используется метод многомерного статистического анализа, также применяется картографический метод исследования и построение графиков. **Результаты.** Проанализированы основные статистические данные населения Алматинской области, выявлены положительные и отрицательные явления в демографии за последние двадцать лет. **Выводы.** В целом в Алматинской области наблюдается повышение уровня жизни населения. Возрастает число жителей, снижается смертность, происходит рост численности экономически активного населения, увеличивается заработная плата. Из отрицательных черт уровня жизни населения – большой миграционный отток населения и невысокие показатели рождаемости.

Ключевые слова: рождаемость, демографическая ситуация, сальдо, экономически активное население, среднемесячная заработная плата.

Формат цитирования: Аширбеков Ш. У. Анализ пространственной структуры населения Алматинской области Республики Казахстан // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 45-50. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-45-50. EDN: DTUNAB

Analysis of the Population's Spatial Structure in Almaty Region of Kazakhstan Republic

© 2022 Shynbolat U. Ashirbekov

Moscow State University of Geodesy and Cartography
Moscow, Russia; e-mail: shasirbekov@gmail.com

ABSTRACT. Aim. Analysis of the population's statistical data in Almaty Region for the last twenty years. **Methods.** The method of multidimensional statistical analysis is used in the paper, the cartographic method of research and plotting are also used. **Results.** The population's main statistical data of Almaty Region have been analyzed, positive and negative phenomena in demography over the past twenty years have been identified. **Conclusions.** In general, there is an increase in the standard of the population's living in the Almaty region. The number of residents is increasing, mortality is decreasing, the number of economically active population is growing, wages are increasing. One of the negative features in the standard of the population's living is a large migration outflow of the population and low birth rates.

Keywords: birth rate, demographic situation, balance, economically active population, average monthly salary.

For citation: Ashirbekov Sh. U. Analysis of the Population's Spatial Structure in Almaty Region of Kazakhstan Republic. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 3. Pp. 45-50. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-45-50. EDN: DTUNAB (In Russian)

Введение

Алматинская область является самым населенным регионом Республики Казахстан. Необходима разработка и реализация целенаправленной экономической политики, направленной на модернизацию экономики путем всестороннего анализа демографической ситуации в регионе, поскольку именно население играет главную роль в развитии экономики региона. Перспектива развития экономики является сложной задачей, которая требует своего всестороннего решения. Развитие экономики Алматинской области обусловлено ростом уровня жизнеспособности населения.

Материал и методы исследования

В работе используется метод многомерного статистического анализа. Исходный материал для анализа демографических данных – Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [5]. Для более наглядного представления ситуации выполняется построение графиков. Также для анализа применяется картографический метод исследования [4]. Картографическая основа загружена с сайта открытых геотехнологий NextGIS [6].

Результаты и их обсуждение

Анализ статистических данных Бюро национальной статистики за 1999-2021 гг. показал, что численность населения выросла на 33,4 %. В 2021 г. численность населения составила 2077967 человек [5]. Значительный рост численности населения за 1999-2021 гг. наблюдался в Илийском (84,5 %), Карасайском (83,7 %), Жамбылском (62,0 %), Талкарском (57,8 %) районах и в городе областного значения – городской администрации Талдыкорган (52,2 %) [1; 2; 5]. Сокращение численности населения за рассматриваемый период выявлено в Райымбекском (-53 %), Саркандском (-26,9 %), Аксуском (-15,8 %), Алакольском (-14,3 %), Кербулакском (-11,3 %), Ескельдинском (-6,4 %) и Балхашском (-3,2 %) районах [1; 2; 5]. Именно в этих регионах наблюдался отток сельского населения в городскую местность с целью поиска заработков.

Для более наглядного представления динамики численности населения на рисунке 1 отображена карта-схема изменения численности населения за 1999-2021 гг. Способом картодиаграмм отображены абсолютные показатели – численность населения по административным единицам 1-

го порядка Алматинской области за 1999, 2010 и 2021 гг. При этом для Кегенского района приведены показатели только на 2021 г., в связи с тем, что данный район выделен из состава Райымбекского района в 2018 г.

Сельское население в Алматинской области за 2000-2021 гг. выросло на 48,3 %, городское население сократилось на 1,7 %.

Одним из основных факторов, негативно влияющих на уровень жизни населения, является низкий уровень рождаемости. За 2000-2020 гг. рождаемость (без учета мертворождений) в регионе увеличилась на 28,7 %. В 2000 г. коэффициент рождаемости составил 15,3 ‰, а в 2020 г. – 26,3 ‰. В 2000-2019 гг. отмечалось сокращение смертности населения: так, в 2000 г. общий коэффициент смертности на 1000 человек – 9,1 ‰, в 2019 г. – 6,6 ‰. Однако в 2020 г. общий коэффициент смертности повысился до значения 7,8 ‰, что можно объяснить распространением новой коронавирусной инфекции. В то же время республиканский показатель за 2020 г. – 8,6 ‰ [5] (рис. 2).

С 2000 по 2020 г. естественный прирост населения в регионе вырос на 294,8 %. Общий коэффициент естественного прироста на 1000 чел. в 2000 г. составил 6,22 ‰, в 2020 г. – 18,49 ‰ [1; 2; 5].

Немаловажную роль в демографической ситуации играют миграционные потоки населения. Для Алматинской области характерно убытие населения. Так, положительное сальдо миграции в республике отмечалось только в 2004-2013 гг., отрицательное сальдо миграции – в 2000-2003 гг., 2014-2020 гг. [1; 2; 5] (рис. 3). За период с 2000 по 2015 г. ежегодно уменьшалось количество выбывших из региона в другие страны: так, в 2000 г. показатель составил 8934 чел., в 2015 г. – 859 чел. С 2015 по 2020 г. наблюдается рост числа выбывших в другие страны, большой внешний отток населения отмечался в 2019 г. – 1380 чел.

В Алматинской области невысокие коэффициенты брачности. В 2000 г. общий коэффициент брачности – 6,03 ‰, в 2007 г. – 10,1 ‰ (максимум за 2000-2020 гг.), далее отмечается снижение коэффициента – в 2020 г. показатель 6,27 ‰. В то же время за последние 10 лет общий коэффициент рождаемости возрос от значения 2,14 ‰ в 2010 г. до 2,52 ‰ в 2020 г., при этом максимум наблюдался в 2019 г. – 3,28 ‰

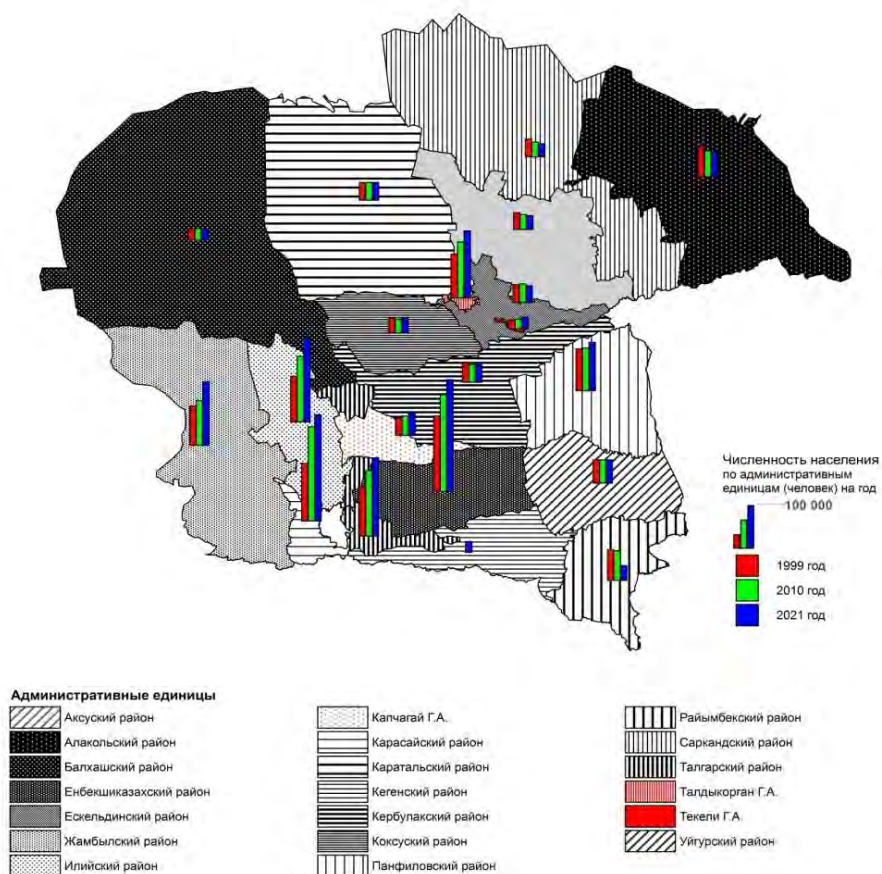


Рис. 1. Карта-схема изменения численности населения по административным единицам Алматинской области за 1999-2021 гг. Г. А. – городская администрация
Fig. 1. Map-scheme of population change by administrative units of Almaty Region for 1999-2021. Г. А. is the city administration

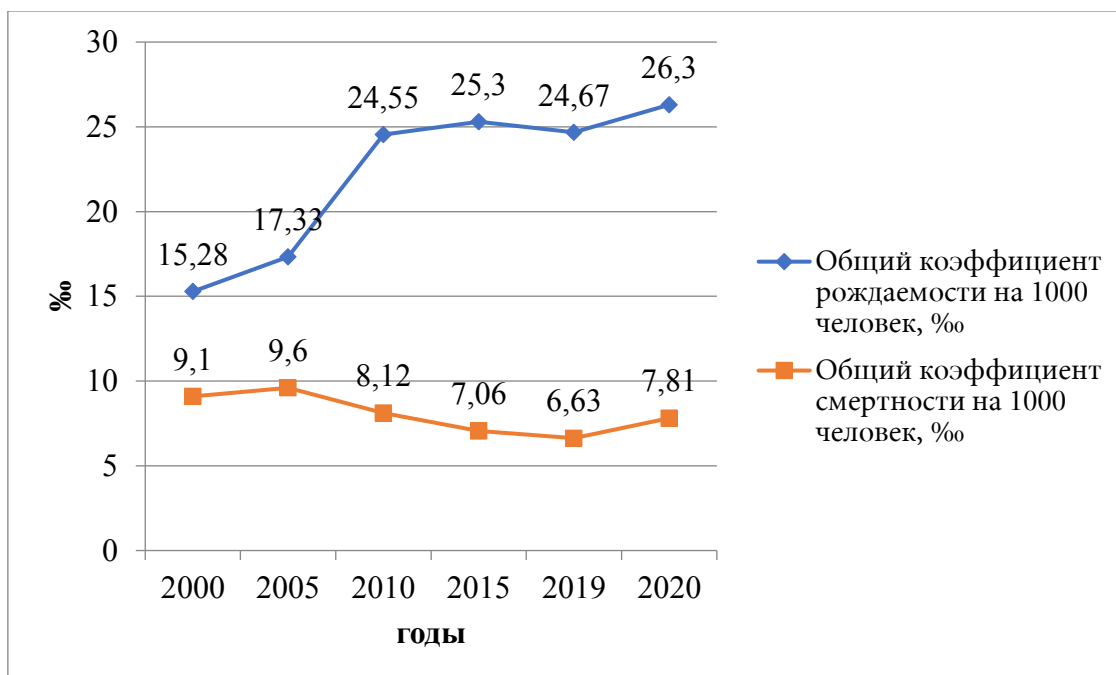


Рис. 2. Общие коэффициенты рождаемости и смертности в Алматинской области на 1000 человек, ‰
Fig. 2. General birth and death rates in Almaty Region per 1000 people, ‰

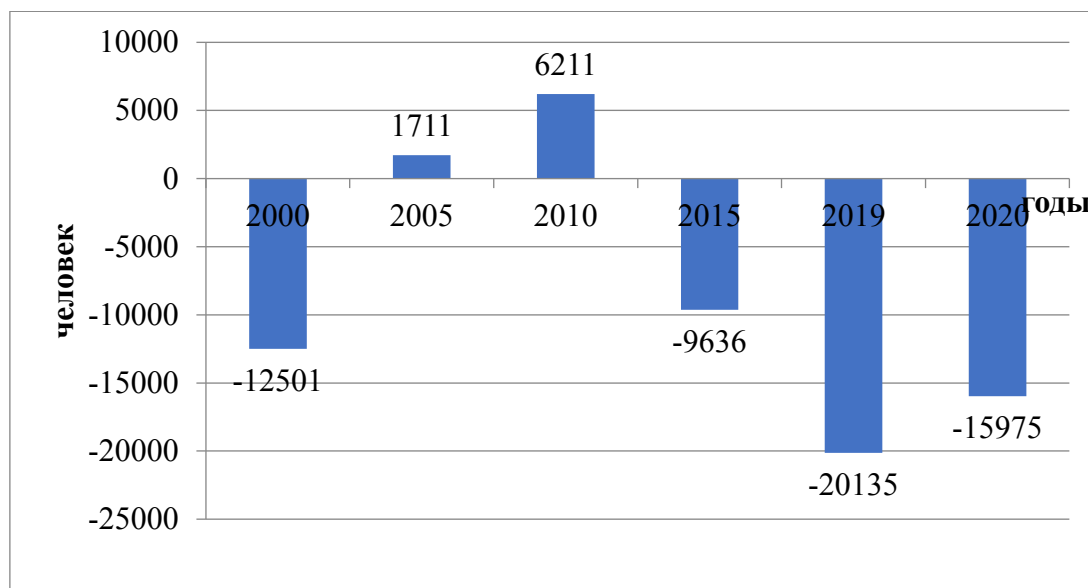


Рис. 3. Сальдо миграции населения в Алматинской области, чел.
Fig. 3. Balance of population migration in Almaty Region, pers.

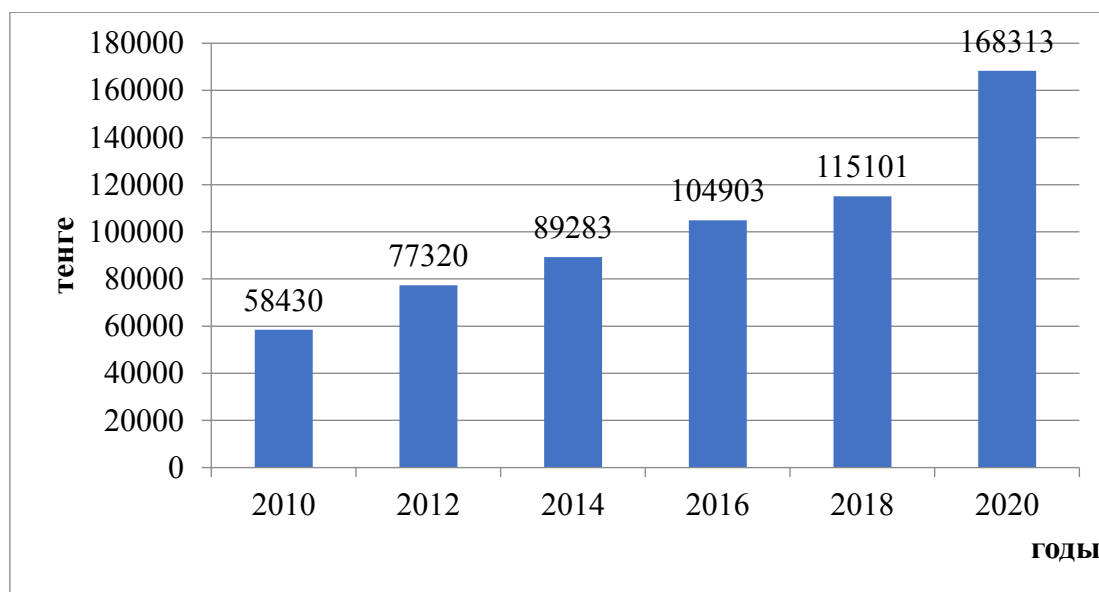


Рис. 4. Среднемесячная заработная плата на одного человека, тенге
Fig. 4. Average monthly salary per person, tenge

В системе занятости населения анализируемого региона наблюдаются позитивные изменения. Рынок труда характеризуется ростом численности экономически активного населения. Численность экономически активного населения за 2000-2017 гг. увеличилась на 35,7 % и составила в 2017 г. 1037,5 тыс. чел., однако с 2017 по 2020 г. численность уменьшилась на 1,4 % и составила 1022,7 тыс. чел. Безработное население за 2000-2020 гг. сократилось почти в 3 раза. Уровень безработицы в 2000 г. составил 14,1 % в, в 2020 г. – 4,8 % [3]. В 2020 г. в Алматинской области следующая

структура занятости населения по видам экономической деятельности: сельское, лесное и рыбное хозяйство – 201,3 тыс. чел. (20,7 %), промышленность и строительство – 140,5 тыс. чел. (14,4 %), сфера услуг – 632,2 тыс. чел. (64,9 %) [3].

В то же время в сельской местности, где наблюдается прирост населения, имеется проблема недостаточного количества вакантных мест, что можно объяснить низким квалификационным уровнем сельских жителей, большой долей населения, занятой в сфере услуг.

Демографическая ситуация Алматинской области определяется также показателями заработной платы. Наблюдается увеличение заработной платы и денежных доходов населения (рис. 4).

За 2010-2020 гг. в анализируемом регионе возросла заработная плата на 188,1 %. За последние три года среднемесячная номинальная заработная плата в регионе выросла на 52,5 %: если в 2017 г. она составляла 110387 тенге, то в 2020 г. уже 168313 тенге [3].

Заключение

Таким образом, Алматинская область считается относительно благополучным регионом. В целом в регионе наблюдается повышение уровня жизни населения. Возрастает число жителей, снижается смертность, происходит рост численности экономически активного населения, увеличивается заработная плата. Из отрицательных черт уровня жизни населения – большой миграционный отток населения и невысокие показатели рождаемости. Далее приве-

дены основные особенности динамики населения региона.

С 1999 по 2021 г. рост численности населения составил 33,4 %. С 2000 по 2020 г. рождаемость в регионе увеличилась на 28,7 %. В 2000-2019 гг. отмечалось сокращение смертности населения, в 2020 г. общий коэффициент смертности незначительно повысился. С 2000 по 2020 г. естественный прирост населения в регионе вырос на 294,8 %. Положительное сальдо миграции в республике отмечалось в 2004-2013 гг., отрицательное сальдо миграции – в 2000-2003 гг., 2014-2020 гг. Рынок труда характеризуется ростом численности экономически активного населения. Численность экономически активного населения за 2000-2017 гг. увеличилась на 35,7 %, с 2017 по 2020 г. незначительно уменьшилась на 1,4 %. Безработное население за 2000-2020 гг. сократилось в 3 раза. За последние три года среднемесячная номинальная заработная плата в регионе выросла на 52,5 %.

Литература

1. Алматинская область в 2016 году: статистический сборник. Алматы: Департамент статистики Алматинской области, 2017. 240 с.
2. Демографический ежегодник Алматинской области 2009-2016: статистический сборник. Алматы: Департамент статистики Алматинской области, 2017. 46 с. (на русском языке)
3. Занятость в Алматинской области: статистический сборник. Алматы: Департамент статистики Алматинской области, 2021. 40 с.
4. Маканова А. У. Методы картографирования и создание карты «Экономика Алматинской

области» // Международный академический вестник. 2014. № 6 (6). С. 6-8.

5. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [Электронный ресурс]. URL: <https://stat.gov.kz/> (дата обращения: 15.07.2022)

6. Открытые геотехнологии NextGIS [Электронный ресурс]. URL: <https://nextgis.ru/> (дата обращения: 15.07.2022)

References

1. *Almatinskaya oblast' v 2016 godu: statisticheskiy sbornik* [Almaty Region in 2016: Statistical Collection]. Almaty, Statistics Department of Almaty Region, 2017. 240 p. (In Russian)
2. *Demograficheskiy ezhegodnik Almatinskoy oblasti 2009-2016: statisticheskiy sbornik* [Demographic Yearbook of Almaty Region 2009-2016: Statistical Collection]. Almaty, Statistics Department of Almaty Region, 2017. 46 p. (In Russian)
3. *Zanyatost' v Almatinskoy oblasti: statisticheskiy sbornik* [Employment in Almaty Region: Statistical Collection]. Almaty, Statistics Department of Almaty Region, 2021. 40 p. (In Russian)
4. Makanova A. U. Mapping methods and creation of "Economy in Almaty Region" map.

Mezhdunarodnyy akademicheskij vestnik [International Academic Bulletin]. 2014. No. 6 (6). Pp. 6-8. (In Russian)

5. *Byuro natsional'noy statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan* [Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms in the Republic of Kazakhstan]. Available at: <https://stat.gov.kz/> (accessed 15.07.2022). (In Russian)

6. *Otkrytye geotekhnologii NextGIS* [Open NextGIS Geotechnologies]. Available at: <https://nextgis.ru/> (accessed 15.07.2022). (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Аширбеков Шынболат Уланович, аспирант кафедры географии, Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия; e-mail: shasirbekov@gmail.com

Научный руководитель: доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой географии, Московский государственный университет геодезии и картографии, **Братков В. В.**

Принята в печать 31.08.2022 г.

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Affiliation

Shynbolat U. Ashirbekov, Ph.D. student, Department of Geography, Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia; e-mail: shasirbekov@gmail.com

Scientific Supervisor: Doctor of Science (Geography), Professor, Head of the Department of Geography, Moscow State University of Geodesy and Cartography, **Vitaly V. Bratkov.**

Received 31.08.2022 г.

Науки о Земле / Earth Science

Оригинальная статья / Original Article

УДК 504.062

DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-4-50-55. EDN: GBIIFD

Географические особенности культурного ландшафта «сатояма» в Японии

© 2022 Банчева А. И.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Москва, Россия; e-mail: ban-sai@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Цель работы – представить обзор материалов по японской концепции «сатояма» в рамках изучения международного опыта традиционного природопользования в горных ландшафтах. **Методы:** количественный и качественный анализ русско- и англоязычных научных статей, обзор англоязычных монографий, материалов Министерства окружающей среды Японии. **Результаты.** Представлены несколько вариантов термина «сатояма», определены ключевые слова и словосочетания, а также основные характеристики, присущие таким ландшафтам. Дана хронология возрождения концепции в законодательных актах и государственных программах Японии. Рассмотрен пример региональной инициативы возрождения ландшафтов «сатояма» в префектуре Канагава. Опыт Японии позволяет сделать следующие **выводы:** при возрождении сельских территорий значимую роль играет инициатива «снизу» (деятельность фермеров и инициативных групп при префектурной финансовой и организационной поддержке), отмечается важность и нехватка межрегионального взаимодействия и международного сотрудничества.

Ключевые слова: традиционное природопользование, экологическое образование, экологический туризм, горные территории, сельские территории.

Формат цитирования: Банчева А. И. Географические особенности культурного ландшафта «сатояма» в Японии // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 4. С. 50-55. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-4-50-55. EDN: GBIIFD

Satoyama: The Geographic features of cultural landscape in Japan

© 2022 Alexandra I. Bancheva

Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia; e-mail: ban-sai@mail.ru

ABSTRACT. The aim of the work is a review of materials about *satoyama* concept to study the international experience of traditional nature management in mountain landscapes. **Methods.** The analysis of Russian and English language papers, manuscripts, reports of Ministry of Environment (Japan). **Results.** The several definitions of *satoyama* are analyzed, and the original term is suggested considering essential key words and phrases. The official documents that revive *satoyama* concept at national level are shortly observed. Some practical outcomes from Kanagawa initiative are discussed. **Conclusion.** In the revival of rural areas, the activities of farmers and initiative groups with prefectural financial and organizational support play a significant role. It is noted the importance and lack of interregional interaction and international cooperation.

Keywords: traditional nature management, ecological education, ecological tourism, mountain areas, rural areas.

For citation: Bancheva A. I. *Satoyama: The Geographic features of cultural landscape in Japan.* Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 4. Pp. 50-55. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-4-50-55. EDN: GBIFD (In Russian)

Введение

Сохранение культурных ландшафтов, поддержка и возрождение традиционного природопользования представляют собой важные инструменты в достижении устойчивого развития как в России, так и за рубежом. Для горных территорий вопрос также актуален в контексте все возрастающего антропогенного давления и достаточно остро проявляющихся последствий климатических изменений. В рамках изучения международных примеров устойчиво существующих культурных ландшафтов особенно интересным представляется опыт Японии – развитого, высокотехнологичного государства, культурные ландшафты и элементы традиционного природопользования в котором играют, тем не менее, немаловажную роль в современной национальной экологической политике и достижении устойчивого развития экономики и общества.

Феномен традиционного японского природопользования «*сатояма*» является объектом исследования географов, экологов, биологов, агрономов и социологов не только в Японии, но и других стран мира: с 1996 г. по данной теме в базе данных Скопус проиндексированы 272 статьи ученых из Японии, Китая, Швеции, Великобритании и других стран [11]. Наиболее известные авторы: К. Nakamura (Kanazawa University), К. Takeuchi (The University of Tokyo).

В русскоязычной научной литературе термин и концепция «*сатояма*» рассматриваются в статьях А. И. Никифорова и М. С. Бахиревой [2], а также упоминаются в работах И. С. Тихоцкой [4, с. 32], О. Е. Афанасьева [1, с. 21], Хохловой [5, с. 163] в рамках исследований более широких про-

блем. А. И. Никифоров, М. С. Бахирева изучают также ландшафты «*сатояма*» с более специализированной точки зрения, а именно – рыбного хозяйства [3]. Можно предположить, что наряду с другими японскими словами и терминами, ставшими международными («ханами», «когай» и др.), «*сатояма*» также войдет в вокабуляр российских японистов и экологов.

Цель данной статьи – обобщить представленную в научной литературе информацию по японской концепции «*сатояма*» в рамках изучения международного опыта традиционного природопользования в горных ландшафтах.

Основу обзора составили русско- и англоязычные научные статьи, англоязычные монографии, а также материалы Министерства окружающей среды Японии.

Результаты и их обсуждение

В научной литературе встречаются различные формулировки, объясняющие термин «*сатояма*» (яп. 里山, где 里 *sato* – «сельская местность», «деревня», «родина»; 山 *yama* – «горы», «лес», здесь иероглиф можно трактовать и более общо: гористая местность, предгорья, холмы). Однако ключевыми словами и словосочетаниями можно считать следующие: «горный», «традиционный», «сельский», «бережное отношение к природе», «устойчивое развитие». Рассмотрим несколько определенных ниже.

К. Такэути [10, с. 9-10] обращает внимание на то, что ландшафты «*сатояма*» находятся под воздействием и управлением человека, т. е. это поселения и расположенные вокруг них лесные и пастбищные вторично-производные ландшафты.

Duraiappah и Nakamura [7, с. 3], в рамках исследования Университета ООН, дают схожее определение, подчеркнув сочетание различных типов экосистем в *сатояме*, освоение экотонных зон. Многими авторами также подчеркивается, что японцы понимают *сатояму* как символ их традиционного образа жизни и духовный символ нации [9, с. 254] и как места длительного освоения и природопользования [6, с. 87].

Министерство окружающей среды Японии относит к ландшафтам «*сатояма*» сельские территории, представленные залесенными участками, сельскохозяйственными землями, поселениями и ирригационными системами – в значительной степени преобразованные хозяйственной деятельностью природно-антропогенные ландшафты [12].

Обобщая информацию, можно дать следующее определение. *Сатояма* – это традиционный японский сельский ланд-

шафт, включающий в себя мозаику гор и равнин, речных долин, лесных участков и сельскохозяйственных угодий, а также сельских поселений, где осуществляется традиционное природопользование в рамках ведения сельского, лесного и рыбного хозяйств и поддерживается устойчивое сосуществование человека и природы с сохранением японской культуры.

Неотъемлемые, на наш взгляд, характеристики ландшафта «*сатояма*» могут быть представлены следующим образом (рис.):

- экотонные зоны «горы-равнины», «река-суша», «лес-пашня»;
- условно-коренные (УК), вторично-производные (ВП) и антропогенно-модифицированные (АМ) ландшафты с различной степенью воздействия человека на природу;
- сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство;
- сохранение культуры и традиций.

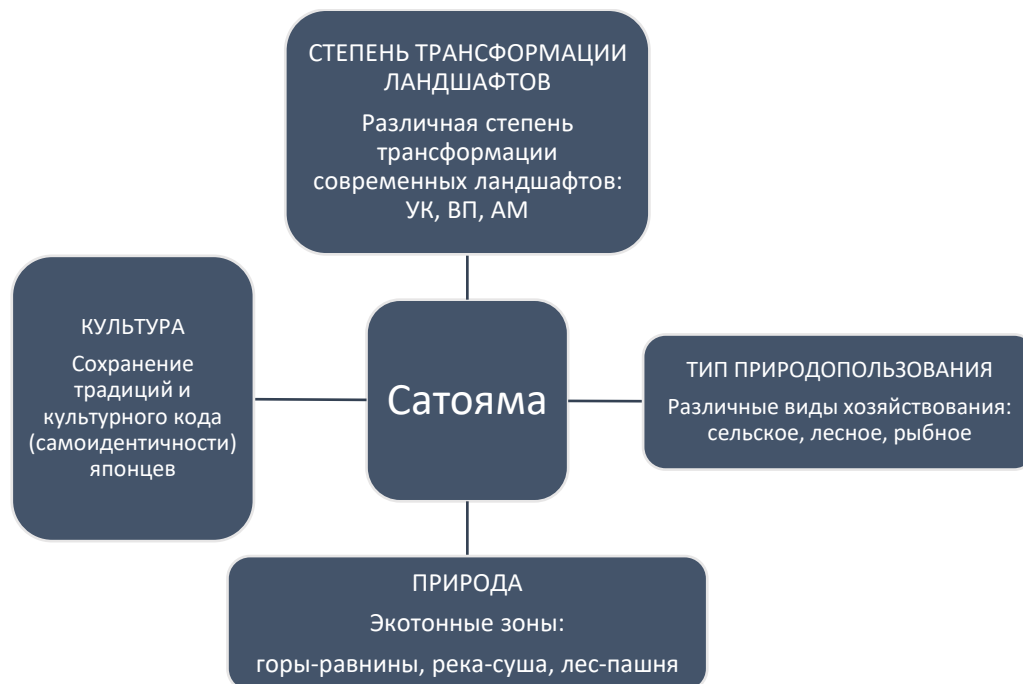


Рис. Характеристики ландшафтов *сатояма* (составлено автором)
Fig. Characteristics of Satoyama landscapes (compiled by the author)

Ландшафты «*сатояма*» выполняют многочисленные экосистемные услуги, значимость которых трудно переоценить. Согласно R. Kada [8, с. 117], типологию экосистемных услуг и экономической ценности ландшафтов *сатояма* (и *сатоями* – т.е. сельских прибрежных ланд-

шафтов) можно привести следующим образом:

- 1) Стоимость использования:
 - прямая стоимость использования (сельскохозяйственные и рыбохозяйственные продукты, древесина, дикоросы);

– косвенная стоимость использования (эстетика ландшафта, водные ресурсы, лесные экосистемы, в т. ч. для туризма и отдыха);

– отложенная стоимость.

2) Стоимость неиспользования:

– стоимость наследования (сохранение культурных традиций для будущих поколений);

– стоимость существования (охрана видов, находящихся под угрозой исчезновения).

С точки зрения получения обозначенных услуг и управления территорией, в литературе говорится о важности как инициатив «снизу», так и о поддержке «сверху». Так, в возрождении традиционного культурного ландшафта *сатояма* в 1990-2000-х гг. большую роль сыграло взаимодействие фермеров и активистов местных сообществ, корни которого лежат в феномене общественного пользования земель (яп. 入会地 *ириайти*), существовавшего в период доиндустриального этапа экономики Японии.

О понимании необходимости возрождения традиционных сельскохозяйственных ландшафтов в рамках национальной политики можно судить по появлению термина «*сатояма*» в государственных документах (табл.). В 1994 г. термин был использован в Основном плане по охране окружающей среды, где для сохранения ландшафтов *сатояма* отмечалась необходимость действий как со стороны государства, так и со стороны общества. В 2003 г. в Национальной стратегии по биоразнообразию ландшафты *сатояма* были названы важным инструментом в сохра-

нении биоразнообразия, а в 2008 г., в Основном законе по биоразнообразию, отмечены как районы охраны биоразнообразия. Знаковым этапом стал период с 2010 г., когда был принят План действий по охране ландшафтов *сатояма*, и прописаны действия для муниципальных властей по их сохранению. Тогда же на международном уровне запущена кампания «*Satoyama Initiative*». В 2000-2010-х гг. ряд министерств Японии запускают программы, так или иначе касающиеся сельских территорий и фермеров, однако разрозненность целей данных программ и отсутствие единого института, ответственного за их реализацию, не привело к эффективному результату. Эксперты отмечают, что в итоге значимую роль сыграли муниципалитеты и префектуры, которые на своем уровне принимали решения и постановления по вопросам сохранения ландшафтов *сатояма*.

Одним из наиболее ярких примеров действий на региональном уровне является инициатива префектуры Канагава [9], где в 2012 г. были утверждены 13 объектов (площадью от 12 га до 2,8 тыс. га), по которым заключены соглашения между владельцами земли и инициативными группами. Последние занимались возрождением традиционных систем природопользования (восстановлением сельскохозяйственных земель и лесов), а также экологическим образованием и просвещением (хайкинг, рыболовство, кулинарные мастер-классы, сельскохозяйственные мастер-классы, мастер-классы по изготовлению местных сувениров, локальные фестивали, наблюдения за птицами и др.).

Таблица. Этапы экологической политики Японии по вопросу возрождения ландшафтов *сатояма*

Table. Stages of Japan's environmental policy on the revival of Satoyama landscapes

Документ	Ключевая идея
Основной план по охране окружающей среды (1994) (<i>Basic Environment Plan</i>)	Необходимость усилия со стороны государства и общества для сохранения ландшафтов <i>сатояма</i>
Национальная стратегия по биоразнообразию (2003)	Роль ландшафтов <i>сатояма</i> в сохранении биоразнообразия; Satoyama, Conservation and Rehabilitation Model Program (2004)
Основной закон по биоразнообразию (2008) (<i>Basic Law on Biodiversity</i>)	<i>Сатояма</i> как районы охраны биоразнообразия
<i>Satoyama Conservation and Utilization Action Plan</i> (2010)	Рекомендации муниципальным властям по сохранению ландшафтов <i>сатояма</i>
Кампания « <i>Satoyama Initiative</i> » (встреча сторон конвенции по биоразнообразию, 2010)	International Partnership for Satoyama Initiative (IPSI)

Сложности, которые были выявлены по ходу проекта в Канагаве:

- стареющее сельское население, нехватка трудовых ресурсов;
- необходимость формирования активной позиции у префектурных администраций (как связующего звена между муниципалитетами и национальным правительством) и межрегиональное сотрудничество;
- необходимость законодательных изменений на муниципальном уровне (например, разрешения на строительства хозяйственных объектов на возделываемых участках фермерских земель);
- фандрайзинг, привлечение бизнес-сектора (для повышения корпоративной социальной ответственности компаний) через различные проекты, например, рынок углеродных единиц;
- международное сотрудничество через проекты «Образование для устойчивого

развития» (Университет ООН/ЮНЕСКО); «Инициатива Сатояма» (ООН); Конвенция европейских ландшафтов (Совет Европы, 2000) и др.

Заключение

Концепция «сатояма» лежит на перекрестке таких понятий как традиционное природопользование, культурный ландшафт, устойчивое развитие, и, начиная с середины 1990-х – начала 2000-х гг., испытывает возрождение в японском обществе, которое происходит во многом на основе японского опыта коллективной собственности и совместного управления. Развитие сельских территорий происходит более эффективно в результате активных действий местных инициативных групп (при префектурной поддержке) и требует, прежде всего, законодательных изменений в сфере землепользования, а также межрегионального взаимодействия и международного сотрудничества.

Литература

1. Афанасьев О. Е. Мировой опыт охраны сельских дестинаций как объектов Всемирного культурного наследия // Сервис в России и за рубежом. 2016. Т. 10. Вып. 07 (68). С. 18-33.
2. Никифоров А. И., Бахирева М. С. Реализация принципов рационального природопользования в рамках системы Satoyama // Теория и практика современной аграрной науки: сб. III национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2020. С. 511-514.
3. Никифоров А. И., Бахирева М. С. Контролируемая эксплуатация запасов анадромных корюшкообразных (*Osmeriformes*) как структурный элемент системы устойчивого природопользования *Satoyama* // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование: III Международная научно-практическая конференция (Керчь, 13-18 сентября 2022 г.). Керчь, 2022. С. 331-335.
4. Тихоцкая И. С. Трансформации XXI века: особенности формирования пути устойчивого развития в Японии // Азия и Африка сегодня. 2021. № 3. С. 31-39.
5. Хохлова Е. Р., Яковлева С. И. Общеευропейская и национальные стратегии сохранения биоразнообразия // Вестник Тверского университета. Серия: Биология и экология. 2020. № 4 (60). С. 155-168.
6. Dublin D. R., Tanaka N. Indigenous agricultural development for sustainability and “Satoyama”. *Geography, environment, sustainability*. 2014. 7 (2). Pp. 86-95.
7. Duraiappah A. K., Nakamura K. The Japan satoyama satoumi assessment: objectives, focus and approach. In: *Satoyama-Satoumi Ecosystems and Human Wellbeing: Socio-Ecological Production Landscapes of Japan*. United Nations University, Tokyo, 2012. Pp. 1-16.
8. Kada R. Valuation of Non-Marketed Agricultural Ecosystem Services and Food Security in Southeast Asia. In: *Sustainable Living with Environmental Risks*. Springer, Tokyo, 2014. Pp. 111-121.
9. Koike O. Rural landscape conservation in Japan: lessons from the Satoyama conservation program in Kanagawa prefecture. In: *Sustainable Living with Environmental Risks*. Springer, Tokyo, 2014. Pp. 253-263
10. Takeuchi K., Brown R. D., Washitani I., Tsunekawa A., Yokohari M. (eds.) *The nature of satoyama landscapes*. In: *Satoyama: The Traditional Rural Landscape of Japan*. Springer, Tokyo, 2003. 229 p.
11. Реферативная база данных Scopus [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com/> (дата обращения 17.12.2022)
12. Ministry of Environment, Japan. *The New Basic Environment Plan, 1994*. URL: <https://www.env.go.jp/en/policy/plan/basic/index.html> (accessed 17.12.2022)

References

1. Afanasev O. E. World experience in the protection of rural destinations as objects of the World Cultural Heritage. *Servis v Rossii i za rubezhom* [Service in Russia and Abroad]. 2016. Vol. 10. Iss. 07 (68). Pp. 18-33. (In Russian)
2. Nikiforov A. I., Bakhireva M. S. Implementation of the rational environmental management principles within the framework of Satoyama system. [Theory and Practice of Modern Agrarian Science: coll. of 3rd National (All-Russian) Scientific Conference with International Participation]. Novosibirsk, 2020. Pp. 511-514. (In Russian)
3. Nikiforov A. I., Bakhireva M. S. Controlled exploitation of anadromous smelt (*Osmeriformes*) stocks as a structural element of the Satoyama sustainable nature management system. *Biologicheskoe raznoobrazie: izuchenie, sokhranenie, vosstanovlenie, ratsional'noe ispol'zovanie: III Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Kerch', 13-18 sentyabrya 2022 g.* [Biological Diversity: Study, Conservation, Restoration, Rational Use: 3rd International Scientific and Practical Conference (Kerch, September 13-18, 2022)]. Kerch, 2022. Pp. 331-335. (In Russian)
4. Tikhotskaya I. S. Transformations of the 21st century: features of the formation of the path of sustainable development in Japan. *Aziya i Afrika segodnya* [Asia and Africa Today]. 2021. No. 3. Pp. 31-39. (In Russian)
5. Khokhlova E. R., Yakovleva S. I. Pan-European and national strategies for biodiversity conservation. *Vestnik Tverskogo universiteta. Seriya: Biologiya i ekologiya* [Bulletin of Tver University. Series: Biology and Ecology]. 2020. No. 4 (60). Pp. 155-168. (In Russian)
6. Dublin D. R., Tanaka N. Indigenous agricultural development for sustainability and "Satoyama". *Geography, environment, sustainability*. 2014. 7 (2). Pp. 86-95.
7. Duraipappah A. K., Nakamura K. The Japan satoyama satoumi assessment: objectives, focus and approach. In: *Satoyama-Satoumi Ecosystems and Human Wellbeing: Socio-Ecological Production Landscapes of Japan*. United Nations University, Tokyo, 2012. Pp. 1-16.
8. Kada R. Valuation of Non-Marketed Agricultural Ecosystem Services and Food Security in Southeast Asia. In: *Sustainable Living with Environmental Risks*. Springer, Tokyo, 2014. Pp. 111-121.
9. Koike O. Rural landscape conservation in Japan: lessons from the Satoyama conservation program in Kanagawa prefecture. In: *Sustainable Living with Environmental Risks*. Springer, Tokyo, 2014. Pp. 253-263
10. Takeuchi K., Brown R. D., Washitani I., Tsunekawa A., Yokohari M. (eds.) *The nature of satoyama landscapes*. In: *Satoyama: The Traditional Rural Landscape of Japan*. Springer, Tokyo, 2003. 229 p.
11. *Referativnaya baza dannykh Scopus* [Scopus Database]. Available at: <https://www.scopus.com/> (accessed 17.12.2022). (In Russian)
12. Ministry of Environment, Japan. *The New Basic Environment Plan, 1994*. URL: <https://www.env.go.jp/en/policy/plan/basic/index.html> (accessed 17.12.2022)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Банчева Александра Ивановна, кандидат географических наук, научный сотрудник кафедры физической географии мира и геоэкологии, географический факультет, МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия; e-mail: ban-sai@mail.ru

Принята в печать 04.10.2022 г.

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Affiliation

Alexandra I. Bancheva, PhD (Geography), Researcher, World Physical Geography and Geoecology Department, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; e-mail: ban-sai@mail.ru

Received 04.10.2022.

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 551.583.13
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-56-62. EDN: GUUNWA

Современные климатические тенденции горных ландшафтов Северного Кавказа на фоне глобального изменения климата

© 2022 Бекмурзаева Л. Р.¹, Братков В. В.^{1, 2}, Керимов И. А.^{1, 3}

¹ Грозненский государственный нефтяной технический университет
им. академика М. Д. Миллионщикова
Грозный, Россия; e-mail: eip-eco2017@yandex.ru;
vbratkov@mail.ru; ibragim_kerimov@mail.ru

² Московский государственный университет геодезии и картографии
Москва, Россия; e-mail: vbratkov@mail.ru

³ Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН
Москва, Россия; e-mail: ibragim_kerimov@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Цель. Оценка современных климатических условий горных ландшафтов Северного Кавказа на фоне меняющегося климата. **Методы.** Использовались данные температуры и осадков по шести метеостанциям в период с 1961 по 2020 г. Обработка материала проводилась в Excel с применением методов математической статистики. **Результаты.** Среднегодовая температура в период с 1961 по 2020 г. выросла на 0,5 °С. Увеличилась сумма активных температур, превышающая 5 °С и 10 °С на 6 и 13 % соответственно. Средние температуры самого холодного месяца (январь) и самого теплого (июль) также повысились. Осадки остались в пределах нормы. Отмечается перераспределение осадков в течение года. Осадки теплого периода в норме или немного выше нормы, холодного – сократились. **Вывод.** Климатические изменения горных ландшафтов Северного Кавказа протекают по сценарию увеличения годовой температуры, наибольшие темпы ее роста отмечаются в последние десятилетия. Количество осадки изменений практически не претерпели, однако изменилось их соотношение внутри сезонов.

Ключевые слова: современные климатические изменения, ландшафт, температура, осадки, гидро-термический коэффициент, коэффициент увлажнения.

Формат цитирования: Бекмурзаева Л. Р., Братков В. В., Керимов И. А. Современные климатические тенденции горных ландшафтов Северного Кавказа на фоне глобального изменения климата // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 56-62. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-56-62. EDN: GUUNWA

Current Climatic Trends in the Mountain Landscapes of the North Caucasus Against the Backdrop of Global Climate Change

© 2022 Luiza R. Bekmurzaeva¹, Vitaliy V. Bratkov^{1, 2}, Ibragim A. Kerimov^{1, 3}

¹ M. D. Millionshchikov Grozny State Oil Technical University
Grozny, Russia; e-mail: eip-eco2017@yandex.ru;
vbratkov@mail.ru; ibragim_kerimov@mail.ru

² Moscow State University of Geodesy and Cartography
Moscow, Russia; e-mail: vbratkov@mail.ru

³ O. Yu. Schmidt Institute of Earth Physics, Russian Academy of Sciences
Moscow, Russia; e-mail: ibragim_kerimov@mail.ru

ABSTRACT. Aim. Assessment of current climate conditions in the mountain landscapes of the North Caucasus against the backdrop of a changing climate. **Methods.** Temperature and precipitation data from six weather stations from 1961 to 2020 were used. The material was processed in Excel using the methods of mathematical statistics. **Results.** Average annual temperature from 1961 to 2020 increased by 0.5 °C. The sum of active temperatures increased, exceeding 5 °C and 10 °C by 6 and 13 %, respectively. The average temperatures of the coldest month (January) and the warmest month (July) also increased. Precipitation remained within normal limits. There is a redistribution of precipitation throughout the year. Precipitation during the warm period is normal or slightly above the norm, during the cold period it has decreased. **Conclusion.** Climate changes in the mountain landscapes of the North Caucasus proceed according to the scenario of an increase in annual temperature, the highest rates of its growth have been observed in recent decades. Quantitatively, precipitation has practically not changed, but their ratio within the seasons has changed.

Keywords: current climatic change, landscape, temperature, precipitation, hydrothermal coefficient, moisture coefficient.

For citation: Kerimov I. A., Bratkov V. V., Bekmurzaeva L. L. Current Climatic Trends in the Mountain Landscapes of the North Caucasus Against the Backdrop of Global Climate Change. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 3. Pp. 56-62. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-56-62. EDN: GUUNWA (In Russian)

Введение

Согласно мировым исследованиям, нет никаких сомнений в происходящих глобальных климатических изменениях. Споры возникают только о причинах этих изменений. Последние сведения о глобальных изменениях климата отражены в шестом оценочном докладе МГЭИК, опубликованном в 2022 г. [20].

Региональным исследованиям в области изменения климата, в частности Северного Кавказа, также посвящено множество работ. В работах [1; 2; 5; 8; 16] дана оценка современному оледенению Северного Кавказа на фоне изменения климата, а также активизации опасных гидрометеорологических явлений. Влияние климатических изменений на структуру и функционирование ландшафтов Северного Кавказа рассмотрено в работах [3; 6; 10; 11]. Оценка климатических изменений Юга Европейской части России и последствий этих изменений на природные системы и экономику изучены в работах [4; 12; 18; 19]. Опыт картографирования изменчивости агроклиматических условий Северного Кавказа представлен в работах [7; 17]. Однако изменениям климата горных ландшафтов Северного Кавказа, на наш взгляд, уделено недостаточное внимание. Горные ландшафты Северного Кавказа занимают практически 1/3 территории, достаточно хорошо заселены, активно используются в сельском хозяйстве, в основном в животноводстве, а также используются в рекреации.

Целью исследования является оценка современных климатических условий гор-

ных ландшафтов Северного Кавказа на фоне меняющегося климата.

Материал и методы исследования

Анализ климатических изменений проводится на основе данных 6 репрезентативных метеорологических станций (Ахты, Зеленчукская, Шадпатмаз, Шатой, Клухорский перевал, Теберда) в период с 1961 по 2020 г. Для анализа использовались среднемесячные температуры и количество осадков. Статистическая обработка материала проводилась в Excel. С применением методов математической статистики, в таблицах Excel были прописаны макросы по всем выбранным метеостанциям и рассчитаны следующие показатели:

– сумма активных температур больше 5 °C, 10 °C – этот показатель используется для определения потребности в тепле большинства растений, а также для оценки термических ресурсов территории. Он определяется как сумма среднесуточных температур воздуха за период времени, в течение которого среднесуточная температура была выше 5, 10 или 15°;

– сумма температур за холодный период (ноябрь-март);

– сумма осадков за холодный (ноябрь-март) и теплый (апрель-октябрь) периоды;

– гидротермический коэффициент Селянинова Г. Т. (ГТК) [15];

– коэффициент увлажнения Иванова Н. Н. (Ку) [9];

– максимальное, минимальное и среднее значение температуры и осадков за выбранный период;

– среднеквадратическое отклонение температуры и осадков.

В качестве нормы использовались данные из [14].

Результаты и их обсуждение

Среднегодовая температура в горных ландшафтах Северного Кавказа составила 6,7°. Отклонение от среднеегодового значения составило +0,5 °С. Наибольшее отклонение отмечается в холодный период (с ноября по апрель) и составляет от +0,5 °С до +1,0 °С. Максимально теплым за

исследуемый период был 2010 г. (рис. 1). Наиболее холодным – 1992 г. Рост годовой температуры хорошо иллюстрирует линейный тренд (рис. 1). Зима стала более мягкой, температуры самого холодного месяца (января) выросли. А лето стало более жарким, средние температуры июля также повысились (табл. 2). Сумма температур, превышающая 5 °С выросла до 6 %. Сумма температур, превышающая 10 °С, выросла до 13 % (табл. 3).

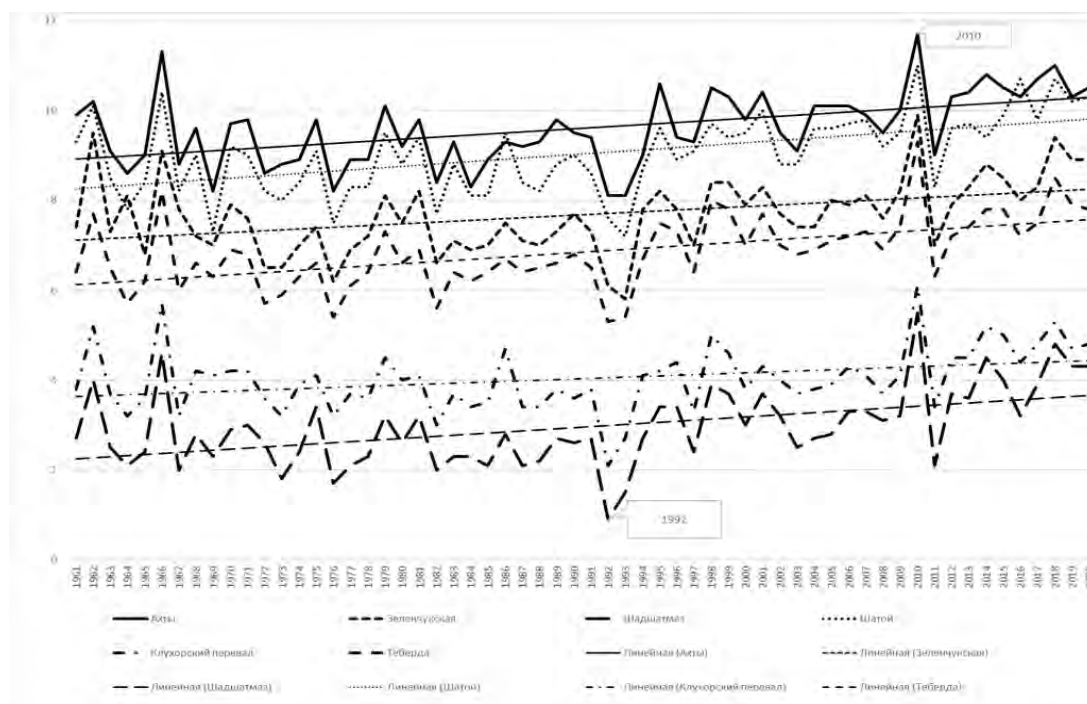


Рис. 1. Годовая изменчивость температуры воздуха за 1961–2020 гг. по метеостанциям
Fig. 1. Annual variability of air temperature for 1961–2020 by weather stations

Таблица 1. Отклонение средней температуры воздуха за период с 1961 по 2020 г. от среднеегодового значения
Table 1. Deviation of the average air temperature for the period from 1961 to 2020 from the average annual value

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Среднее	-3,5	-2,6	1,0	6,4	10,9	14,2	16,6	16,3	12,3	7,4	2,5	-1,5	6,7
Отклонение от нормы	1,0	0,8	0,7	0,7	0,1	0,4	0,4	0,3	0,4	0,1	0,5	0,8	0,5
σ	2,5	2,7	2,2	1,8	1,3	1,4	1,3	1,5	1,5	1,8	2,1	2,4	0,8

Таблица 2. Средние температуры самого холодного и самого теплого месяцев
Table 2. Average temperatures of the coldest and warmest months

	Средняя температура января, °С		Средняя температура июля, °С	
	Данные из [14]	1961–2020гг.	Данные из [14]	1961–2020 гг.
Ахты	-2,2	-1,1	20,0	20,2
Зеленчукская	-5,0	-3,6	17,7	18,1
Шадпатмаз	-6,4	-5,6	10,8	11,5
Шатой	-4,1	-3,0	20,5	20,4
Клухорский перевал	-5,7	-5,2	12,0	13,3
Теберда	-3,9	-2,7	15,6	16,2

Таблица 3. Сумма активных температур, превышающая 5 °С и 10 °С.

Table 2. The sum of active temperatures exceeding 5 °C and 10 °C

	Сумма активных температур, превышающая 5° С		Сумма активных температур, превышающая 10° С	
	Данные из [14]	1961-2020гг.	Данные из [14]	1961-2020гг.
Ахты	3217	3404,2	2947	2966,0
Зеленчукская	2800	2878,0	2326	2461,5
Шадшатмаз	1332,60	1455,2	667,80	751,6
Шатой	3260	3333,9	2690	2947,2
Клухорский перевал	1751	1784,5	1084	1121,2
Теберда	2449	2514,5	2036	2056,2

Таблица 4 Отклонение осадков за период с 1961 по 2020 г. от среднеголетнего значения.

Table 4. Deviation of precipitation for the period from 1961 to 2020 from the average annual value

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Среднее	129	136	145	155	163	172	181	196	218	254	315	444	839
Отклонение от нормы	7	6	7	6	6	8	9	12	14	18	22	27	45
σ	45	46	48	49	50	52	54	56	59	63	70	86	140

Таблица 5. Отклонение показателей увлажнения от среднеевропейского значения за период с 1961 по 2020 г.

Table 5. Deviation of moisture indicators from the average annual value for the period from 1961 to 2020

Метеостанция	ГТК	КУ
Ахты	0,01	-0,11
Зеленчукская	0,01	-0,24
Шадшатмаз	-0,08	-1,03
Шатой	0,11	-0,18
Клухорский перевал	-0,86	-2,63
Теберда	0,0	-0,50

Годовое количество осадков равно 839 мм. Годовой рост осадков составил 45 мм, что находится в пределах естественной флуктуации. В целом можно сказать, что осадки остались в пределах нормы или незначительно выше нормы (табл. 4). Однако показатели увлажнения, такие как ГТК и Ку, говорят о перераспределении осадков в течение года. Исходя из того, что Ку характеризует увлажненность с учетом осадков холодного периода года, а ГТК – увлажненность теплого периода года [13], можно сказать, что осадки теплого периода незначительно выросли или остались в пределах нормы, тогда как осадки холодного периода – сократились (табл. 5). И только на Клухорском перевале отмечается сокращение осадков и теплого периода.

Закключение

Таким образом, в горных ландшафтах Северного Кавказа отмечается положительный тренд годовой температуры воздуха. В среднем температура выросла на 0,5 °С. На фоне роста годовой температуры выросли такие показатели, как сумма активных температур, превышающая 5° и 10 °С, а также средние температуры января и июля.

Годовые осадки не претерпели существенных изменений, однако произошло их перераспределение в течение года, об этом говорят показатели увлажнения ГТК и Ку. Осадки теплого периода увеличились или остались в пределах нормы, а холодного – сократились.

Литература

1. Аджиев А. Х. Шевченко А. В. Кондратьева Н. В., Юрченко Н. В. Деградация оледенения Большого Кавказа под воздействием климатических изменений // Успехи современного естествознания. 2022. № 6. С. 27-34.

2. Аджиева А. А., Кондратьева Н. В. Изменение климата и гидрометеорологические явления в горных районах Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий. 2009. № 1. Т. 1. С. 68-72.

3. Атаев З. В., Братков В. В., Гаджибеков М. И. Сезонная и многолетняя динамика полупустынных ландшафтов Северо-Западного Прикаспия (на примере можжевельного урочища «Буруны» Терско-Кумской низменности) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2018. Т. 12. № 4. С. 34-48.

4. Ашабоков Б. А., Федченко Л. М., Ташилова А. А., Кешева Л. А., Теунова Н. В. Пространственно-временное изменение климата юга европейской территории России, оценка его последствий, методы и модели адаптации АПК. Нальчик: ООО «Печатный двор», 2020. 476 с.

5. Беккиев М. Ю., Докукин М. Д., Калов Р. Х., Ташилов А. А. Современная деградация долинных ледников Центрального Кавказа // Фундаментальная и прикладная климатология. 2021. № 7(3). С. 113-141.

6. Братков В. В., Атаев З. В. Оценка влияния современных климатических условий на природно-территориальные комплексы Северо-Восточного Кавказа (по материалам дистанционного зондирования Земли) // Мониторинг. Наука и технологии. 2017. № 2 (31). С. 6-14.

7. Братков В. В., Савинова С. В., Ключин П. В., Керимов И. А., Бекмурзаева Л. Р. Картографирование современной изменчивости агроклиматических условий Северного Кавказа // Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16. № 4. С. 173-181.

8. Залиханов М. Ч. Коломыц Э. Г., Панов В. Д. Прогноз изменения климата, высокогорных ландшафтов и оледенения Большого Кавказа на ближайшие десятилетия // Труды Высокотермического геофизического института. 1985. № 62. С. 14-33.

9. Иванов Н. Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара. М.-Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1948. 224 с.

10. Керимов И. И., Братков В. В., Бекмурзаева Л. Р. Современные климатические тренды полупустынных ландшафтов Северного Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий. 2021. Т. 13. № 4. С. 576-589.

11. Керимов И. И., Братков В. В., Бекмурзаева Л. Р. Современные климатические изме-

нения степных ландшафтов Северного Кавказа (на примере Чеченской Республики) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2021. Т. 15. № 2. С. 46-53.

12. Лурье П. М. Глобальное изменение климата и сток рек юга России // Эколого-географический вестник Юга России. 2002. № 2. С. 42-45.

13. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем / Науч. ред. С. М. Семёнов. М.: Росгидромет, 2012. 512 с.

14. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Ч. 2 / под ред. В. Ф. Проценко. Л.: Гидрометеоиздат, 1966. 492 с.

15. Чирков Ю. И. Основы агрометеорологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 253 с.

16. Lurie P. M., Panov V. D. Variations of contemporary glaciation of the northern slope of the Greater Caucasus in the 20th century and the forecast of its degradation in the 21st century. Meteorology and Hydrology. 2014, no 4, pp. 254-259.

17. Savinova S. V., Bratkov V. V., Klyushin P. V., Lomakin G. V., Marin A. N. Relief assessment in the North Caucasian Federal District for agrarian purposes. International symposium on Earth sciences: history, contemporary issues and prospects (Stavropol, 10 march 2020). Stavropol, 2020, pp. 012152.

18. Tashilova A. A. Analysis of climate change in Terskol over the last 60 years. All-russian open conference on cloud physics and weather modification (Nalchik, 08-10 September 2021). IOP Publishing Ltd, pp. 012038.

19. Tashilova A. A., Kalov Kh. M., Kesheva L. A., Teunova N. V. Comprehensive analysis of snow cover in the south of Russia. All-russian open conference on cloud physics and weather modification. Nalchik, 08-10 September 2021. IOP Publishing Ltd, pp. 012039.

20. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/> (accessed 02.09.2022).

References

1. Adzhiev A. Kh. Shevchenko A. V. Kondrat'eva N. V., Yurchenko N. V. Degradation of the glaciation in the Greater Caucasus under the influence of climatic changes. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of Current Natural Sciences]. 2022. No. 6. Pp. 27-34. (In Russian)

2. Adzhieva A. A., Kondrat'eva N. V. Climate change and hydrometeorological phenomena in the mountainous regions of the Caucasus.

Ustoychivoe razvitie gornyykh territoriy [Sustainable Development of Mountain Territories]. 2009. No. 1. Vol. 1. Pp. 68-72. (In Russian)

3. Ataev Z. V., Bratkov V. V., Gadzhibekov M. I. Seasonal and long-term dynamics of semi-desert landscapes of the North-Western Caspian Region (on the example of "Buruny" juniper tract of the Terek-Kuma lowland). *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universi-*

teta. *Estestvennye i tochnye nauki* [Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences]. 2018. Vol. 12. No. 4. Pp. 34-48. (In Russian)

4. Ashabokov B. A., Fedchenko L. M., Tashilova A. A., Kesheva L. A., Teunova N. V. *Prostranstvenno-vremennoe izmenenie klimata yuga evropeyskoy territorii Rossii, otsenka ego posledstviy, metody i modeli adaptatsii APK* [Spatio-Temporal Climate Change in the South of the Russian European Territory, Assessment of its Consequences, Methods and Models of the Agro-industrial Complex Adaptation]. Nalchik, Pechatnyy dvor Publ., 2020. 476 p. (In Russian)

5. Bekkiev M. Yu., Dokukin M. D., Kalov R. Kh., Tashilov A. A. Current degradation of valley glaciers in the Central Caucasus. *Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya* [Fundamental and Applied Climatology]. 2021. No. 7(3). Pp. 113-141. (In Russian)

6. Bratkov V. V., Ataev Z. V. Evaluation of the influence of current climatic conditions on the natural-territorial complexes of the North-Eastern Caucasus (based on the Earth's remote sensing). *Monitoring. Nauka i tekhnologii* [Monitoring. Science and Technology]. 2017. No. 2 (31). Pp. 6-14. (In Russian)

7. Bratkov V. V., Savinova S. V., Klyushin P. V., Kerimov I. A., Bekmurzaeva L. R. Mapping of current variability of agro-climatic conditions of the North Caucasus. *Yug Rossii: ekologiya, razvitiye* [South of Russia: ecology, development]. 2021. Vol. 16. No. 4. Pp. 173-181. (In Russian)

8. Zalikhanov M. Ch. Kolomyts E. G., Panov V. D. Forecast of climate change, highland landscapes and glaciation of the Greater Caucasus for the coming decades. *Trudy Vysokogornogo geofizicheskogo instituta* [Proceedings of High Mountain Geophysical Institute]. 1985. No. 62. Pp. 14-33. (In Russian)

9. Ivanov N. N. *Landshaftno-klimaticheskie zony zemnogo shara* [Landscape and Climatic Zones of the Globe]. Moscow-Leningrad, the USSR Academy of Sciences Publ., 1948. 224 p. (In Russian)

10. Kerimov I. I., Bratkov V. V., Bekmurzaeva L. R. Current climatic trends of semi-desert landscapes in the North Caucasus. *Ustoychivoe razvitiye gornyykh territoriy* [Sustainable Development of Mountain Territories]. 2021. Vol. 13. No. 4. Pp. 576-589. (In Russian)

11. Kerimov I. I., Bratkov V. V., Bekmurzaeva L. R. Current climate changes in the steppe land-

scapes of the North Caucasus (the Chechen Republic). *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvennye i tochnye nauki* [Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences]. 2021. Vol. 15. No. 2. Pp. 46-53. (In Russian)

12. Lurie P. M. Global climate change and river runoff in the south of Russia. *Ekologo-geograficheskij vestnik Yuga Rossii* [Ecological and Geographical Journal of the South of Russia]. 2002. No. 2. Pp. 42-45. (In Russian)

13. Semenov S. M. (ed.) *Metody otsenki posledstviy izmeneniya klimata dlya fizicheskikh i biologicheskikh system* [Methods for Assessing the Consequences of Climate Change for Physical and Biological Systems]. Moscow, Rosgidromet Publ., 2012. 512 p. (In Russian)

14. Protsenko V. F. *Spravochnik po klimatu SSSR. Vyp. 13. Ch. 2.* [Reference Book on the Climate of the USSR. Iss. 13. Part 2]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1966. 492 p. (In Russian)

15. Chirkov Yu. I. *Osnovy agrometeorologii* [Fundamentals of Agrometeorology]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1975. 253 p. (In Russian)

16. Lurie P. M., Panov V. D. Variations of contemporary glaciation of the northern slope of the Greater Caucasus in the 20th century and the forecast of its degradation in the 21st century. *Meteorology and Hydrology*. 2014, no 4, pp. 254-259.

17. Savinova S. V., Bratkov V. V., Klyushin P. V., Lomakin G. V., Marin A. N. Relief assessment in the North Caucasian Federal District for agrarian purposes. International symposium on Earth sciences: history, contemporary issues and prospects (Stavropol, 10 march 2020). Stavropol, 2020, pp. 012152.

18. Tashilova A. A. Analysis of climate change in Terskol over the last 60 years. All-russian open conference on cloud physics and weather modification (Nalchik, 08-10 September 2021). IOP Publishing Ltd, pp. 012038.

19. Tashilova A. A., Kalov Kh. M., Kesheva L. A., Teunova N. V. Comprehensive analysis of snow cover in the south of Russia. All-russian open conference on cloud physics and weather modification. Nalchik, 08-10 September 2021. IOP Publishing Ltd, pp. 012039.

20. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/> (accessed 02.09.2022).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Бекмурзаева Луиза Руслановна, кандидат географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории климатологии и метеорологии НИИ геоэкологии и природопользования, Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия; e-mail: eip-eco2017@yandex.ru

Братков Виталий Викторович, доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории климатологии и метеорологии НИИ геоэкологии и природопользования, Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия; заведующий кафедрой географии, Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия; e-mail: vbratkov@mail.ru

Керимов Ибрагим Ахмедович, доктор физико-математических наук, профессор, директор НИИ геоэкологии и природопользования, Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия; главный научный сотрудник Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия; e-mail: ibragim_kerimov@mail.ru

Благодарность

Работа выполнена в рамках госзадания ГГНТУ им. академика М. Д. Миллионщикова FZNU-2021-0002 «Оценка изменчивости агроклиматических условий Северного Кавказа в связи с глобальными изменениями климата»

Принята в печать 04.10.2022 г.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Luiza R. Bekmurzaeva, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Leading Researcher, Laboratory of Climatology and Meteorology of the Research Institute of Geoecology and Environmental Management, M. D. Millionshchikov Grozny State Oil Technical University, Grozny, Russia; e-mail: eip-eco2017@yandex.ru

Vitaly V. Bratkov, Doctor of Science (Geography), Professor, Chief Researcher, Laboratory of Climatology and Meteorology of the Research Institute of Geoecology and Environmental Management, M. D. Millionshchikov Grozny State Oil Technical University, Grozny, Russia; Head of the Department of Geography, Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia; e-mail: vbratkov@mail.ru

Ibragim A. Kerimov, Doctor of Science (Physics and Mathematics), Professor, Director of the Research Institute of Geoecology and Environmental Management, M. D. Millionshchikov Grozny State Oil Technical University, Grozny, Russia; Chief Researcher, O. Yu. Schmidt Institute of Earth Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; e-mail: ibragim_kerimov@mail.ru

Acknowledgment

The work was supported within the framework of the state task of M. D. Millionshchikov GSOTU FZNU-2021-0002 "Assessment of Variability of the North Caucasus Agro-Climatic Conditions in Connection with Global Climate Changes"

Received 04.10.2022.

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 796.5
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-63-68. EDN: GZCJW

Туристские регионы и субрегионы Египта

© 2022 Гергес Б. Р. Б., Ивлиева О.В.

Южный федеральный университет
Ростов-на-Дону, Россия; e-mail: gerges@sfedu.ru; ivlieva.o@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Цель. Выделить основные и второго плана центры туризма Египта. **Методы.** В данной работе использован метод сравнительного-сопоставительного анализа, статистический. **Результаты.** Египет имеет большое количество природных и историко-культурных достопримечательностей: качественный пляжный отдых круглый год на Средиземном и Красном морях, интересная разнообразная экскурсионная программа включает пирамиды Гизы, Сфинкс и Луксор. В пределах страны есть морские и прибрежные экосистемы, территории пустынь, водно-болотные ландшафты, долина Нила. Наиболее посещаемыми туристическими регионами Египта являются Южный Синай, Красное море, Каир. Города с наиболее развитой инфраструктурой имеют большой спрос среди остальных туристических направлений в Египте. **Выводы.** В пределах территории страны выделяются 5 туристских регионов и 13 туристских субрегионов в соответствии с характеристиками туристских ресурсов и рыночными условиями развития туризма. Каждый регион имеет свои отличительные особенности и туристский потенциал.

Ключевые слова: туризм, инфраструктура, отель, размещение, вместимость, туристский поток, доходы, туристские регионы.

Формат цитирования: Гергес Б. Р. Б., Ивлиева О. В. Туристские регионы и субрегионы Египта // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 63-68. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-63-68. EDN: GZCJW

Tourist Regions and Subregions of Egypt

© 2022 Bola R. B. Gerges, Olga V. Ivlieva

South Federal University
Rostov-on-Don, Russia; e-mail: gerges@sfedu.ru; ivlieva.o@mail.ru

ABSTRACT. The aim of the paper is to highlight the main and secondary centers of tourism in Egypt. **Methods.** The method of comparative analysis and statistical method were used in the paper. **Results.** Egypt has a large number of natural, historical and cultural attractions: high-quality beach holidays all year round in the Mediterranean and Red Seas, an interesting and varied excursion program includes the pyramids of Giza, the Sphinx and Luxor. Within the country there are marine and coastal ecosystems, desert areas, wetland landscapes, the Nile Valley. The most visited tourist regions of Egypt are South Sinai, Red Sea and Cairo. Cities with the most developed infrastructure are in greater demand among the rest of the tourist destinations in Egypt. **Conclusions.** 5 tourist regions and 13 tourist subregions are distinguished in accordance with the characteristics of tourist resources and market conditions for tourism development within the territory of the country. Each region has its own distinctive features and tourism potential.

Keywords: tourism, infrastructure, hotel, accommodation, capacity, tourist flow, income, tourist regions.

For citation: Gerges B. R. B., Ivlieva O. V. Tourist Regions and Subregions of Egypt. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 3. Pp. 63-68. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-63-68. EDN: GZCJW (In Russian).

Введение

Египет имеет очень выгодное географическое положение с точки зрения развития мировой торговли и туризма, он находится между Африкой, Ближним Востоком и Европой, в нем расположен Суэцкий канал, обеспечивающий самый короткий путь из Азии в Европу.

В пределах страны выделяют несколько ландшафтных экосистем: морские и прибрежные экосистемы, территории пустынь, водно-болотные экосистемы и долина Нила [1; 2].

Пустынная экосистема представляет собой более 96 % территории Египта и делится на три основные части: западную пустыню, восточную пустыню и Синайский полуостров. Эти пустыни характеризуются своими уникальными оазисами, горными территориями, прекрасными долинами [6].

Морские и прибрежные экосистемы занимают побережье Красного и Средиземного морей. Водно-болотные экосистемы выполняют экологические и биологические функции поддержания экологического баланса, такие как очистка воды, смягчение последствий изменения климата и сохранение биоразнообразия. Многие из них имеют международное значение для местных и перелетных птиц. Египетские водно-болотные угодья также приносят стране около 39 % рыбной продукции. Уникальны и специфичны ландшафты долины и дельта Нила. Река Нил простирается на 1530 км в пределах Египта [1; 4].

Туристские достопримечательности Египта известны каждому: качественный пляжный отдых круглый год на Средиземном и Красном морях с отличным дайвингом, интересной разнообразной экскурсионной программой, включающей: пирамиды Гизы, Сфинкс и Луксор. Египет является одним из самых захватывающих мест в мире благодаря своим уникальным историческим сокровищам и удивительной красоте подводного мира Красного моря. За последние годы египетский туризм резко вырос, составив в последние десять лет – 10 миллионов человек [5; 7].

Эта отрасль является крупнейшим источником иностранной валюты, а также ключевым драйвером роста экономики страны.

Результаты и их обсуждение

Для анализа и оценки современного состояния туристского сектора Египта в рамках всей территории страны выделяются 5 туристских регионов и 13 туристских субрегионов в соответствии с характери-

ками туристских ресурсов (историческая, культурная и природная) и рыночными условиями развития (табл. 1; рис. 1). Каждый регион имеет свои отличительные особенности и туристский потенциал.

Таблица. Туристские регионы и субрегионы Египта

Table. Tourist regions and subregions of Egypt

Туристские регионы	Туристские субрегионы	
Каирский регион	1A	Каирский субрегион
	1B	Субрегион Дельты Нила
	1C	Субрегион Эль-Файюм
	1D	Субрегион Суэцкого канала
Регион долины Нила	2A	Субрегион Среднего Нила
	2B	Субрегион Верхнего Нила
Регион Красного моря	3A	Южно-Синайский субрегион
	3B	Субрегион Красного моря
Регион Средиземного моря	4A	Северо-Синайский субрегион
	4B	Александрийский субрегион
	4C	Субрегион Матрух
Регион пустынь и оазисов	5A	Субрегион Сива
	5B	Субрегион Западной пустыни

Каирский регион характеризуется очень контрастными особенностями туристского потенциала. Он состоит из четырех субрегионов, а именно – Каира, дельты Нила, Файюма и Суэцкого канала.

Субрегион Каир характеризуется как историческая и городская туристическая зона. Это основная зона развития международного туризма. Территория Каирского субрегиона обладает богатыми историко-культурными ресурсами, такими как древнее наследие (пирамиды Гизы, Саккара и Дахшур), коптское (христианское) и исламское наследие, различные музеи и памятниками. Здесь развит познавательный историко-культурный и деловой туризм.

Дельта Нила обладает также некоторыми историческими ресурсами, такими как монастыри Вади Натрун и богатыми пейзажами плодородных сельскохозяйственных полей. Однако следует отметить, что эти туристические ресурсы еще недостаточно используются для производства туристических продуктов.

Субрегион Файюм: в этом субрегионе находится самый большой оазис в Египте, который является популярным туристическим направлением как для иностранных, так и для египетских туристов. Вокруг озера Карун обитают различные виды водоплавающих птиц, а также некоторые исторические достопримечательности, такие как руины Караниса и пирамиды Мейдум.

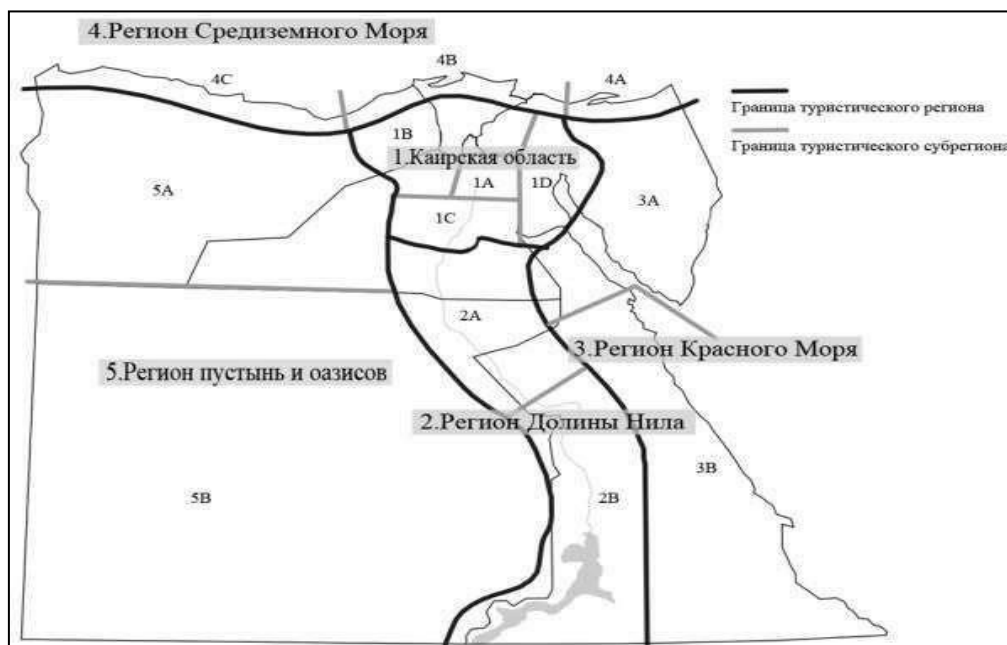


Рис. 1. Туристские регионы и субрегионы Египта
Fig. 1. Tourist regions and subregions of Egypt

Субрегион Суэцкого канала: включает в себя некоторые доступные туристические направления из Каира, такие как Суэцкий канал, город Исмаилия и пляжные курорты в Айн-Сухне, которые привлекают египетских и арабских посетителей.

Регион долины Нила можно охарактеризовать как историческую туристическую зону, которая является классической и зрелой областью египетского туризма. Этот регион разделен на два субрегиона Среднего Нила и Верхнего Нила.

Субрегион Среднего Нила: Этот субрегион включает в себя ценные археологические памятники, такие как гробницы Бени Хасана и храмы Сети I и Рамсеса II.

Субрегион Верхнего Нила: Этот субрегион включает классические и репрезентативные направления египетского туризма, такие как Луксор, Асуан и Абу-Симбел. Есть множество археологических памятников, включая объекты всемирного наследия, такие как Карнакский храм, древние Фивы и Некрополь на Западном берегу Нила, которые в основном привлекают иностранных посетителей. Пейзаж реки Нил и прибрежных островов, а также Асуанская высокая плотина также являются главными достопримечательностями. Посетители этого субрегиона совершают обзорные экскурсии, так что средняя продолжительность пребывания в каждом пункте назначения короче, чем в других.

Регион Красного моря состоит из двух субрегионов, а именно – Южного Синая и Красного моря. Этот регион представляет собой морскую курортную зону, которая недавно превратилась в основное туристическое направление в Египте. Другие достопримечательности включают в себя различные виды водного спорта.

Субрегион Южного Синая: этот субрегион состоит из побережья залива Акаба и Суэцкого залива, а также пустыни и гор внутреннего Синая. Побережье залива Акаба – это морская курортная зона, которая недавно превратилась в основное туристическое направление в Египте, в основном для европейских отдыхающих и дайверов.

Субрегион Красного моря: Красное море – всемирно известное место для дайверов с его чистыми водами, красочными коралловыми рифами и редкими рыбами. В последние годы на побережье Красного моря были запущены огромные пляжные курорты, такие как Аль-Гуна и Абу-Сома в качестве новых туристических центров, в то время как Хургада функционирует как ворота этого региона.

Регион Средиземного моря состоит из трех субрегионов: Северного Синая, Александрии и Матруха. Этот регион характеризуется как прибрежная зона курортного туризма.

Субрегион Северного Синая: этот субрегион включает в себя несколько пляжей для египетских и арабских туристов. Озеро Бардавилль – это водно-болотное угодье для перелетных птиц.

Субрегион Александрия: в этот субрегион входит город Александрия, который является основным местом отдыха и туризма для египетских и арабских отдыхающих с популярными пляжами и прибрежным рядом зданий. Из Каира можно легко добраться по шоссе и железной дороге. Количество посетителей почти такое же, как в Луксоре, но некоторые из его исторических достопримечательностей менее привлекательны.

Субрегион Матрух: В этом субрегионе есть пляжные курорты, которые привлекают египетских и арабских отдыхающих. В последнее время в этом регионе наблюдается стремительное развитие туристических деревень.

Регион пустынь и оазисов. Этот регион охватывает Западную пустыню, включая пять главных оазисов: Бахария, Фарафра, Харга и Дахла. Этот регион можно охарактеризовать как зону приключенческого туризма, экотуризма. Эта дестинация все еще находится в стадии становления, но рассматривается как новое альтернативное туристическое направление в Египте. В последние годы количество посетителей растет, хотя объем пока невелик. Большинство посетителей – иностранные гости.

Исходя из стратегии развития туризма в Египте, были выделены основные туристические центры, такие как Александрия, Гиза, Каир, наиболее активные по посещаемости туристические центры (Шарм-Эль-Шейх, Луксор и Асуан) и перспективные, вторичные туристские центры, выделенные преимущественно на побережье Красного моря (рис. 2).

Министерство туризма Египта разработало целый ряд мер по развитию этих регионов [3]. В частности, было предложено контролировать стремительный рост развития туризма в регионах, привлекающих большое количество посетителей – в Каирском регионе и Александрии, и в то же время повышать уровень качества туристских продуктов, поощрять развитие туристической индустрии в активных регионах, которые хорошо известны на международном уровне (Луксор, Асуан, Хургада, Красное море, Шарм-эль-Шейх) и включить эти регионы в комплексный план развития ту-

риндустрии страны, развивать перспективные туристские центры, имеющие особый туристско-рекреационный потенциал (Айн-эль-Сохна, Сент-Кэтрин и Рас-Сидр), поддерживать на федеральном уровне развитие ряда вторичных туристических центров в малом масштабе в соответствии с ожидаемым туристским спросом и региональными возможностями развития каждого центра.

Заключение

Александрия, Гиза и Каир основные туристические центры Египта. Активно развиваются в настоящее время туристические центры, особенно по посещаемости туристами являются регионы: Луксор – за счет мировой значимости историко-культурного потенциала, Асуан (уникальное гидротехническое сооружение), Шарм-Эль-Шейх – центр пляжного туризма, дайвинга, самые северные коралловые рифы в мире. Наиболее перспективными регионами развития туризма в ближайшее будущее являются Таба, Нувейба, Дахаб, Сафага, Кусейр, Марса Алам, которые будут функционировать как центры пляжного и бальнеологического туризма.

Министерство туризма Египта, чтобы регламентировать, перераспределить потоки туристов в основных туристических центрах (Александрия, Гиза, Каир) разработало целый ряд мер по развитию новых регионов. Разработанные программы развития новых туристских центров предполагают привлечение больших денежных средств за счет федерального бюджета страны и частных инвестиций.

Основными туристическими центрами в Египте являются: Александрия, Гиза, Каир. Наиболее активными по посещаемости туристические центры: Шарм-Эль-Шейх, Луксор и Асуан. Перспективными вторичными на сегодняшний день являются туристские центры, выделенные преимущественно на побережье Красного моря.

Министерство туризма разработало целый ряд мер по развитию этих регионов. Предложено контролировать стремительный рост развития туризма в регионах, привлекающих большое количество посетителей. Активно поощрять развитие туристической индустрии в регионах, хорошо известных на международном уровне (Луксор, Асуан, Хургада, Красное море, Шарм-эль-Шейх). Поощрять и поддерживать на федеральном уровне развитие ряда вторичных туристических центров.



Рис. 2. Основные и перспективные туристские центры Египта
Fig. 2. The main and promising tourist centers of Egypt

Литература

1. Helmy E. Towards integration of sustainability into tourism planning in developing countries: Egypt Asa Case study. *Current Issues in Tourism*. 2004. Vol. 7. Pp. 478-501.

2. Palme K., Partale, K. Value Chain Analysis for Tourism in Egypt, Final Report. Centre for the Promotion of Imports from developing countries (CBI), Netherlands Enterprise Agency. 2019. Pp. 10-11, 16-17.

3. Robinson P., Luck M., Smith Stephen L. J. *Tourism*. CABI; 2nd ed. 2020. 480 p.

4. Zahran M. A., El-Amier Y. A., Shawky R. A. Natural Vegetation of the Egyptian Deserts: Ecology and Economic Potentialities. *Journal of Environmental Sciences*. 2016. Vol. 45. No. 3-4. Pp. 269-282

5. Egypt in numbers. Central Agency for Public Mobilization and Statistics, Tourism. Available at: <https://www.cbe.org.eg/ar/EconomicResearch/Publications/Pages/AnnualReport.aspx> (accessed 15.05.2022)

6. Eurostats, Statistics Explained. Glossary: Tourism. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Tourism> (accessed 15.05.2022)

7. General Authority of Investments and Free Zones. Destination Egypt: Invest in Egypt. Available at: www.investinegypt.gov.eg (accessed 15.05.2022)

References

1. Helmy E. Towards integration of sustainability into tourism planning in developing countries: Egypt Asa Case study. *Current Issues in Tourism*. 2004. Vol. 7. Pp. 478-501.

2. Palme K., Partale, K. Value Chain Analysis for Tourism in Egypt, Final Report. Centre for the Promotion of Imports from developing countries (CBI), Netherlands Enterprise Agency. 2019. Pp. 10-11, 16-17.

3. Robinson P., Luck M., Smith Stephen L. J. *Tourism*. CABI; 2nd ed. 2020. 480 p.

4. Zahran M. A., El-Amier Y. A., Shawky R. A. Natural Vegetation of the Egyptian Deserts: Ecology and Economic Potentialities. *Journal of Environmental Sciences*. 2016. Vol. 45. No. 3-4. Pp. 269-282

5. Egypt in numbers. Central Agency for Public Mobilization and Statistics, Tourism. Available at: <https://www.cbe.org.eg/ar/EconomicResearch/Publications/Pages/AnnualReport.aspx> (accessed 15.05.2022)

6. Eurostats, Statistics Explained. Glossary: Tourism. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Tourism> (accessed 15.05.2022)

7. General Authority of Investments and Free Zones. Destination Egypt: Invest in Egypt. Available at: www.investinegypt.gov.eg (accessed 15.05.2022)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Гергес Бола Реда Бануб, преподаватель кафедры туризма, Высшая школа бизнеса, аспирант, институт наук о Земле, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия; e-mail: gerges@sfnedu.ru

Ивлиева Ольга Васильевна, доктор географических наук, профессор кафедры туризма, Высшая школа бизнеса, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия; e-mail: ivlieva@sfnedu.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Bola R. B. Gerges, Lecturer, Department of Tourism, Higher School of Business, Ph.D student, Institute of Earth Sciences, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia; e-mail: gerges@sfnedu.ru

Olga V. Ivlieva, Doctor of Science (Geography), Professor, Department of Tourism, Higher School of Business, South Federal University, Rostov-on-Don, Russia; e-mail: ivlieva@sfnedu.ru

Принята в печать 17.06.2022 г.

Received 17.06.2022.

Науки о Земле / Earth Science

Оригинальная статья / Original Article

УДК 911.6

DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-68-76. EDN: HBJLYC

Туристско-рекреационное районирование в схеме территориального планирования Карачаево-Черкесии

© 2022 Джанибекова Х. А.

Карачаево-Черкесский государственный университет имени У. Д. Алиева
Карачаевск, Россия; e-mail: dzan54@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Цель. Оценка рекреационного потенциала туристических зон и природно-оздоровительных комплексов Карачаево-Черкесии. **Методы.** Теоретический анализ и моделирование литературных, архивных и других фондовых материалов по тематике экологического туризма. Применен метод комплексной оценки рекреационных ресурсов. **Результаты.** В работе представлены современные направления исследования туристско-рекреационных ресурсов Карачаево-Черкесии. **Выводы.** Проведено рекреационное районирование территории, даны комплексные характеристики рекреационных зон. Определена роль всесезонного туристско-рекреационного комплекса (ВТРК) «Архыз», как регионально-го бренда в развитии экологического туризма Карачаево-Черкесской Республики.

Ключевые слова: экологический туризм, рекреационные ресурсы, туристский продукт, региональный кластер, заповедник.

Формат цитирования: Джанибекова Х. А. Туристско-рекреационное районирование в схеме территориального планирования Карачаево-Черкесии // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 68-76. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-68-76. EDN: HBJLYC

Tourist and Recreational Zoning in the Territorial Planning Scheme of Karachay-Cherkessia

© 2022 Khalimat A. Dzhanibekova

U. D. Aliev Karachay-Cherkess State University
Karachayevsk, Russia; e-mail: dzan54@mail.ru

ABSTRACT. The aim is to assess the recreational potential of recreational areas and nature-improving complexes. **Methods.** Theoretical analysis and modeling of literary, archival and other stock materials on the ecological tourism. It is applied the method of complex assessment of recreational resources. **Results.** The paper presents modern research directions of tourist and recreational resources in Karachay-Cherkessia. **Conclusions.** It was carried out the recreational zoning of the territory; complex characteristics of recreational zones were given. It is determined the role of the All-season tourist and recreational complex "Arkhyz" as a regional brand in the development of ecotourism in Karachay-Cherkess Republic.

Keywords: ecological tourism, recreational resources, tourist product, regional cluster, nature reserve.

For citation: Dzhanibekova Kh. A. Tourist and Recreational Zoning in the Territorial Planning Scheme of Karachay-Cherkessia. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. Vol. 16. No 3. Pp. 68-76. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-68-76. EDN: HBJLYC (In Russian)

Введение

Ландшафты Карачаево-Черкесии отличаются большим разнообразием и имеют высокую эстетическую ценность. Территория республики включает практически все варианты уникальных и характерных низко-, средне- и высокогорных ландшафтов Большого Кавказа, где представлен полный взаимосвязанный экологический ряд низкогорных, среднегорных и высокогорных экосистем – от степных, широколиственных, сосновых и темнохвойных лесов до альпийских пустошей с речными долинами и высокогорными озерами [11, с. 40].

Особенности природных ландшафтов республики – высокая эстетическая привлекательность горных территорий, своеобразный растительный и животный мир, которые формируют богатые рекреационные ресурсы [1, с. 135].

Обладая таким туристско-рекреационным потенциалом для развития индустрии туризма, санаторно-курортного лечения и отдыха, республика имеет все возможности для организации туристско-рекреационных комплексов регионального, федерального и международного уровней [5, с. 151].

Согласно схеме территориального планирования Карачаево-Черкесской Республики, территориально-рекреационная система региона разделена на три вида структурных единиц [10, с. 44]:

1) туристско-рекреационной зона (ТРЗ) – особый вид экономической зоны, где имеются благоприятные условия для развития туризма и массового отдыха населения;

2) рекреационный комплекс – система рекреационных центров, в том числе различного профиля, взаимосвязанных в пределах близкорасположенной территории; в состав рекреационного комплекса могут входить помимо рекреационных центров и

населённые пункты, выполняющие обслуживающую функцию;

3) рекреационный центр – относительно самостоятельное градостроительное образование, состоящее из группы рекреационных учреждений, пользующихся общей инфраструктурой (инженерной, транспортной, рекреационной).

Основная часть

Рекреационные зоны

Благодаря разнообразию природных и историко-археологических ресурсов в Карачаево-Черкесии можно развивать самые разнообразные виды и формы туризма и рекреации: лечебный, спортивный, рекреационный, познавательный виды туризма. Сейчас наиболее распространены в пределах республики горно-пешеходный, водный, конный и горнолыжный туризм [10, с. 45].

С учетом создания туристического кластера в Северо-Кавказском федеральном округе, в части развития субкластера в Карачаево-Черкесии, а также на основании особенностей территорий республики, определены 6 горно-рекреационных зон, имеющих туристские центры, или перспективных для их создания и имеющих транспортную связь с межрегиональной автотрассой Майкоп – Карачаевск – Кисловодск:

1) «Теберда – Домбай» в Карачаевском районе и г. Карачаевске;

2) «Узункол», «Джылы-су» и «Махар» в Карачаевском районе;

3) «Мара» в Карачаевском и Малокарачаевском районе;

4) «Учкекен», «Медовые водопады» и «Схауат» в Малокарачаевском районе;

5) «Нижний Архыз» и «Архыз» в Зеленчукском районе;

6) «Большая Лаба» в Урупском районе.

На территории Карачаево-Черкесской Республики выделены два рекреационных

комплекса – «Теберда – Домбай» и ВТРК «Архыз» (в том числе не отнесенные к данному комплексу рекреационные центры Архыз и Нижний Архыз (Буково). В их состав входят следующие рекреационные центры:

1) Теберда – Домбай: город-курорт Теберда и курортный поселок Домбай;

2) ВТРК «Архыз»: туристические деревни Романтик, Лунная Поляна, Дукка и Дукка-2000 (Зеленчукский район), туристическая деревня Пхия (формирующийся центр в Урупском районе), Архыз и Нижний Архыз (Буково).

1. Рекреационный комплекс «Теберда – Домбай»

1.1. Теберда. Освоение района Теберды как зоны отдыха началось в конце XIX в. Сегодняшний город-курорт Теберда – это центр климато-бальнеологического лечения и туризма. Благодаря своему расположению, курорт славится своим уникальным лечебным климатом: большим количеством солнечных дней в году, теплой зимой (температура воздуха зимой не опускается ниже 5 градусов), прохладным летом, низким атмосферным давлением, кристально чистым горным воздухом, который приносится сюда горно-долинными ветрами.

Первый санаторий для лечения больных туберкулезом был открыт здесь в 1925 г.

Сегодня курорт представляет собой целый комплекс санаториев, который включает в себя пять специализированных противотуберкулезных учреждений («Алибек», «Теберда», «Клухор», «Нарат», «Озон»), а также туберкулезную больницу, базы отдыха («Зори Кавказа», «Теберда») и пансионаты («МВД», «Жемчужина»), турбазу «Азгек».

Центр рекреационного комплекса «Теберда – Домбай» – Тебердинский государственный биосферный заповедник (с 16 августа 2021 г. национальный парк) создан как наиболее типичный эталон природного ландшафта Северного Кавказа, как научный и исследовательский центр по мониторингу состояния окружающей среды региона. Научная работа в современных условиях в заповеднике выполняется в направлении комплексного исследования природного, исторического и этнокультурного каркаса ландшафта с учетом развития регионального туристско-рекреационного кластера. На базе заповедника проводятся международные конференции, издается «Летопись природы Тебердинского заповедника».

Экологические маршруты по Тебердинскому национальному парку: «Учебная экотропа «Пыхтигорка», «Древесный павильон под открытым небом», «Памятники истории и культуры», «Музей истории Теберды, альпинизма и туризма» (рис.).



Рис. Схема экологической тропы на усадьбе Тебердинского национального парка
Fig. The scheme of the ecological trail on the estate of the Teberdinsky National Park

1.2. Рекреационный центр курортный поселок Домбай. Домбайский рекреационный район более молодой, основан в 1934 г., первоначально относился к Тебердинской курортной зоне. Расположен в 23 км от г. Теберды, в Домбайской котловине, на высотах от 1200 до 2000 м.

Главные рекреационные ресурсы – климат (умеренно-континентальный с многоснежной зимой), неповторимые альпийские луга, названные туристами за яркость цветов с большим экологическим разнообразием «альпийскими коврами», доступные горные вершины и перевалы, ледники, водопады, вечнозеленые хвойные леса.

В настоящее время на Домбайской поляне работает целый туристский комплекс, состоящий из объектов гостиничной инфраструктуры, мест отдыха и развлечений горнолыжников. Действуют три очереди нового комплекса канатных дорог, пять очередей старой канатно-кресельной дороги, сеть бугельно-буксировочных дорог (длиной 200-600 м) [10, с. 44]. В районе сосредоточены основные горнолыжные центры страны (25 % бугельных, маятниковых и кресельных дорог страны), основная часть альпинистских лагерей (70 % всероссийского числа мест), большое число туристских баз (15 % мест всероссийского фонда). Таким образом, горнолыжный спорт и горный туризм определяют общероссийскую специализацию этого рекреационного района. Предполагается, что приоритет этих видов рекреационной деятельности сохранится и в будущем.

Домбайская поляна представляет собой территориально-рекреационную систему горно-туристского типа. Она используется как общероссийский центр горноспортивного туризма; общероссийский центр горнолыжного спорта, функционирующий с января по апрель; общероссийский альпинистский центр; экскурсионный центр для населения Северного Кавказа и лечащихся на курортах Кавказских Минеральных Вод [10, с. 44].

В постсоветский период вынужденное присутствие пограничных войск сократило количество туристических маршрутов. В настоящее время действующих туристических маршрутов 10, маршрутов по ущельям 5, альпинистских маршрутов 9.

2. Рекреационная зона «Узункол», «Джылы-су» и «Махар» в Карачаевском районе

2.1. Рекреационный центр «Узункол». Высокогорный спортивно-оздоровительный центр «Узункол» (в переводе с карачаевского – «длинное ущелье») на высоте 2100 м н. у. м. Обычно к нему относят участок Главного Кавказского хребта и его северные отроги, формирующие бассейны рр. Мырды, Кичкинекол, Узункол – истоков главной реки Западного Кавказа Кубани. Высшая точка – г. Гвандра (3938 м).

Узункол является единственным альпинистским центром республики, основан в 1937 г. Вершины Далар, Двойняшка, Замок, Кирпич, пик Шоколадный, Нахар, Кюкюртлю, Доломиты известны всем альпинистам мира, включены в Классификатор маршрутов на горные вершины. Маршруты района классифицированы от 1-ой до 6-ой категории сложности. Район труднодоступный, со слаборазвитой инфраструктурой.

2.2. Рекреационный центр «Джылы-су». «Джылы-Су» – местность высоко в горах Карачаево-Черкесии, к западу от г. Эльбрус, известная своими минеральными источниками. Экскурсия относится к разряду джип-туров, т. е. добираются к источникам на внедорожниках. Местность отличается суровым климатом и почти пустынным ландшафтом. Минеральную воду здесь применяют и наружно (ванны) и внутренне (питье). Анализ воды проведен Пятигорским НИИ курортологии в 1997 г., хотя «народный курорт» привлекает местное население, а также туристов и альпинистов еще с советских времен [8, с. 71]. Из этого урочища открывается один из самых необычных видов на Эльбрус. Гора видна с западной стороны и более высокая Западная вершина (5642 м) закрывает собой вид на Восточную вершину. Скальные обрывы западного склона горы огромны и величественны. Мало кому даже из опытных скалолазов и альпинистов удалось их покорить. Это самая сложная для восхождений сторона горы – Юго-Западное плечо с вершиной Кюкюртлю (4639 м; маршрут категории сложности до 6-Б.

2.3. Рекреационный центр «Махар». Махар (в переводе с тюркского «воин») – это и река, и ущелье, и общее название курорта, расположенного всего в нескольких км от аула Уччулан [4, с. 131]. Расположенный на высоте 1600 м н. у. м., он обладает уникальным микроклиматом, сложным совокупным влиянием растительности,

атмосферного давления и расположения горных вершин. Здесь, на небольшом клочке земли, сосредоточено практически все, что нужно для достойной замены дорогих санаториев и новомодных курортов: есть чистейшая питьевая вода, лечебные нарзаны, природные терренкуры и самое главное – отсутствие влияния хозяйственной деятельности человека. Махарская долина славится углекислыми лечебными нарзанами, которые с 1978 г. являются памятниками природы регионального значения, сама долина – особо охраняемой природной территорией. Здесь начинается дорога к самому большому озеру Кубанской долины – Уллу-Кель [3, с. 119].

3. Рекреационная зона «Мара» в Карачаевском и Малокарачаевском районах.

Туристско-рекреационный всесезонный комплекс «Мара» расположен на высоте 2200 м н. у. м., на плато Гум-Баши, в верховье р. Подкумок, среди субальпийских лугов и в окружении величавых вершин Главного Кавказского хребта. Через перевал и плато Гум-Баши (2144 м) идет дорога (50 км) к величественному Эльбрусу, через не менее грандиозное плато Бийчесын. По линии Гум-Баши – плато Бийчесын – г. Эльбрус проходит граница Центрального и Западного Кавказа, она является также естественным водоразделом бассейнов Черного и Каспийского морей, представляет собой западный участок Приэльбрусья.

Впервые о проекте всесезонного туристско-рекреационного комплекса «Мара» заговорили несколько лет назад: уникальное месторасположение, близость к федеральной автотрассе Кисловодск – Карачаевск, ландшафты и климатические условия, подходящие для всех видов туризма – именно эти преимущества отмечались тогда в сообщениях.

Зимой к услугам туристов прекрасный подготовленный склон для катания, трассы с разными уровнями сложности. Имеются подъемники, прокат снаряжения (лыжи, сноуборды, разновидности санок, тюбинги), организация снегоходных сафари, облет окрестностей на вертолете. Летом организованные пешие турпоходы, джиппинг, конные прогулки к подножью Эльбруса, где расположены тёплые источники минеральной воды, к минеральному источнику «Шайлык Сырты» и на высокогорное озеро «Хурла-Кель». На территории комплекса

построена смотровая башня, на которой установлены оптические приборы для обзора Скалистого хребта, вершин Главного Кавказского хребта и высшей точки Европы – Эльбруса.

4. Горно-рекреационная зона Малокарачаевского района с рекреационными центрами «Медовые водопады», «Схауат» и «Учкекен»

«Медовые водопады» находятся недалеко от Кисловодска, но уже на территории Карачаево-Черкесии. На рр. Аликоновка и Эчки-Бап по горным ущельям срывается вниз целая группа водопадов. Самый большой из них имеет высоту 18 м. В давние времена в расщелинах скал жили дикие пчелы. Вода вымывала мед, и его запах наполнял окрестности. В наши дни пчел уже нет, а название водопадов сохранилось.

В окрестностях развернут туристический комплекс с одноименным названием, где можно задержаться на несколько дней. В ресторанах комплекса предложат национальные блюда – хычины, айран и горный чай. Для желающих работает экскурсия в этнографический музей. А в зоопарке покажут барана с четырьмя рогами.

«Схауат». Есть много не менее красивых, но еще неосвоенных мест. К примеру, долина нарзанов в ущелье р. Схауат.

Одно из наиболее перспективных мест для развития туризма в районе – плато Бермамыт, расположенное у самого подножия горы Эльбрус. На сегодняшний день здесь уже работают несколько конных маршрутов для туристов. Однако в этом месте есть возможность организовать горнолыжные трассы, не уступающие по привлекательности для туристов склонам Домбая и Архыза. Кроме того, компания, занимающаяся разработкой Худесского месторождения медно-колчеданных руд в этом районе, намерена провести дорогу к подножию Эльбруса. Таким образом, появится возможность организации круглогодичного курортного комплекса.

«Учкекен». Вместе с тем на территории района расположен уникальный памятник древности. Он находится в с. Учкекен, там, где некогда проходил Великий шёлковый путь, где соединяются рр. Учкекен (Эпкакон) и Гум (Подкумок), в двадцати км западнее Кисловодска, где стоит высокая, одиноко возвышающаяся скалистая гора – исторический памятник федерального зна-

чения крепость Рум или Рим-гора [9, с. 119]. Именно в этих местах можно организовать так называемые экологические туры, где туристы смогут приобщиться к древнему миру, слиться с первозданной природой и по-настоящему отдохнуть от городской суеты.

В данное время в Малокарачаевском районе утверждены следующие шесть туристических маршрутов

5. Архызская горно-рекреационная зона
Рекреационные центры Архыз и Нижний Архыз. Быстроразвивающийся рекреационный центр Архыз расположен в долине р. Большой Зеленчук (левый приток р. Кубани). Район имеет прямое сообщение с городами Кавказских Минеральных Вод (аэропорт), Невинномысск (железная дорога). Архыз расположен на высоте 1450 м. Он известен как формирующаяся туристско-рекреационная система горно-оздоровительного и спортивного типа в составе Карачаево-Черкесского рекреационного макрорайона.

Выделяет Архыз среди других горных систем Кавказа благоприятный умеренно мягкий климат. Горные хребты надежно защищают долину от ветров. С севера хр. Абишира-Ахуба закрывает проход северным ветрам, а с запада и востока отроги хребта окружают котловину. Открытые на юг долины Кизгыча, Псыша и Архыза позволяют проникать сюда теплым влажным воздушным течениям с Черного моря, чего нет в Домбайской котловине, где климат более континентальной, с умеренно-холодными зимами.

Архыз – местность, которую можно использовать для создания климатического курорта международного уровня, так как обладает лечебными и оздоровительными свойствами, благодаря горному воздуху, большому количеству солнечных дней, минеральным источникам, низкому атмосферному давлению воздуха, чистоте и большой прозрачности атмосферы, небольшой облачности и небольших скоростях ветра (скорости ветра зимой 1,5-1,9 м/с), почти полным отсутствием туманов и метелей и т. д. Эти курортологические факторы ставят Архыз в один ряд с лучшими горноклиматическими курортами как Куршавель и Давос.

Высокогорья в районе Архыза доступны туристам и альпинистам с середины июня до начала октября. В этот период здесь

проходят экскурсии, турпоходы, пейзажные прогулки по разнообразным формам рельефа к ледникам, каньонам, водопадам. С ноября начинается зимний сезон – сезон горнолыжного туризма.

В ущелье Большого Зеленчука расположено Нижне-Архызское городище – археологический памятник X-XII вв., остатки крупного аланского поселения, расположенные у поселка Нижний Архыз. Город, очевидно, был экономическим и духовным центром Алании. В настоящее время городище является памятником федерального значения (с 1995 г.) и главным экскурсионным объектом региона.

Новые виды отдыха в Архызе: спортивные походы, хобби-туры, трекинг, ски-туры, снегоступинг, восхождения, скалолазание, индивидуальные туры, отдых с детьми, спелеология, новогодние туры и майские праздники.

В Архызской зоне действуют: пансионатов – 4, туристических баз – 9, гостиниц и гостевых домов – 15, отелей – 2, спортивно-оздоровительный лагерь «Сосновый бор».

Всесезонный туристско-рекреационный комплекс (ВТРК) «Архыз». Курорт «Архыз» был открыт в 2013 г. На сегодняшний день он является самой новой и современной на Северном Кавказе площадкой для активного зимнего и летнего отдыха. Быстроразвивающийся всесезонный туристско-рекреационный комплекс расположен в долине р. Большой Зеленчук (левый приток р. Кубани) и на высокогорных территориях в районе Софийского ледника и хр. Абишира-Ахуба в Зеленчукском районе, в Урупском районе занимает высокогорные долины р. Пхия и пос. Пхия. В данное время – это формирующаяся туристско-рекреационная система горно-оздоровительного и спортивного типа в составе Карачаево-Черкесского рекреационного макрорайона. Удобное расположение – расстояние до города Черкесска всего 110 км, а аэропорт «Минеральные Воды» находится в 220 км от курорта Архыз.

В будущем курорт должен иметь статус международного уровня, где будут функционировать летние и зимние формы туризма, вместимость курорта будет составлять около 30 тысяч мест.

На курорте работают четыре горнолыжные трассы (общей протяженностью

7,4 км) различного уровня сложности: две «зеленые» трассы для новичков, одна из трасс – «красная», среднего уровня сложности, получила сертификат международной Федерации лыжного спорта (FIS), что позволяет проводить на территории Архыза международные соревнования по горнолыжному спорту, четвертая, «синяя», трасса – для опытных лыжников.

В данное время здесь работают две гостиницы: «Романтик-1» и «Романтик-2».

По долинам рр. Архыз и Пхия строятся следующие туристические деревни (табл.).

**Таблица. Основные этапы развития
всесезонного ТРК «Архыз»**

*Table. The main stages of the development
of the all-season "Arkhyz" TRC*

Этап	Сроки (год)	Описание этапа
0	До 2015	Строительство объектов в северной части д. Романтик
1	2015-2019	Развитие северной и южной части д. Романтик
2	2020-2023	Развитие д. Дукка
3	2024-2027	Развитие д. Лунная Поляна
4	2028-2035	Развитие д. Дукка-2000, д. Пхия

6. Горно-рекреационная зона «Большая Лаба» в Урупском районе

Долина р. Большая Лаба всегда славилась богатыми лесами и высокими травами, в силу большой увлажненности местности. Растительность, высоко поднимаясь вверх по склонам гор, делает их более живописными и зрелищными. Славу этой местности создают кислые источники. В долине р. Лаптрак (приток р. Большая Лаба) находится 17 минеральных источников, имеющих различные температуру и минеральный состав воды. Это настоящая кладовая здоровья, которую с давних пор называют «Кислые источники».

Первооткрывателями Кислых источников стали торговцы, которые проложили караванный путь от Черного моря в Персию через ущелье Большой Лабы. Однако еще очень долго об этих источниках практически никто не знал из-за большой их отдаленности от населенных пунктов (до ближайшего поселка Пхия – 20 км). И только в XX в. туристы, случайно открывшие для себя целебные возможности Кислых источников, разнесли славу о них по стране.

В 50-е годы прошлого века к источникам приезжала группа германских исследо-

вателей водных ресурсов и минеральных источников. В передвижной лаборатории они провели анализ воды из каждого источника и установили, что часть их по свойствам сходна с лечебными водами Армении и Грузии, часть – с уже известными кавказскими минеральными водами, некоторые же имеют совершенно уникальный состав. Вслед за немцами стали исследовать источники и отечественные институты: в 1961 г. Пятигорский НИИ курортологии и физиотерапии, в 1983 г. – Санкт-Петербургский НИИ им. Н. И. Пирогова. Они подтвердили целебную силу Кислых источников и установили, какой из них больше подходит для лечения тех или иных заболеваний.

В окрестностях много лагерей, санаториев и баз отдыха, где могут остановиться люди, приехавшие на оздоровление. И хоть добраться к Кислым источникам не так легко, летом сюда охотно едут со всех уголков страны.

Заключение

В Карачаево-Черкесской Республике, особенно в ее горной части, имеются обширные лесные массивы, прекрасные альпийские и субальпийские луга, большие резервы гидроэнергетических ресурсов, особые горно-климатические районы и, наконец, живописные места, привлекающие отдыхающих и альпинистов со всех концов России [10, с. 121].

Среди рекреационных ресурсов Карачаево-Черкесии особое место занимает горный регион, где функционирует Тебердинский национальный парк.

Домбайская поляна, находящаяся в верховьях р. Теберды у северных склонов Главного Кавказского хребта, богата и неповторима своей необыкновенной красотой и первозданной природой. В Домбае проложены лыжные маршруты (например, на горе Домбай-Ельген более 20 маршрутов), большинство из которых высшей категории трудности. Восточнее высится Бу-Ельген, западнее – мощный массив Джугутурлу-Чат с пятью вершинами. И другие горные вершины Домбайского района живописны и монументальны. Невозможно устоять против искушения быстро подняться высоко в горы, чтобы увидеть сверху огромный мир гор. Канатная, парнокресельная и маятниковая дороги установлены до поляны ЛИИ, до Русской поляны, т. е. до 3000 м [6, с. 147].

Архыз сегодня – это быстро развивающийся рекреационный центр. Опытные инструкторы здесь обучают отдыхающих походной жизни, основам горнолыжной техники, водят в горы к нетронутым снегам, к голубым озерам.

Долина рр. Теберды и Архыз, благодаря наличию дороги, представляет собой удобный полигон для проведения полевых практик и экскурсий.

Несмотря на то, что в начале девяностых годов прошлого века вся рекреационно-туристическая система заповедника пережила сильный спад, в настоящее время наблюдаются позитивные тенденции к восстановлению туризма в КЧР. Территория Карачаево-Черкесии может стать одним из наиболее перспективных регионов в развитии туризма и отдыха России [7, с. 15].

Литература

1. Абазалиев А. Т. Курортные ресурсы Карачаево-Черкесии. Черкесск, 1973. 113 с.

2. Аджиева М. М., Джанибекова Х. А. Рекреационные ресурсы горных территорий Карачаево-Черкесии: эстетико-ландшафтное обоснование // Туризм и региональное развитие. Смоленск: Универсум, 2016. С. 133-138.

3. Аджиева М. М., Джанибекова Х. А., Семенов И. А. Эколого-географические аспекты культуртехнических работ в условиях горного ландшафта (на примере Карачаево-Черкесии) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2016. Т. 10. № 3. С. 119-124.

4. Айдаболов Б. Х., Узденов Ш. С. Путешествие в мир здоровья и долголетия. Ставрополь: Сервисшкола, 2016. 160 с.

5. Вампилова Л. Б. Туристско-рекреационное районирование в схеме территориального планирования Ленинградской области // Туризм и рекреация. Фундаментальные и прикладные исследования. М.: Советский спорт, 2008. С. 320-330.

6. Гуня А. Н. Ландшафтные основы анализа природных и природно-антропогенных изменений высокогорных территорий. Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН, 2010. 190 с.

7. Дега Н. С. Динамика основных компонентов ландшафта Карачаево-Черкесии в условиях

меняющегося климата и хозяйственной деятельности: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Ростов-на-Дону, 2010. 23 с.

8. Дега Н. С., Онищенко В. В. Высокогорные озера – перспективный рекреационный продукт Карачаево-Черкесии // Устойчивое развитие горных территорий. 2014. Т. 6. № 1. С. 68-74.

9. Онищенко В. В., Дега Н. С., Узденова Ф. М., Емельянов Р. В. Рекреационно-географическая привлекательность карачаево-черкесского сегмента Шёлкового пути // Историко-культурное наследие и продвижение туристских дестинаций на Северном Кавказе: материалы II Международной научно-практической конференции (Ставрополь, 28-29 сентября 2015 г.). Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2016. С. 118-122.

10. Проект внесения изменений в схему территориального планирования Карачаево-Черкесской республики с учетом образования особой экономической зоны на территории Зеленчукского и Урупского муниципальных районов. Ставрополь, 2014. 60 с.

11. Шальнев В. А., Джанибекова Х. А. Ландшафты Карачаево-Черкесии // Вестник Ставропольского государственного университета. 1996. № 6. С. 39-46.

References

1. Abazaliev A. T. *Kurortnye resursy Karachaevo-Cherkessii* [Resort Resources of Karachay-Cherkessia]. Cherkessk, 1973. 113 p. (In Russian)

2. Adzhieva M. M., Dzhanibekova Kh. A. Recreational resources of the mountainous territories of Karachay-Cherkessia: aesthetic and landscape justification. *Turizm i regional'noe razvitie* [Tourism and Regional Development]. Smolensk, Universum Publ., 2016. Pp. 133-138. (In Russian)

3. Adzhieva M. M., Dzhanibekova Kh. A., Semenov I. A. Ecological and geographical aspects of cultural and technical work in a mountain landscape (Karachay-Cherkessia). *Izvestiya Dagestan-skogo gosudarstvennogo pedagog-*

icheskogo universiteta. Estestvennye i tochnye nauki [Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences]. 2016. Vol. 10. No. 3. Pp. 119-124. (In Russian)

4. Aydabolov B. Kh., Uzdenov Sh. S. *Puteshestvie v mir zdorov'ya i dolgoletiya* [Journey to the World of Health and Longevity]. Stavropol, Servisshkola Publ., 2016. 160 p. (In Russian)

5. Vampilova L. B. Tourist and recreational zoning in the scheme of Leningrad Region territorial planning. *Turizm i rekreatsiya. Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya* [Tourism and Recreation. Fundamental and Applied Research].

Moscow, Soviet sport Publ., 2008. Pp. 320-330. (In Russian)

6. Gunya A. N. *Landshaftnye osnovy analiza prirodnykh i prirodno-antropogennykh izmeneniy vyso-kogornyykh territoriy* [Landscape Bases for the Analysis of Natural and Natural-Anthropogenic Changes in High-Mountain Territories]. Nalchik, KBSC RAS Publ., 2010. 190 p. (In Russian)

7. Dega N. S. *Dinamika osnovnykh komponentov landshafta Karachaevo-Cherkessii v usloviyakh menyayu-shchegosya klimata i khozyaystvennoy deyatel'nosti: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk* [Dynamics of the Landscape Main Components of Karachay-Cherkessia in a Changing Climate and Economic Activity: Author's abstract of Ph.D. (Geography)]. Rostov-on-Don, 2010. 23 p. (In Russian)

8. Dega N. S., Onishchenko V. V. Alpine lakes are a promising recreational product of Karachay-Cherkessia. *Ustoychivoe razvitie gornyykh territoriy* [Sustainable Development of Mountain Territories]. 2014. Vol. 6. No. 1. Pp. 68-74. (In Russian)

9. Onishchenko V. V., Dega N. S., Uzdenova F. M., Emel'yanov R. V. Recreational and geographical attractiveness of the Karachay-Cherkessian segment of the Silk Road. *Istoriko-*

kul'turnoe nasledie i prodvizhenie turistskikh destinatsiy na Severnom Kavkaze: materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Stavropol', 28-29 sentyabrya 2015 g.) [Historical and Cultural Heritage and Promotion of Tourist Destinations in the North Caucasus: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference (Stavropol, September 28-29, 2015)]. Stavropol, NCFU Publ., 2016. Pp. 118-122. (In Russian)

10. *Proekt vneseniya izmeneniy v skhemu territorial'nogo planirovaniya Karachaevo-Cherkesskoy respubliky s uchetom obrazovaniya osoboy ekonomicheskoy zony na territorii Zelenchukского i Urupskogo munitsipal'nykh rayonov* [Draft Amendments to the Territorial Planning Scheme of The Karachay-Cherkess Republic, Taking into Account the Formation of a Special Economic Zone on the Territory of Zelenchuksky and Urupsky Municipal Districts]. Stavropol, 2014. 60 p. (In Russian)

11. Shal'nev V. A., Dzhanibekova Kh. A. Landscapes of Karachay-Cherkessia. *Vestnik Stavropol'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Journal of Stavropol State University]. 1996. No. 6. Pp. 39-46. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Джанибекова Халимат Азретовна, кандидат географических наук, доцент кафедры географии, естественно-географический факультет, Карачаево-Черкесский государственный университет им. У. Д. Алиева, Карачаевск, Россия; e-mail: dzan54@mail.ru

Принята в печать 04.10.2022 г.

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Affiliation

Khalimat A. Dzhanibekova, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Geography, Faculty of Natural Geography, U. D. Aliev Karachay-Cherkess State University, Karachayevsk, Russia; e-mail: dzan54@mail.ru

Received 04.10.2022.

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 504.064
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-77-86. EDN: HFLOGP

Study of the Earthquakes Impact on Industrial Facilities in the Republic of Azerbaijan Using GIS Technologies

© 2022 Zaur T. Imrani, Aslan E. Babakhanov
Hasan Aliyev Institute of Geography,
Azerbaijan National Academy of Sciences
Baku, Azerbaijan; e-mail: zaur_imrani@mail.ru; aslan@babakhanov.az

Abstract. Mapping of earthquakes impact is the main component in ensuring the safety of such industrial facilities as main pipelines. These maps provide a visual representation of the spatial nature of the influence on individual elements of the pipeline network, like a linear part, pumping stations, crossings with rivers and faults, and on a macro scale. Solving the problems of earthquakes post-analysis is very important and effective in conjunction with GIS tools. The main role here is played by correct and full-fledged data from trusted sources, suppliers of online information about the facts of earthquakes with many parameters. **Aim.** Automatic loading of information about earthquakes and their use in GIS systems for further analysis and mapping using GIS tools. **Methods.** The article reviewed suppliers of online earthquake data, analyzed the supported formats of data for further uploading, as well as methods for saving processed information into geo-databases. Qualitative analysis of geo-hazards impact on pipelines in general, quantitative analysis of the natural disasters impact on pipelines, historical information of earthquakes on the territory of Azerbaijan were carried out. Earthquake data mapping methods along with other spatial layers were considered. **Results.** Classified visualization of risk zones on linear parts of major pipelines, that might be affected by earthquakes (using GIS tools). **Conclusions.** The analysis showed that the United States Geological Survey (USGS) is the best and most accurate source of historical earthquake data, as well as real-time data with the notification in GIS systems. The data were used to map and analyze the possible risks of earthquake impact on the main pipelines. The use of additional spatial layers provides more advanced analytical results and the ability to calculate the risks of impact on pipelines.

Keywords: earthquakes, online services, United States Geological Survey, pipelines, geo-hazards.

For citation: Imrani Z. T., Babakhanov A. E. Study of the Earthquakes Impact on Industrial Facilities in the Republic of Azerbaijan Using GIS Technologies. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 3. Pp. 77-86. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-77-86. EDN: HFLOGP

Исследование влияния землетрясений на промышленные объекты Республики Азербайджан с помощью ГИС-технологий

© 2022 Имрани З. Т., Бабаханов А. Э.
Институт географии имени академика Гасана Алиева
Национальной академии наук Азербайджана
Баку, Азербайджан; e-mail: zaur_imrani@mail.ru; aslan@babakhanov.az

РЕЗЮМЕ. Картирование влияния землетрясений является основной составляющей при обеспечении безопасности таких промышленных объектов, как магистральные трубопроводы. Такие карты дают визуальное представление о пространственном характере влияния на отдельные элементы сети трубопроводов, таких как линейные части, насосные станции, пересечения с реками и разломами, а также в макромасштабе. Решение задач пост-анализа землетрясений очень важна и эффективна с использо-

ванием ГИС-инструментов. Главную роль здесь играют правильные и полноценные данные из проверенных источников, поставщиков онлайн информации о фактах землетрясений со многими параметрами. **Цель.** Автоматическая загрузка информации о землетрясениях и их использование в ГИС системах для дальнейшего анализа и картирования с использованием ГИС-инструментов. **Методы.** В статье проводился анализ поставщиков онлайн данных о землетрясениях, анализ поддерживаемых форматов выгрузки данных, а также методы выгрузки готовой информации в гео-базы данных. Проводился качественный анализ геологических опасностей влияния на трубопроводы в целом, статистический анализ влияния стихийных бедствий на трубопроводы, историческая информация о землетрясениях, происшедших на территории Азербайджана, рассмотрены методы картографирования данных о землетрясениях наряду с другими пространственными слоями. **Результаты.** Классифицированная визуализация зон риска на линейных участках крупных трубопроводов, которые могут пострадать от землетрясений (с использованием инструментов ГИС). **Выводы.** Проведённый анализ показал, что онлайн-сервисы геологической службы США (англ. United States Geological Survey, сокращённо USGS) являются наилучшим и точным источником данных исторических землетрясений, а также данных в режиме реального времени с возможностью оповещения в ГИС-системах. Данные были использованы для картографирования и анализа возможных рисков влияния землетрясений на магистральные трубопроводы. Использование дополнительных пространственных слоёв даёт более расширенные аналитические результаты и возможности расчёта рисков влияния на трубопроводы.

Ключевые слова: землетрясения, онлайн-сервисы геологической службы США, трубопроводы, геологические опасности.

Формат цитирования: Имрани З. Т., Бабаханов А. Э. Исследование влияния землетрясений на промышленные объекты Республики Азербайджан с помощью ГИС-технологий // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 77-86. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-77-86. EDN: HFLOGP (In English)

Introduction

The solution of spatial GIS problems has always been based on statistical analysis of tabular data collected from various sources, grouped and classified by thematic representations in tabular form. Most of data is stored in spreadsheets using office software like Microsoft Excel. More advanced data is presented in database format using software products such as Microsoft SQL Server, Oracle, PostgreSQL, etc.

The geodatabase format implemented by ESRI in the ArcGIS series of software solutions for visualization, storage and processing of GIS data has become widespread. However, due to the growing need to predict the behavior and development of natural disasters and their effects on people, nature and economics, there are tasks of summarizing statistical data with subsequent analysis.

Analytical software tools in the software market are sufficient, but most require data preparation, bringing into format for use in certain GIS tools, studying the product itself, and this, in turn, affects the timely and prompt receipt of results. Sometimes, the high cost of some solutions also contributes to the role in slowing down the analysis process.

Ensuring the safety of oil pipelines is one of the main tasks and functions of the state

exporting oil to abroad. The availability of reliable oil pipeline transport plays an important role in ensuring the energy security of the state. This is very important for Azerbaijan due to the distance of oil fields from delivery centers.

In Azerbaijan, oil pipelines are well protected from exogenous and man-made processes. During the laying of oil pipelines underground along the perimeter of the laying, the soil cover was strengthened, and the pipelines themselves in some places were protected by concrete shelters. Intermediate links, pumping and filling pump stations, compressor stations are located on the surface.

Oil pipelines shall be monitored using mechanical and electronic sensors and with the slightest deviation of the physical parameters of the oil pipelines state, deviation data shall be transmitted to the monitoring and control center.

On the other hand, the endogenous processes that include crustal tectonic movements, magmatism, and seismic activity are processes beyond control and can occur without any warning. Strong earthquakes can cause other dangerous natural processes, such as mudslides, landslides, floods, fires, avalanches. Damage to communications, power lines and

main roads is also not excluded. The damage caused can be enormous, given the factors of chain impact and the location of the epicenter, the radius of impact and the propagation of seismic waves.

Considering the fact that the territory of Azerbaijan is subject to the effects of natural disasters, including earthquakes, there is a need to assess the risk of existing oil pipelines.

To effectively solve the problem of protecting oil pipelines under construction and operating from the impact of natural disasters, it is necessary to quickly create and use specialized mapping support based on modern technologies and mapping databases.

Definition of NATECH

Any accidents on hazardous installations triggered by natural disasters or hazards are called NATECH accidents. As the pipelines may transport liquids and gas, that are flammable, toxic or explosive, so therefore may be called as hazardous installations. Valves and pump station are not buried, so they are more affected by flood, lightning strikes, landslides, earthquakes and avalanches. An earthquake damages could be made to pump station triggering an uncontrolled explosion. This is well known scenario which is under control of automated damage monitoring system. In case of any emergency, the pump station is shutting down, including vents and valves, liquid or gas transportation through the pipeline being stopped.

Table 1. Geohazards affecting the buried pipelines

Таблица 1. Опасные геологические процессы, влияющие на подземные трубопроводы

Geohazard category	Cause
Geological	Seismic activity
	Faults
	Mud volcanoes
	Liquefaction
	Collapsible deposits
Geomorphological	Erosion
	Flooding
	Landslides
Anthropomorphic	Uncontrolled intervention
	Mining
	Constructions.

Anyway, there is no guarantee, that earthquake of huge magnitude may occur at any time. We can only assess the risks based on

statistical and empirical analyses of earthquakes on given region or area, seismic information on active and proven faults, and in our case, in Azerbaijan, we may include the role of mud volcanoes as well. The table 1 is describing the cause made by particular geo-hazard category. Single or multiple cause trigger the NATECH event.

According to “Gazprom energy” data on failures of power facilities, meteorological processes and phenomena were responsible for 20 % of power supply breakdowns at compressor stations, 18 % of which were caused by storms, thunderstorms, strong wind gusts and 2 % were caused by the influence of ice and complex deposits. Analysis of corporate accident statistics for the period 1990-2006 [1]. It is shown that the influence of natural factors on the integrity of gas supply objects can be considered in two aspects:

- natural factors as direct sources of accidents (sources of one-step danger), causing "instant" destruction (earthquakes, landslides, rain floods, mudflows, etc.);
- natural factors as sources of long-term impacts (sources of permanent danger), stimulating manifestation of pipelines latent defects (geodynamic, erosion, cryogenic processes, subsidence properties of soils, chemical composition of groundwater, etc.).

Table 2. Root cause distribution of pipeline’s accidents induced by local nature factors

Таблица 2. Распределение причин аварий на трубопроводах, вызванных локальными природными факторами

Natural factors	Percentage
Unconsidered natural factors	60.7
Local natural factors	32.6
overwatered soil	22.5
rugged terrain	5.9
subsidence and unstable soils	0.9
landslide	0.6
floods, high waters	0.6
powdery soils	0.5
karst processes	0.5
earthquakes	0.3
loss of pipeline carrying capacity	0.2
natural fire	0.2
high wind (power line)	0.2
aggressive soil	0.2
Natural hazards	6.7

Table 3. Share of pipeline accidents factors induced by local nature hazards

Таблица 3. Доля факторов аварий на трубопроводах, вызванных локальными природными опасностями

Accidents	Accidents factors (%) induced by local natural factors	Accidents factors (%), where natural factors were unconsidered
Cracking of pipes under stress corrosion	52	48
External corrosion	45	65
Construction defects	41	59
Pipe and equipment defects	30	70
Violation of technical operations guide	30	70
Mechanical damage	1	99
Others	35	65

For the period of 1991-2016, the share of local unfavorable natural factors stimulating manifestation of latent defects in the accident rate at linear facilities averages 32.6 % (table 2), varying depending on the group of the main cause of the accident from 30 to 52 % (table 3). The highest percentage of unfavorable local natural factors is accounted for accidents caused by corrosion stress of the pipe under pressure (52 %), external corrosion (45 %) and construction defects (41 %).

Landslide processes, as a rule, act as the main cause of the accident, although in some cases their influence as local unfavorable factors, creating additional loads on the pipe as a result of soil movement on the landslide slope and contributing to further development of existing defects, is noted. In underground pipelines movement on landslide slopes causes significant bending stresses and deformations; at above-ground crossings support displacement with pipeline sagging occurs, gas pipeline burial under the landslide body is also dangerous. At activation of erosion processes on disturbed landslides with a rugged relief conditions are formed, which contribute to the reduction of structural strength of the pipeline due to the strengthening of the pipe stress-strain state in comparison with rectilinear sections [2].

Such conditions include:

– the occurrence of latent voids under the bottom pipe formation as a result of soil washout;

– cyclical seasonal ground movements;
– additional loads due to ground pressure as its capacity increases.

These factors contribute to such sources of accidents as pipe defects, corrosion, deviation from design solutions during construction and installation works (non-compliance with the radius of curvature, burial and, as a result, forced bending of the pipeline), which are the primary sources of unacceptable stresses in the pipe body.

The impact factor of earthquakes as applied to pipeline facilities is seismic impact – seismic shock, deformation and gravitational displacement of rocks.

Seismicity in Azerbaijan. Big picture

The territory of Azerbaijan is distinguished by high seismic activity, where strong and catastrophic earthquakes with magnitude $M \geq 6$ occurred during the historical period: Heigel earthquake in 1139, East-Caucasian earthquake of 1668, Mashtaga earthquake of 1842, numerous Shamakha earthquakes (1192, 1667, 1669, 1828, 1859, 1868, 1872, 1902), Caspian earthquakes (957, 1812, 1842, 1852, 1911, 1935, 1961, 1963, 1986, 1989, 2000) and others.

Instrumental studies of seismicity in Azerbaijan have been carried out since the 50th of the last century. Since 1996, studies have been carried out using digital ISS telemetry systems manufactured in South Africa. Center for Seismic Monitoring and Geodynamic Investigations was established in 2003 at the Institute of Geology of Azerbaijan National Academy of Sciences with the support of Development and Civil Investigations Fund. At present 14 analog seismic stations within Azerbaijan are recording earthquakes. Since 2003, according to the decree of the national leader Heydar Aliyev, seismicity monitoring at Republican Seismological Service Center has been carried out by means of digital Kinometrics system, which includes 14 stations. The information is transmitted in real time using space communication channels (satellite).

Since the Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP) was created in 1999 by the world seismological community, Azerbaijan has conducted geodynamic and seismic network expansion studies. These works were carried out more intensively after the earthquake of November 25, 2000 with $M=6.4$ - 60 km southeast of Baku in the Caspian Sea.

Analysis of the state of study of active faults and seismic hazard for the territory of

Azerbaijan showed that to date geoinformation electronic maps of active faults and seismic hazard have not been compiled and new information on seismicity and geodynamic mode is not used. [1]

Online earthquake services

Recently, emphasis has been placed on the globalization of collected data on the Internet, web portals have been created to access open data for subsequent analysis and visualization. This trend will continue and is gaining momentum. By 2016, the number of transferred data to the web space increased by 35 % compared to the previous year. To solve our problem, we will consider several sources of data on earthquakes registered in Azerbaijan and the Caspian Sea.

Getting the earthquake information from the online web sites and services is now new (at least for past decade) and become as a robust and responsive service. This making the data analyses of almost near real-time with properly implemented algorithms, depending on the tasks. Certainly, some services providing the archived version of historical earthquakes, but that requires some automation such as manual downloading, data massaging and clean-ups before using the information. The goal is to connect the real-time earthquake information together with map using the GIS tools.

One of the most important tasks is to determine the criteria for the data itself and the methods from reading. For earthquakes important parameters are time, coordinates, depth, and magnitude. You also need to take into account the way the data itself is readable: this is a text representation format with field delimiters like CSV, JSON formats or GeoJSON. These formats are the de facto standard when transmitting data from a source (database) to a recipient (visualization, analysis) using an Internet connection. Thus, we identified the criteria necessary for analysis including an additional parameter:

- service must be online;
- ability to retrieve data from the web address (API);
- can select the date range;
- can select the desired region;
- can select the output formats;
- service may have a live map;

- service may have a live feedback;
- data format is textual, with delimiter;
- having following main data columns (latitude, longitude, magnitude, depth).

The Live Map is an easy tool to monitor the latest active earthquake on the map. It's a nice feature to check the series or exact set of earthquakes on the web map. Another option is the Live Feedback – this is the online service useful when connecting then mobile devices to retrieve the latest earthquake upon registering. Having the full datasets being downloaded and then tracking the latest one can be useful for real-time monitoring of earthquakes. On the other hand, having the selection of study area (or AOI – area of interest) may reduce the size of downloadable dataset and minimize the efforts in cleaning-up the final dataset.

The regional center of the Seismological Service at Azerbaijan National Academy of Sciences has created a system for searching and monitoring earthquakes. Data is sent to the center from various stations, processed and posted on the web page at the request of the user in interactive mode. By default, data for two weeks divided into pages is shown. The convenience of this system is that the page is not loaded with additional information, and there is a map showing epicenters and seismological stations. However, the inconvenience in displaying the results (division into pages) and the subsequent processing after loading complicates the process of automating processing. Also, there is no mode of downloading them in textual, readable format. The filter selection interface does not allow to select all sources on the territory of Azerbaijan and the Caspian Sea at the same time. The result of research and analyses of existing earthquake web service can be read from the table 4.

Most sites with an interactive earthquake map dispose of data from Google, EMSC and USGS services. After detailed reviews of these services, the USGS met our criteria for downloading data.

Moreover, the USGS service allows you to select a rectangular or circular region on the map, therefore solving the problem of choosing a territory. Since the borders of the territories of countries are not rectangular, when choosing a region, data from neighboring countries will involuntarily get in.

Table 4. Earthquake web services (by 2022)
Таблица 4. Веб-сервисы землетрясений (к 2022 г.)

Service Name	Web Address	Web Service (API)	Download formats	Live Map	Live Feedbacks
USGS Earthquakes	https://earthquake.usgs.gov/earthquakes	Yes	CSV; KML; JSON	Yes	Yes
EMSC / CSEM	https://www.emsc-csem.org/#2	No	N/A	Yes	No
IKCEST	https://drr.ikcest.org/app/s9834	No	Image	Yes	No
Diubal	https://www.dlubal.com/en/solutions/online-services	No	Image	Yes	Yes
EU Seismic portal	https://www.seismicportal.eu/	Yes	Web sockets	Yes	Yes
Earthquake Track	https://earthquaketrack.com/	No	N/A	Yes	No
International Seismological Centre	http://www.isc.ac.uk/	No	N/A	No	No
All Quakes	https://www.allquakes.com/	No	Image	No	No
FM Global	https://www.fmglobal.com/research-and-resources/nathaz-toolkit	No	Image	No	No
ANAS Seismic Survey Center	https://www.seismology.az/en/	No	Image	No	No

Feeding data from web services

In order to retrieve the earthquake data from the online service, the web address with additional parameters must be prepared and executed using internet browser (Microsoft Edge, Google Chrome, Firefox and others). Here is an example of required parameters to be fulfilled to get the desired information:

- Rectangle Region: Azerbaijan;
- Starting Date is 1900;
- Event type: earthquakes;
- Output type: CSV.

Following parameters will be filled to construct the query to online earthquake service:

- starttime=1900-01-01;
- maxlatitude=42.261;
- minlatitude=37.858;
- maxlongitude=51.768;
- minlongitude=43.857;
- minmagnitude=2.5;
- eventtype=earthquake;
- orderby=time.

At the end, the web address for retrieving the earthquakes will be look like below:

<https://earthquake.usgs.gov/fdsnws/event/1/query.csv?starttime=1900-01-01%2000:00:00&maxlatitude=42.261&minlatitude=37.858&maxlongitude=51.768&minlongitude=43.857&minmagnitude=2.5&eventtype=earthquake&orderby=time>

Note, that data will be returned as CSV comma delimited textual file ready for processing with ArcGIS, QGIS and even with Microsoft Excel application. The good thing is that we will have full available history of

earthquakes in one tabular text file. That information therefore can be used for an additional statistical and other geo computational purpose.

To analyze the impact of earthquakes, it is necessary to determine the objects and their metadata with spatial binding. The following objects can be classified as risky, of important, state importance.

- natural objects (forest fund);
- production facilities;
- non-production facilities;
- socially significant objects;
- agricultural facilities;
- transport network and infrastructure.

The first of the requirements for logical agreement (correspondence of names) must be ensured during the data creation process, and then can be generated after creation by applying specialized processing procedures.

Digital semantic-attribute description of objects is carried out by using object codes, localization character codes, characteristic codes specified in the classifier for each type of objects, as well as values or property value codes. In this case, a special role in the digital description of objects belongs to the characteristics. By purpose, characteristics are divided into qualitative and quantitative. These include characteristics that contain information about the properties of objects. By the composition of the content, the characteristics are divided into numerical and symbolic. There can be only one number (integer or real, positive or negative) in the contents of a numeric charac-

teristic. For numeric characteristics (other than represented in symbolic form), the dot character used as a separator between the integer and fractional part. The content of the character characteristic may consist of any symbols. The contents of the quantitative characteristics are their quantitative values for the corresponding objects, expressed as real or integers [5].

Each of the above classes can be characterized as a separate data layer with a unique identification number in one single table. Using a single table allows you to filter data for processing by its class or analyze several by combining them by heterogeneity. For example, oil and gas industry facilities, oil and gas pumping stations, onshore nodal elements of trunk pipelines, and petroleum product storage facilities. By specifying a heterogeneity attribute, you can get a related, logically continuous (semantically) and consistent object. Additional attributes of individual objects can be transferred to logical tables, thus normalizing the relationships between logical risk objects and their additional parameters. For example, objects such as main pipelines and ground nodes (valves, valve, pumps) belong to the same type of global object – pipeline, but individual attributes may differ.

The key elements of attribute table and Boolean binding are the unique identification fields in both tables. This achieves granularity of data with relationships for flexible analysis and visualization of data in ArcGIS GIS.

Earthquakes and pipelines

In Azerbaijan, buried pipelines, especially those transporting crude oil and gas are well protected from exogenous and man-made processes. During the laying of oil pipelines underground along the perimeter of the laying, the soil cover was strengthened, and the pipelines themselves in some places were protected by concrete shelters. Intermediate links, pumping and filling pump stations, compressor stations are located on the surface.

To determine the impact of earthquakes on oil pipelines, various standards are used that were borrowed during the Soviet period. At the moment, Russia is using the recommended Bureau of the Interdepartmental Council for Seismology and Seismic Construction [3] and Modified Mercalli Intensity Scale [4, 48 p.] adopted for pipelines. By summarizing the data from both sources, everything can be brought to one table (table 5).

Table 5. Earthquake's intensity

Таблица 5. Сила землетрясения

Intensity	Effects on ground	Effects on engineering buildings
6	There is a possibility of landslides, cracks on raw soils with a thickness of not more than 2 cm.	
7	Occurrence of landslides on sandy or gravel banks of rivers.	Joints breaks on oil pipeline
8	Cracks with a width of 2 to several cm appear.	Joints breaks on oil pipeline
9	Cracks increase to 10 cm, slopes and shores more than 10 cm.	Rupture of linear parts of underground oil pipelines
10	Large cracks over 10 cm, sometimes reaching up to 1 meter.	Major damage, ruptures and curvatures of linear parts of underground pipelines
11	Deformation of soils, development of large and wide cracks with rupture, movement of soil in vertical and horizontal directions.	Destruction of buried oil pipelines.
12	Significant change in terrain relief and change in the earth's surface	Severe damage to structures, destruction of ground and underground structures

Connecting with GIS tools

All geospatial tools are well suited and ready to process textual input data, such as CSV, JSON, QuakeML and other, where data formatted and structured. That's the reason of why we have selected the textual input data format. Moreover, textual, and especially the CSV data format can easily be imported into geospatial databases. These are: SQLite, Spatialite, PostGIS, MSSQL with Spatial extensions, geo-databases, MS Access database and other industry standard database providers.

Here is the simple workflow on how to implement the data upload into GIS format:

1. Download the earthquake data into the csv file. example. *Query.csv*
2. Create database table called earthquakes
3. Import content of Query.csv file into the table

4. Import the table into selected GIS layout

In case of periodical data downloading the workflow must be modified in the following:

1. Download the earthquake data into the csv file. example. *Query.csv*

2. Create database table called earthquakes, if not exist
 3. Empty table if data exists
 4. Import content of Query.csv file into the table
 5. Import the table into selected GIS layout
- This will re-create the database table with the latest earthquake data.

Note, that this particular table must not be changed, as we referring to data – i.e. this is a MASTER table. As soon as earthquakes table be ready, we can implement the analyses function in the way that will help us to assess risks and other activities.

Having the master data structure unchanged giving the full flexibility in managing the related data.

An example of related data (spatial) is listed below:

- city/town names (points);
- administrative boundaries (polygons);
- pipeline routes (polylines);
- mud volcanoes (points);
- mud volcanoes areas (polygons);
- hazardous objects (points);
- hazardous regions (polygons);
- roads (polylines);
- living areas with populations (polygons);
- active faults (polylines).

Related risk matrixes as tables:

- risk level - uncalculated (polygons);
- risk level - measured (polygons).

Based on earthquake assessment, following layers can be calculated and visualized:

- classified earthquakes by magnitude;
- classified earthquakes by magnitude and depth;
- classified earthquakes by magnitude and administrative regions;
- density polygons, using k-Means clusters;
- quantitative assessment of classified earthquakes ($M > 5$);
- quantitative assessment of classified earthquakes ($M > 5$) and other geo-hazards.

The list can be expanded by adding the relevant and related geo-hazard layers and the risk can be measured upon settled risk matrixes.

Earthquakes mapping

Giving the context of layers, we can create the different set of maps. A best point of start is to visualize the all events in quantified form (fig 1). This will bring the overall review of all earthquakes registered with their epicenters, but classified per magnitude.

The map on fig 2 is for visualizing the risky zones depending on classification of earthquakes and other events and features. The map on fig 3 is visualizing the kernel density of earthquakes vs magnitudes for all events.

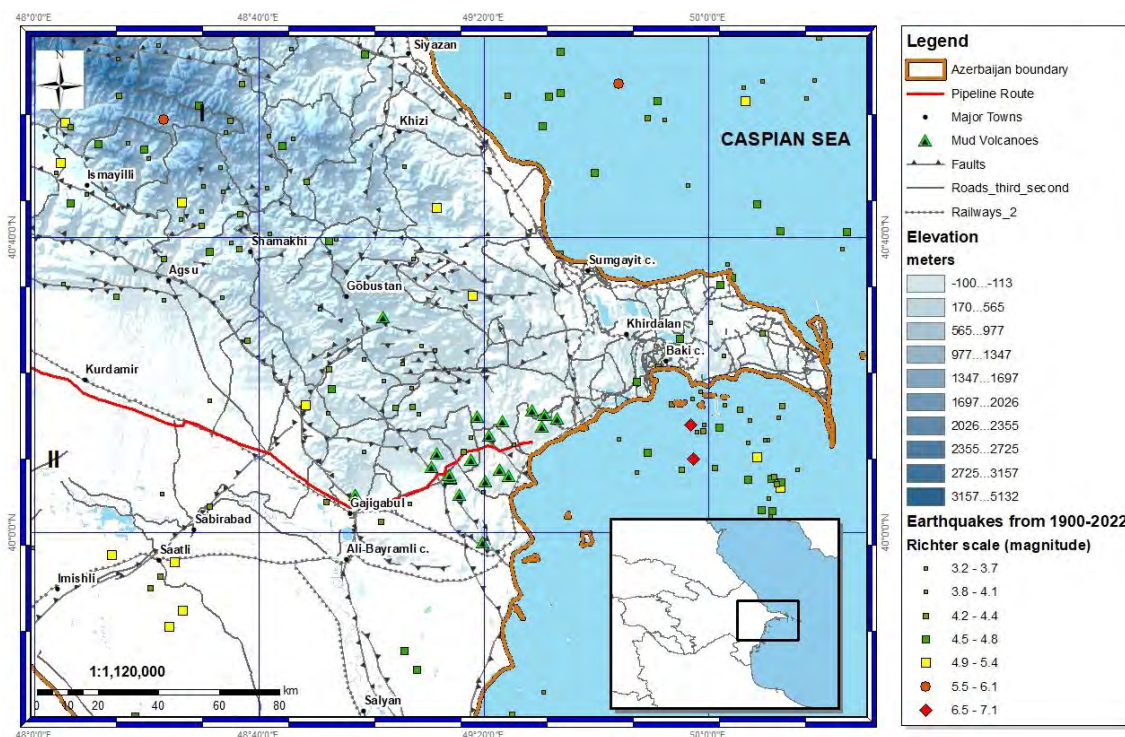


Fig. 1. All earthquake's events for given region
 Рис. 1. Все землетрясения в данном регионе

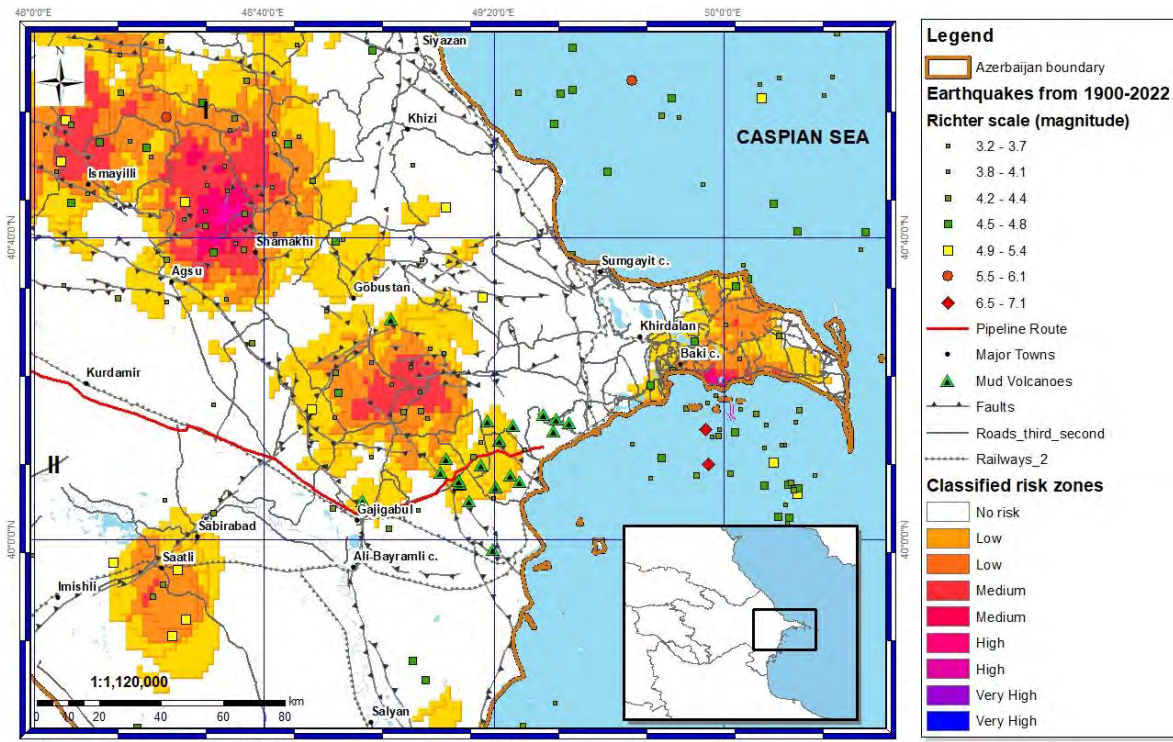


Fig. 2. Classified risky zones for all earthquakes and other features

Рис. 2. Классифицированные зоны риска для всех землетрясений и других объектов

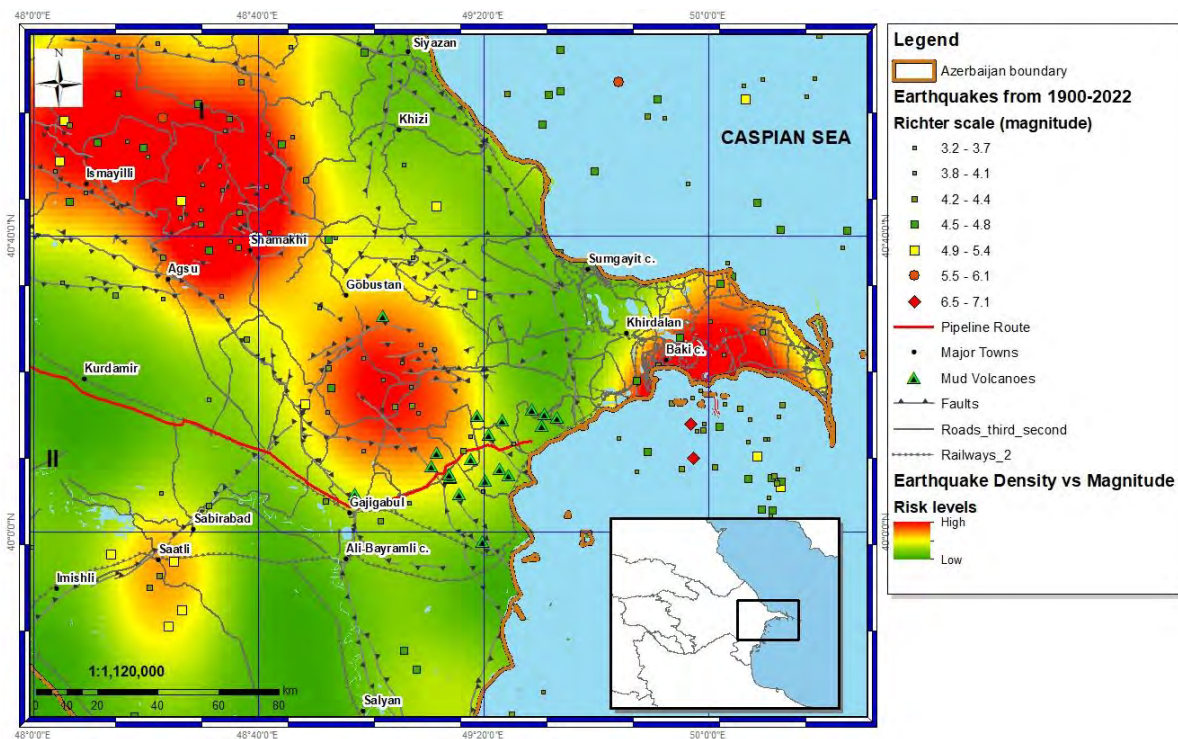


Fig. 3. Kernel density estimation method of all earthquakes vs magnitude

Рис. 3. Ядерная оценка плотности всех землетрясений в зависимости от магнитуды (силы)

Conclusions

From the list of analyzed online earthquake services, the USGS online services is the most appropriate and suitable source for getting the

earthquake data in a human readable, tabulated format, including other formats like GeoJSON, QuakeML. Having the dataset ready, there is a number of analyses method-

ologies became ready by using the existing GIS tools like ESRI ArcMap and QGIS. Moreover, the information can be uploaded into an industry standard relational database provider like MS SQL, Oracle, PostgreSQL (spatially enabled) and proceed with analyses right from the database. Despite that seismic stations in Azerbaijan are collecting and sending the information into the research centers, the data is

still unavailable as a streaming service like USGS. It would be good to see such service being available for researchers outside of organization.

On the other hand, the online earthquake data is good for incorporating into the spatial layers as master data to build a qualitative and quantitative map for risk assessment using GIS tools.

References

1. Amosov A. A., Sinitsyn S. B. *Osnovy teorii seystmostoykosti sooruzheniy* [Fundamentals of the Theory of Structures Seismic Stability]. Moscow, Association of Construction Universities Publ., 2010. 134 p. (In Russian)
2. Gasanov A. G. *Oshchutimye zemletryaseniya Azerbaydzhana 1983-2002 gg* [Perceptible Earthquakes of Azerbaijan in 1983-2002]. Baku, Elm Publ., 2003. 118 p. (in Azerbaijani)
3. Gumerov A. G., Gumerov P. C., Gumerov K. M. *Bezopasnost' dlitel'no ekspluatiruemyykh magistral'nykh nefteprovodov* [Safety of Long-

term Operated Main Oil Pipelines]. Moscow, Nedra Publ., 2003. 310 p. (In Russian)

4. *Rukovodstvo po regional'noy otsenke riska stikhiynykh bedstviy na territorii Respubliki Tadjikistan* [Guidelines for Regional Disaster Risk Assessment on the Territory of the Republic of Tajikistan]. Dushanbe, 2011, p. 48-50. (In Russian)

5. Hyndman D.W. *Natural hazards and disasters*. Australia; Belmont, Calif.: Brooks/Cole, 2017, 571 p.

Литература

1. Амосов А. А., Синицын С. Б. Основы теории сейсмостойкости сооружений. Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010. 134 с.
2. Гасанов А. Г. Ощутимые землетрясения Азербайджана 1983-2002 гг. Баку: Элм, 2003. 118 с. (на азербайджанском языке)
3. Гумеров А. Г., Гумеров Р. С., Гумеров К. М. Безопасность длительно эксплуатируемых

магистральных нефтепроводов, Москва: Недра, 2003. 310 с.

4. Руководство по региональной оценке риска стихийных бедствий на территории Республики Таджикистан. Душанбе, 2011, с. 48-50.

5. Hyndman D.W. *Natural hazards and disasters*. Australia; Belmont, Calif.: Brooks/Cole, 2017, 571 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Имрани Заур Тагир оглы, кандидат географических наук, доцент, заведующий отделом туризма и рекреационной географии, Институт географии имени академика Гасана Алиева Национальной академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджан; e-mail: zaur_imrani@mail.ru

Бабаханов Аслан Эльдар оглы, диссертант, Институт географии имени академика Гасана Алиева Национальной академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджан; e-mail: aslan@babakhanov.az

Принята в печать 05.09.2022 г.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Zaur T. Imrani, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Head of the Department of Tourism and Recreational Geography, Hasan Aliyev Institute of Geography, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan; e-mail: zaur_imrani@mail.ru

Aslan E. Babakhanov, Ph.D. student, Head of the Department of Tourism and Recreational Geography, Hasan Aliyev Institute of Geography, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan; e-mail: aslan@babakhanov.az

Received 05.09.2022.

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 338.2:911.9
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-87-93. EDN: INRKBS

Management and Marketing Role in the Development of Tourism Infrastructure in the Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region of the Republic of Azerbaijan

© 2022 Ilakha Yu. Mamedova
Baku State University
Baku, Azerbaijan; e-mail: ilaha.m898@gmail.com

ABSTRACT. Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region is considered one of the most attractive tourist areas, rich in favorable climatic conditions, beautiful landscapes, rivers, mountain massifs, ancient settlements, and historical and cultural heritage examples. The development of the tourism sector has been stimulated by the construction of recreation centers, hotels and tourism facilities that meet modern requirements in the economic-geographic region, as well as the improvement of the transport infrastructure. However, the management and marketing role in tourism infrastructure developing is almost unexplored. This has caused severe problems in the tourism sector of the region. **Aim.** Substantiate the role of management and marketing in tourism infrastructure developing, identify their advantages, and determine ways to manage and organise tourism infrastructure to achieve positive dynamics between income and expenditure in the tourism sector. **Methods.** Mathematical-statistical and systematic-comparative methods were used in the paper. **Results.** For this reason, in the paper, the directions determining the development of tourism infrastructure in Ganja-Gazakh economic-geographical region were investigated, and it was analyzed the management and marketing policy of strategic planning in this area. **Conclusions.** The role of management and marketing in the tourism infrastructure is very weak, and the development of the tourism sector on a regional scale lags behind the general development trend.

Keywords: tourism, recreation, management, marketing, infrastructure.

For citation: Mamedova I. Yu. Management and Marketing Role in the Development of Tourism Infrastructure in the Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region of the Republic of Azerbaijan. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 3. Pp. 87-93. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-87-93. EDN: INRKBS

Роль менеджмента и маркетинга в развитии туристической инфраструктуры в Гянджа-Газахском экономико-географическом районе Азербайджанской Республики

© 2022 Мамедова И. Ю.
Бакинский государственный университет
Баку, Азербайджан; e-mail: ilaha.m898@gmail.com

РЕЗЮМЕ. Гянджа-Газахский экономико-географический район считается одним из самых привлекательных туристических регионов, богатый благоприятными климатическими условиями, красивыми ландшафтами, реками, горными массивами, древними поселениями и образцами историко-культурного наследия. Развитие туристической отрасли стимулируется строительством баз отдыха, гостиниц и объектов туризма, отвечающих современным требованиям экономико-

географического региона, а также совершенствованием транспортной инфраструктуры. Однако роль менеджмента и маркетинга в развитии туристической инфраструктуры практически не изучена. Это вызвало серьезные проблемы в туристическом секторе региона. **Цель.** Обосновать роль менеджмента и маркетинга в развитии туристической инфраструктуры, выявить их преимущества, определить способы управления и организации туристической инфраструктуры с целью достижения положительной динамики между доходами и расходами в сфере туризма. **Методы.** При написании статьи были использованы математико-статистический и систематически-сравнительный методы. **Результаты.** В статье были исследованы направления, определяющие развитие туристической инфраструктуры в Гянджа-Газахском экономико-географическом районе, а также проанализирована управленческая и маркетинговая политика стратегического планирования в этой сфере. **Выводы.** Роль менеджмента и маркетинга в туристической инфраструктуре очень слаба, а развитие в региональном масштабе сферы туризма отстает от общей тенденции развития.

Ключевые слова: туризм, рекреация, менеджмент, маркетинг, инфраструктура.

Формат цитирования: Мамедова И. Ю. Роль менеджмента и маркетинга в развитии туристической инфраструктуры в Гянджа-Газахском экономико-географическом районе Азербайджанской Республики // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 87-93. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-87-93. EDN: INRKBS (In English)

Introduction

By incorporating the service sphere, tourism has entered people's daily life and actively participates in strengthening the country's political, economic and cultural relations. From this point of view, tourism is understood not only as a means of travel and recreation but also as a system that shapes social relations in a broader sense. The tourism sector's development helps solve many regional socio-economic problems and strengthens intercultural integration.

Natural conditions and natural resources have a positive effect on the development of the tourism sector. However, we cannot forget the importance of tourism infrastructure, management and marketing. Because in the market economy conditions, although the activity of the tourism sector is regulated within the framework of the state's laws, its working principles are based on supply and demand, which can be realized based on a successful management policy and marketing.

The main business activities of management and marketing include analyzing the market, trade, service, transportation, etc. In addition to studying the proportionality between demand and supply in the fields, close participation in the solution of several problems mentioned below is also envisaged:

- improvement of the economic income and socio-cultural life levels of those working in the tourism sector;
- improvement of tourism infrastructure according to world standards;

- preparation of tourist routes that develop tourists' taste and outlook;

- studying the impact of the tourism sector on natural, cultural and social areas, justifying its work process with international tourism experience.

Material and research methods

Ganja-Kazakh Economic-Geographic Region is located in the western part of Azerbaijan, on the northern slopes of the Lesser Caucasus Mountains. The territory of the economic-geographic region is 12.3 thousand km², which is 14.2 % of the country's territory, and its population is 1298.9 thousand people, which is 12.9 % of the country's population [9]. In terms of tourism infrastructure, Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region is partly well provided. The study of tourism infrastructure on a scientific basis is considered one of the important conditions since this factor takes a leading place in the development of the tourism sector in the region.

The mathematical-statistical method was used in the calculation, analysis and charting obtained with the help of statistical materials; the systematic-comparative method was used in the systematization of the collected data and their comparative analysis.

Scientific innovations and author's personal recommendations

For the first time, the role of management and marketing in tourism infrastructure developing at the regional scale was substantiated, and the advantages and issues of the tourism services sector in the Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region were explained. As

a result of the research, it was determined that although the potential opportunities of the tourism sector are highly appreciated, it is not fully used. One of the essential ways to overcome this problem is to justify the role of management and marketing in developing tourism infrastructure and to open its advantages to local entrepreneurs.

The place of the tourism sector in the economy of Azerbaijan

The tourism sector, as the most profitable sector of the economy, was considered one of the rapidly developing sectors in Azerbaijan until the pandemic. The guarantor of the development was related to the package of measures adopted at the state level and their proper implementation. Investments allocated to the tourism sector, improvement of the material and technical base in this area, reconstruction of road transport and social infrastructure based on modern requirements, etc. can be a clear example.

One of the steps taken at the state level in the direction of the regional sustainable development in Azerbaijan and the improvement of the population's financial well-being is related to the tourism sector because the tourism sector, being the most priority direction of the economy, ensures the opening of new jobs and the quick return of investments made in it. Although we saw the opposite during the pandemic, in a short time, the tourism sector started to serve local tourists first and then foreign tourists again, becoming a sector that brings income to the country's economy.

In general, the state's support for the tourism sector lays the foundation for the development of this field, improving the management system by creating a modern tourism market that can meet the country's economic

interests. The story of the tourism sector is based on the country's management and marketing strategy, and its application is planned by studying international experience.

The value of the gross domestic product in Azerbaijan in 2021 was 92857.7 thousand manats, which means 9269.3 manats per person. The share of tourism in the gross domestic product was only 1.3% [3]. This indicator is much higher in developed countries and is being developed along with the service sector. Considering the features of sustainable economic development in our republic, the tourism sector is considered one of the priority directions. Its development trend depends on the working principles of management and marketing.

Results and discussion

Tourism infrastructure is understood as a set of enterprises, departments and organisations whose activity is aimed at meeting the needs of people involved in recreation, as well as means of communication and transportation and tourist accommodation facilities [6]. Tourism infrastructure can also be considered an independent business entity providing services to tourists in whole or part [7]. Tourism infrastructure is the basis of the sustainable development of the tourism sector. The efficient use of tourism resources and the improvement of the tourism sector development are related to the tourism infrastructure. If we examine the study of tourism infrastructure in terms of thematic structure, we can see that it is divided into several groups (fig 1). Separate studies should be conducted on these groups, and the importance of tourism infrastructure in the development of any region should be determined.

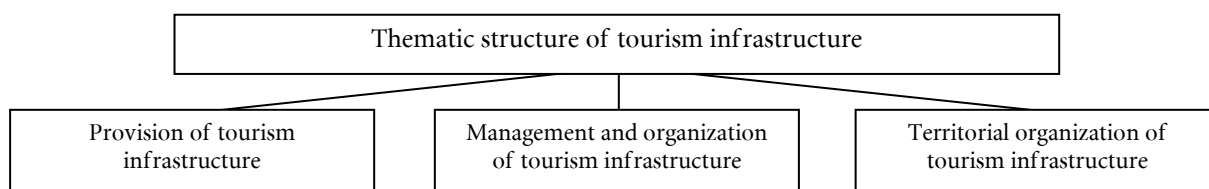


Fig 1. Thematic structural scheme of tourism infrastructure

Рис. 1. Тематическая структурная схема туристической инфраструктуры

Accessible infrastructure increases investment in regions in the conditions of the market economy. It expands the activities of national entrepreneurs and foreign business people [8]. Management and marketing in this field regulate the minimum use of labour and financial resources and maximum profit,

stimulating entrepreneurial activity and obtaining more profit with less work.

Management serves to increase efficiency and manage them in many financial and economic areas. Management analyses the market's demand and supply and assists in obtaining more profit [1]. Marketing

determines the customer's need, helps bring the product to the market, and contributes to the business's success [4]. The marketing specialist decides which product to introduce according to the demand and supply of the market. At this time, the quality of the service increases, and a variety of products is created.

The development of the tourism sector is based on the business principles of enterprises operating in this field, as well as management and marketing in the effective organisation of tourism. For example, a health care institution should provide medical examinations, health procedures, planting greenery, ecologically clean air, cultural and educational events, quality service and so on. Management and marketing provide a choice between enterprises, prepare an information bank about them, create cooperative relations with tour companies, and improve the leadership quality.

The specific features of management and marketing in the tourism sector are related to the availability of services offered to tourists. Services include transportation, reception, catering, accommodation, entertainment, etc., accessibility: price policy (application of discounts), tariffs (cost of tourist trips), etc.

Travel agencies and tour operators are the primary and leading force of management and marketing in the tourism sector. However, the activities of travel agencies and tour operators in the Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region are not at such an encouraging level.

According to the statistics for 2021, 150 tour operators and travel agencies operate in Azerbaijan. Two belong to the state, and the rest belong to the non-state sector. In 2020, this indicator was 300 tour operators and

travel agencies. The decrease of tour operators and travel agencies has led to a decrease in tourist departures and their value. In the Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region this indicator is quite low, and 2 % of tourist trips sold by tour operators and travel agencies in Azerbaijan, and 1.4 % of their value, fall on the share of our research region. If we analyse these indicators by years, we will see that only in 2017, 18.6 % of tourist departures and 19.7 % of their value were in the Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region, and the main part of them was in the Tovuz Region (96, 4%) and Ganja City (3.6 %). [10]. It should be noted with great regret that those who came to the city of Naftalan, the medical tourism centre of Azerbaijan, did not use the services of tour operators and travel agencies.

Let's look at tour operators and travel agencies' income and expenses. We will see that the growth trend is noticeable in Azerbaijan from 2006-2019, in the Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region in 2014-2017 and 2019. Although the growth was stable and continued for years, a severe decrease was observed in the following years due to the pandemic. The negative balance between income and expenses occurred in Azerbaijan only in 2020 and in the Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region in 2013, 2018, 2020 and 2021 (Fig. 2). Observing a negative balance in the economic-geographic region is mainly related to the activities of tour operators and travel agencies. Thus, since their activity is unsatisfactory in areas, it is possible to see a negative balance between income and expenses in almost all economic-geographic areas.

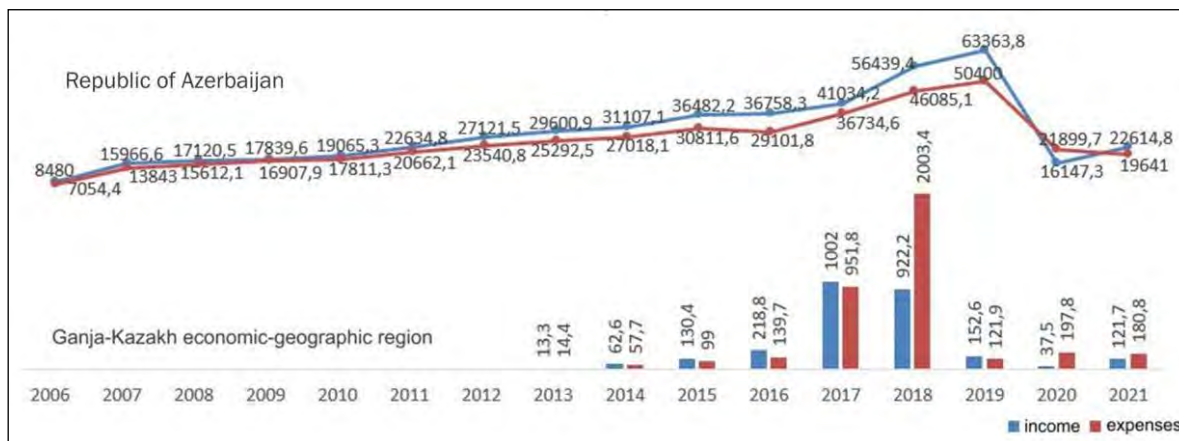


Fig. 2. Income and expenses of tour operators and travel agencies in the Republic of Azerbaijan and Ganja-Kazakh Economic-Geographic Region, thousand manats [10]

Рис. 2. Доходы и расходы туроператоров и турагентств в Азербайджанской Республике и Гянджа-Газахском экономико-географическом районе, тыс. манатов

To study the activities of tour operators and travel agencies more deeply, it is required to study the domestic and foreign trips of Azerbaijani citizens, as well as the dynamics of foreign citizens travelling in the territory of Azerbaijan [5]. For this purpose, the dynamics of the number of citizens in the country and foreign countries visiting the Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region have been determined.

In 2021, 205 tourists travelled to Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region through travel agencies and tour operators. This means 3.4 % of the travellers across the country. Domestic trips made up 9.9 % of total tourists, and trips outside the country made up 0.2 % [10]. Hotels played a unique role in the overnight stays of tourists during trips.

Hotels are considered one of the main indicators of the tourism sector activity. Because hotels, in addition to providing services to citizens, are an area that brings income to the country's budget [2]. If we look

at the dynamics of the number of hotels in Azerbaijan, we will see that there has been an increase over the years. Still, some inequality has been recorded in the Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region. During 2011-2021, the number of hotels in Azerbaijan was 40.2 %, and in Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region, it was 27.7 % (fig. 3). The highest increase was recorded in Ganja City by 2.1 times. Although this indicator is observed in all regions of the economic-geographic region, a decrease is noticeable in Goranboy and Gazakh regions, and there are no hotels at all in the Samukh Region [9]. One fact should be taken into account, although the Naftalan City is a sanatorium-resort centre, only two hotels are registered in the city. Other and more famous hotels (Gashalti Health Hotel Naftalan, Chinar Hotel & Spa Naftalan, Garabag Resort & Spa, Sehrli Naftalan, etc.) are not included in the statistics department's data for some reason.

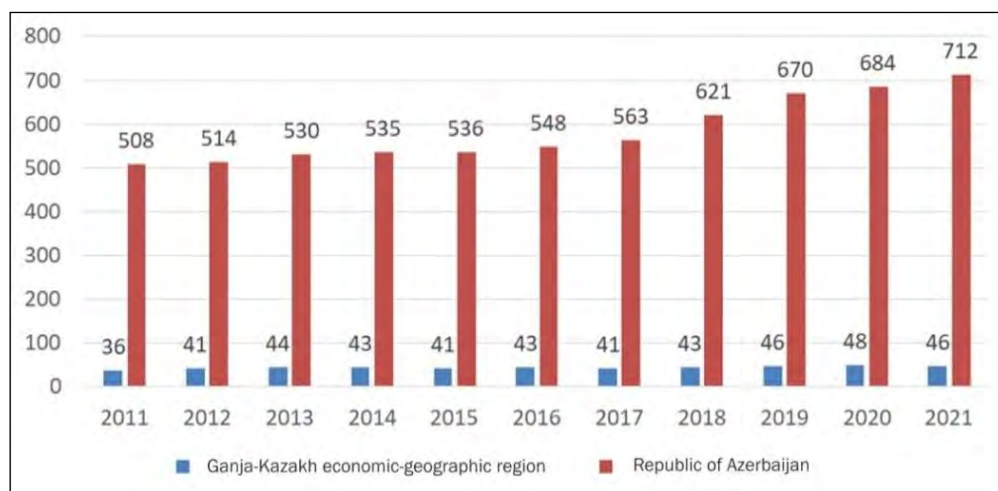


Fig. 3. The number of hotels in the Republic of Azerbaijan and Ganja-Kazakh Economic-Geographic Region, unit [9]

Рис. 3. Количество гостиниц в Азербайджанской Республике и Гянджа-Газахском экономико-географическом районе, ед.

In addition to the number of hotels, the numbers in them and the one-time capacity are significant. Thus, the overnight stay, feeding, effective spending of leisure time, forms of recreation and other forms of tourism infrastructure for the tourists coming to the region are the basis of tourism infrastructure.

If we look at the dynamics of the number of rooms and one-time capacity in hotels in the Ganja-Gazakh economic-geographic region, we will see that a decrease was

observed in 2021 compared to 2006. Thus, in 2006, the number of hotel rooms was 2,282, and the total capacity was 5,228; in 2021, these indicators were 1,897 and 3,882, respectively. If we compare these indicators for Azerbaijan, we will see that the number of hotel rooms has increased by 2.2 times, and the total capacity has increased by 2.1 times [10]. Experts explain the reasons for the decline in Ganja-Gazakh economic-geographic region with different arguments. The reason for this is the region's distance from the capital, the price

policy, the quality of service and the lack of entertainment venues.

Despite the reductions mentioned above, the income and expenses of hotels in the Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region have increased over the years. This can be connected with devaluation and inflation, which happened twice in our republic. In 2006, the income of hotels was 743.3 thousand

manats, and expenses were 718.9 thousand manats, and in 2021, the income was 7238.1 thousand manats, and the expenses were 13394.4 thousand manats. Regrettably, in some years, the expenses have exceeded the income. This can be seen in Azerbaijan as well (fig 4). This has caused delays in the activity of the tourism sector, causing severe damage to their work principles and personnel potential.

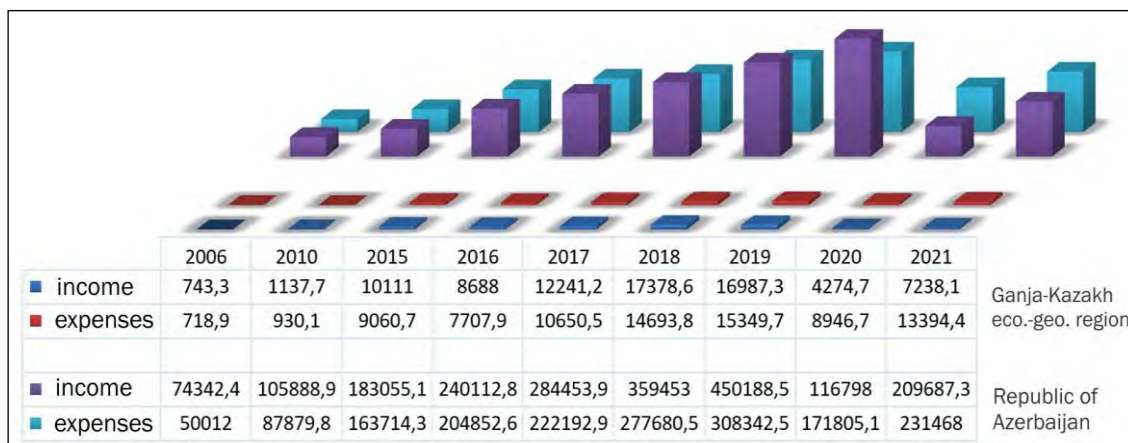


Fig. 4. Revenues and expenses of hotels in the Republic of Azerbaijan and Ganja-Kazakh Economic-Geographic Region, thousand manats [10]

Рис. 4. Доходы и расходы гостиниц Азербайджанской Республики и Гянджа-Газахского экономико-географического района, тыс. манатов

Tourism infrastructure revives the tourism sector's development and increases its potential. The operation of hotels, one of the main components of the tourism infrastructure in the Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region, reveals severe problems in this area. For this reason, a marketing strategy should be developed in the region, and its principles should be defined. When preparing a management and marketing strategy, tour companies, tour operators, tourism-excursion organisations, accommodation establishments, catering establishments, etc. should be taken into account, and tourism products should be offered to tourists in the form of tour packages and tours.

Conclusion

As a result of the analysis of the tourism sector in the Ganja-Gazakh Economic-Geographic Region, it was determined that the region has excellent development potential. However, although the tourism infrastructure is well developed in the area, the role of

management and marketing in the tourism sector is relatively weak. As a result, services provided to tourists, organisation of their recreation, the satisfaction of their needs, price policy, etc., have not been developed to adapt the services to modern requirements and continuously develop the tourism sector. We can see this in the activity of tour operators and travel agencies (3.4 % of travellers across the republic), the number of tourist tickets they sell (2 per republic), the value of tourist tickets (1.45 per republic), the income they receive and the funds they spend (the balance minus 559.1 thousand manats), as well as the number of operating hotels (10 new hotels were built), the number of rooms in them (385 rooms decreased) and the indicators of one-time tours (1346 places decreased) based on statistical analysis. For this reason, the management and marketing strategy should be justified from a regional point of view, and its advantages should be instilled in local entrepreneurs.

References

1. Abbasov I. M. *Menedzhment* [Management]. Baku, Business University Publ., 2013. 205 p. (In Azerbaijan)

2. Aliyeva S. G., Gasimov Z. A., Imrani Sh. V. [Azerbaijan's hotel industry and its development. *Sovremennye problemy geografii: respublikan-*

skaya nauchnaya konferentsiya [Current Issues of Geography: Republican Scientific Conference]. Sumgait, 2019. Pp. 186-189. (In Azerbaijan)

3. Azerbaijan in figures. Baku, State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan Publ., 2022. 198 p.

4. Burnett J. Introducing Marketing. Zurich, 2011. 290 p.

5. Imrani Z. T., Kerimova E. D., Zeynalova K. Z. The role of tour operators and travel agents in the development of the tourism sector in Azerbaijan. Bulletin of Udmurt University. Vol. 31. Iss. 2. 2021. Pp. 209-2015.

6. Кузык С. П. *Geografiya turizma* [Geography of Tourism]. Kyiv, Znaniye Publ., 2011. 271 p. (in Ukrainian)

7. Lazarev V. A. The content of the "tourist infrastructure" and "tourist industry" concepts. *Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of Ural State University of Economics]. 2012. No. 1 (39). Pp. 38-41. (In Russian)

8. Nadirov A. A. Balanced socio-economic development of the non-oil sector and regions. *Audit*. 2013. No. 1. Pp. 37-44. (In Azerbaijan)

9. Regions of Azerbaijan. Baku, State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan Publ., 2021, 844 p.

10. Tourism in Azerbaijan. Baku, State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan Publ., 2022. 100 p.

Литература

1. Аббасов И. М. Менеджмент. Баку: Изд-во Бизнес университета, 2013. 205 с. (на азербайджанском языке)

2. Алиева С. Г., Гасымов З. А., Имрани Ш. В. Гостиничный бизнес Азербайджана и его развитие // Современные проблемы географии: республиканская научная конференция. Сумгаит, 2019. С. 186-189. (на азербайджанском языке)

3. Azerbaijan in figures. Baku, State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan Publ., 2022. 198 p.

4. Burnett J. Introducing Marketing. Zurich, 2011. 290 p.

5. Imrani Z. T., Kerimova E. D., Zeynalova K. Z. The role of tour operators and travel agents in the development of the tourism sector in Azerbaijan. Bulletin of Udmurt University. Vol. 31. Iss. 2. 2021. Pp. 209-2015.

6. Кузык С. П. География туризма. Киев: Знание, 2011. 271 с. (на украинском языке)

7. Лазарев В. А. Содержание понятий «туристская инфраструктура» и «туристская индустрия» // Вестник Уральского государственного экономического университета. 2012. № 1 (39). С. 38-41.

8. Надиров А. А. Сбалансированное социально-экономическое развитие нефтяного сектора и регионов // Аудит. 2013. № 1. С. 37-44. (на азербайджанском языке)

9. Regions of Azerbaijan. Baku, State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan Publ., 2021, 844 p.

10. Tourism in Azerbaijan. Baku, State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan Publ., 2022. 100 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Мамедова Илаха Юнис кызы, диссертант кафедры экономической и политической географии зарубежных стран и туризма, Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан; e-mail: ilaha.m898@gmail.com

Научный руководитель: доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической и социальной географии, Бакинский государственный университет, **Исмаилов Ч. Н.**

Принята в печать 16.05.2022 г.

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Affiliation

Ilakha Yu. Mamedova, Ph.D. student, Department of Economic and Political Geography of Foreign Countries and Tourism, Baku State University, Baku, Azerbaijan; e-mail: ilaha.m898@gmail.com

Scientific Supervisor: Doctor of Science (Geography), Professor, Head of the Department of Economic and Social Geography, Baku State University, **Chingiz N. Ismailov**.

Received 16.05.2022.

Науки о Земле / Earth Science

Оригинальная статья / Original Article

УДК 551.435.11; 627.141.1

DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-94-102. EDN: IUNRNM

Мониторинг селевых русел бассейна реки Чегем на Центральном Кавказе

© 2022 Терекулов З. М.

Высокогорный геофизический институт
Нальчик, Россия; e-mail: kabbalkeko@rambler.ru

РЕЗЮМЕ. Цели. Выявить основные факторы формирования природных геосистем в зоне действия активных экзогенных процессов. Определить объекты дестабилизации склоновых процессов, лавинно-селевой, оползневой и обвальнo-осыпной опасности. **Методы.** Проведение натурных маршрутных обследований и геоэкомониторинг. Камеральная обработка имеющихся архивных материалов и литературных источников. **Результаты.** Даны характеристики зонам с нарушенными ландшафтами. По результатам обследования выявлено проявление селевой активности по руслу р. Жора. **Выводы.** В статье рассмотрены вопросы негативного воздействия селевых проявлений на русловые процессы бассейна р. Чегем. Оперативный мониторинг с использованием космических данных позволяет утверждать об активизации в дальнейшем эрозионных процессов вдоль береговой линии селевых бассейнов, а также склоновых подвижках геологических структур.

Ключевые слова: природные экосистемы, опасные русловые процессы, нарушенные ландшафты, селевая опасность, эрозионные и оползневые склоны.

Формат цитирования: Терекулов З. М. Мониторинг селевых русел бассейна реки Чегем на Центральном Кавказе // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 94-102. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-94-102. EDN: IUNRNM

Monitoring of Mudflow Channels in the Chegem River Basin of the Central Caucasus

© 2022 Zalim M. Terekulov

High Mountain Geophysical Institute
Nalchik, Russia; e-mail: kabbalkeko@rambler.ru

ABSTRACT. The **aims** are to identify the main factors in the formation of natural earth systems in the zone of active exogenous processes, to determine objects of slope processes destabilization, avalanche-mudflow, landslide and avalanche-scrree hazards. **Methods.** Conducting route field observations and geological and ecological monitoring. Cameral treatment of available archival records and literary sources. **Results.** Characteristics of areas with disturbed landscapes are given. It was revealed mudflow activity along the bed of the Zhora River according to the results of the survey. **Conclusions.** The paper deals with the issues of the negative impact of mudflow on the channel processes of the Chegem River basin. Operational monitoring using space data makes it possible to assert that erosion processes will further intensify along the coastline of mudflow basins, as well as slope movements of geological structures.

Keywords: natural ecosystems, dangerous fluvial processes, disturbed landscapes, mudflow hazard, erosional and landslide slopes.

For citation: Terekulov Z. M. Monitoring of Mudflow Channels in the Chegem River Basin of the Central Caucasus. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 3. Pp. 94-102. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-94-102. EDN: IUNRNM (In Russian)

Введение

За прошедший период 2022 г., в результате обильного выпадения осадков на всей селеактивной территории бассейна р. Чегем: низкогорье, среднегорье и высокогорье, наблюдалось критическое перувлажнение почвенных слоев. Согласно прогнозным данным Управления гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды (УГМС) и мониторингу МЧС, а также камеральных исследований архивных, кадастровых и литературных источников, складывалась критическая ситуация по сходу селевых потоков на всей водосборной площади горной части бассейна р. Чегем. При проведении сравнительного анализа среднесуточных показателей данного бассейна, пик селеактивности приходился на 20-е числа июня с дальнейшей пролонгацией селеопасного периода. Принимая во внимание длительное выпадение интенсивных осадков и положительную

динамику по выпадению осадков, согласно прогнозным данным УГМС, селевые проявления могли быть спровоцированы сразу в нескольких селевых руслах или поэтапно на территории всего бассейна р. Чегем.

Материал и методы исследования

Сотрудниками отдела экологических исследований Высокогорного геофизического института были проведены маршрутно-полевые обследования бассейна р. Чегем на участке среднегорья, ниже н. п. Эль-Тюбю до урочища Жора. По результатам обследования 9 селевых русел, впадающих в р. Чегем, были подготовлены инструментальные, натурные полевые фотоматериалы, а также были получены космоснимки по программе Google Earth для анализа и изучения данного участка.

1. Река Кекташ, кад. № 3-03, л.п. р. Чегем (рис. 1-3).



Рис. 1. Бассейн р. Кекташ (фото Google Earth)
Fig. 1. The Kektash River basin (Google Earth photo)



Рис. 2. Долина реки (фото ВГИ)
Fig. 2. River valley (HGI photo)



Рис. 3. Устье реки, мост автодороги (фото ВГИ)
Fig. 3. The mouth of the river, the bridge of the highway (HGI photo)



Рис. 4. Бассейн р. Джуунгусу (фото Google Earth)
Fig. 4. The Juungusu River basin (Google Earth photo)



Рис. 5. Долина реки (фото ВГИ)
Fig. 5. River valley (HGI photo)



Рис. 6. Устье реки, газопровод (фото ВГИ)
Fig. 6. River mouth, gas pipeline (HGI photo)

Параметры: генезис-дождевой, тип-гряжекаменный, площадь водосбора 27 км², средний уклон 187 ‰, длина 7,2 км, высота истока 2548 м, объем макс. един. выноса 50000 м³, макс. объем твердых отложений 57684 м³ [2]. Повторяемость 1р./13лет (20.07.1970 г.; 19.07.1983 г.) [4]. Угроза автодороге, мосту, сельхозугодьям, подпор основного русла.

По результатам обследования каких-нибудь проявлений селевой активности не выявлено.

2. Река Джуунгусу, кад. № 3-04, л.п. р. Чегем (рис. 4-6).

Параметры: генезис-дождевой, тип-водокаменный, площадь водосбора 24 км², средний уклон 188 ‰, длина 9,5 км, высота истока 3030 м, объем макс. един. выноса 100000 м³, макс. объем твердых отложений 95588 м³ [2]. Повторяемость 1р./4-13лет

(1940 г.; 12.08.1953 г.; 1959; 20.07.1970 г.; 19.07.1983 г.) [4].

Угроза автодороге, мосту, газопроводу, сельхозугодьям, подпор основного русла.

По результатам обследования каких-нибудь проявлений селевой активности не выявлено.

3. Река Ору, кад. № 3-05, л.п. р. Чегем (рис. 7-9).

Параметры: генезис-дождевой, тип-гряжекаменный, площадь водосбора 3,7 км², средний уклон 400 ‰, длина 5 км, высота истока 2476 м, объем макс. един. выноса 50000 м³, макс. объем твердых отложений 82200 м³ [2]. Повторяемость 1р./12-17лет (08.1954 г.; 04.08.1966 г.; 19.07.1983 г.) [4].

Угроза автодороге, сельхозугодьям, подпор основного русла (рис. 8, 9).



Рис. 7. Бассейн р. Ору (фото Google Eath)
Fig. 7. The Oru River basin (Google Earth photo)



Рис. 8. Долина реки (фото ВГИ)
Fig. 8. River valley (HGI photo)



Рис. 9. Устье реки (фото ВГИ)
Fig. 9. River mouth (HGI photo)



Рис. 10. Бассейн р. Этмюшкол (фото Google Earth)
Fig. 10. The Etmyushkol River basin (Google Earth photo)

По результатам обследования каких-нибудь проявлений селевой активности не выявлено.

4. Река Этмюшкол, кад. № 3-06, л.п. р. Чегем (рис. 10).

Параметры: генезис-дождевой, тип-грязекаменный, площадь водосбора 6 км², средний уклон 385 ‰, длина 4,1 км, высота

истока 2978 м, объем макс. един. выноса 200000 м³, макс. объем твердых отложений 336350 м³ [2]. Повторяемость 1р./17лет (04.08.1966 г.; 19.07.1983 г.) [4].

Угроза автодороге, мосту, сельхозугодьям (рис. 11, 12).

По результатам обследования каких-нибудь проявлений селевой активности не выявлено.

5. Р. Тузулгусу, кад. № 3-36, п.п. р. Чегем (рис. 13).

Параметры: генезис-дождевой, тип-грязекаменный, площадь водосбора 8 км², средний уклон 300 ‰, длина 7 км, высота истока 2013 м, объем макс. един. выноса

100000 м³, макс. объем твердых отложений 74520 м³ [2]. Повторяемость 1р./10 лет (08.1954 г.; 05.08.1967; 11.08.1977; 20.07.1970г.; 19.07.1983 г.) [4].

Угроза автодороге, сельхозугодьям, подпор основного русла (рис. 14, 15).



Рис. 11. Долина реки (фото ВГИ)
 Fig. 11. River valley (HGI photo)



Рис. 12. Устье реки (фото ВГИ)
 Fig. 12. River mouth (HGI photo)



Рис. 13. Бассейн р. Тузулгусу (фото Google Earth)
 Fig. 13. The Tuzulgusu River basin (Google Earth photo)



Рис. 14. Долина реки (фото ВГИ)
 Fig. 14. River valley (HGI photo)



Рис. 15. Устье реки (фото ВГИ)
 Fig. 15. River mouth (HGI photo)

По результатам обследования каких-нибудь проявлений селевой активности не выявлено.

6. Река Абардансу (Лыбарда), кад. № 3-37, п.п. р. Чегем (рис. 16-18).

Параметры: генезис-дождевой, тип-грязекаменный, площадь водосбора 27 км², средний уклон 85 ‰, длина 14,3 км, высота истока 2580 м, объем макс. един. выноса – 100000 м³, макс. объем

твердых отложений 104600 м³ [2]. Повторяемость 1р./10 лет (1954 г.; 1967 г.; 1977 г.; 19.07.1983 г.) [4].

Угроза автодороге, мосту, сельхозугодьям, подпор основного русла.

По результатам обследования каких-нибудь проявлений селевой активности не выявлено.

7. Река Быкмылгысу, кад. № 3-38, п.п. р. Чегем (рис. 19-21).

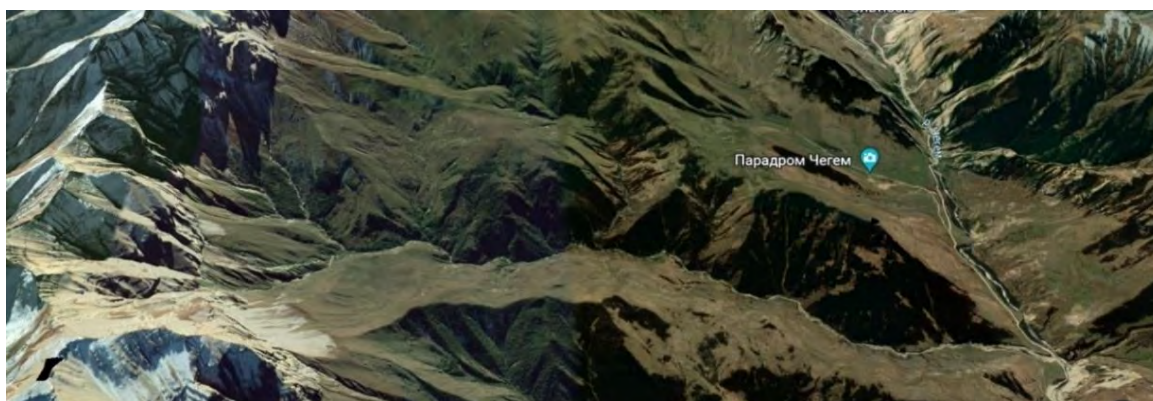


Рис. 16. Бассейн р. Абардансу (Лыбарда) (фото Google Earth)
Fig. 16. The Abardansu River basin (Lybarda) (Google Earth photo)



Рис. 17. Долина реки (фото ВГИ)
Fig. 17. River valley (HGI photo)



Рис. 18. Устье реки (фото ВГИ)
Fig. 18. River mouth (HGI photo)



Рис. 19. Бассейн р. Быкмылгысу (фото Google Earth)
Fig. 19. The Bykmylgysu River basin (Google Earth photo)

Параметры: генезис-дождевой, тип-грязекаменный, площадь водосбора 10,8 км², средний уклон 500 ‰, длина 7 км, высота истока 2177 м, объем макс. един. выноса 100000 м³, макс. объем твердых отложений 105720 м³ [2]. Повторяемость 1р./10 лет (19.07.1983 г.) [4].

Угроза автодороге, сельхозугодьям, подпор основного русла.

По результатам обследования каких-нибудь проявлений селевой активности не выявлено.

8. Река Аайсу, кад. № 3-39, л.п. р. Чемем (рис. 22-24).

9. Параметры: генезис-дождевой, тип-грязекаменный, площадь водосбора 5,1 км², средний уклон 133 ‰, длина 3 км, высота истока 1640 м, объем макс. един. выноса 10000 м³, макс. объем твердых отложений 32628 м³ [2]. Повторяемость 1р./10 лет (20.07.1970 г.; 19.07.1983 г.) [4]. Угроза сельхозугодьям, подпор основного русла.



Рис. 20. Долина реки (фото ВГИ)
Fig. 20. River valley (HGI photo)



Рис. 21. Устье реки (фото ВГИ)
Fig. 21. River mouth (HGI photo)

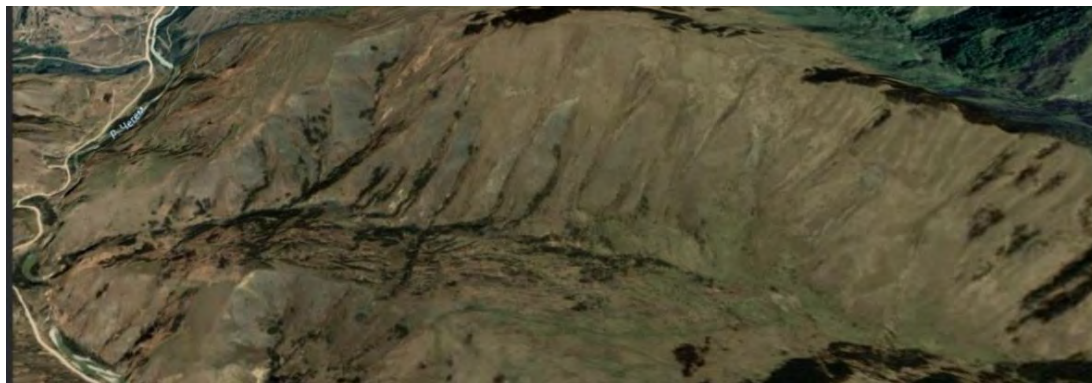


Рис. 22. Бассейн р. Аайсу (фото Google Earth)
Fig. 22. The Aaisu River basin (Google Earth photo)



Рис. 23. Долина реки (фото ВГИ)
Fig. 23. River valley (HGI photo)



Рис. 24. Устье реки (фото ВГИ)
Fig. 24. River mouth (HGI photo)



Рис. 25. Бассейн р. Джорасу (фото Google Earth)
Fig. 25. The Jorasu River basin (Google Earth photo)



Рис. 26. Селевые отложения (фото ВГИ)
Fig. 26. Mudflow deposits (HGI photo)



Рис. 27. Конус выноса (фото ВГИ)
Fig. 27. Alluvial cone (HGI photo)

По результатам обследования каких-нибудь проявлений селевой активности не выявлено.

9. Река Джорасу, кад. № 3-40, л.п. р. Чегем (рис. 25-27).

Параметры: генезис-дождевой, тип-грязекаменный, площадь водосбора 6,6 км², средний уклон 172 ‰, длина 4,3 км, высота истока 1899 м, объем макс. един. Выноса 10000 м³, макс. объем твердых отложений 43860 м³ [2], повторяемость 1р./10 лет (20.07.1970 г.; 19.07.1983 г.) [4]. Угроза сельхозугодьям, подпор основного русла.

Результаты и обсуждение

По результатам обследования выявлено проявление селевой активности по руслу р. Жора. В результате схода грязекаменного селя произошел занос дороги в урочище Жора и подпор основного русла р. Чегем.

В результате прошедших интенсивных осадков в верховьях реки сошел оползень и образовался селевой поток. Твердая составляющая селевого потока состояла в основном из бентонитовой глины с не-

большими вкраплениями гравийно-галечникового, рыхло-обломочного и каменно-валунного материала, который ранее был аккумулярован в русле р. Жора.

Конус выноса площадью 2393,6 м², периметром 296,8 м изменил русло реки, и образовавшаяся меандра подмыла противоположный склон и основание автодороги Чегем-2 – Булунгу. В результате оползания грунта произошло сужение дорожного полотна, и образовался опасный участок автодороги, требующий восстановительных работ.

К уже сложившимся природно-антропогенным геосистемам (ПАГ) с традиционным сельскохозяйственным типом землепользования добавились ПАГ с рекреационным, коммуникационным и другими типами землепользования. Причем для активизации именно оползневой деятельности играют большую роль в первую очередь такие основные линейные хозяйственные объекты (ЛХО), как автодороги с различным типом покрытия, соединяющие между собой населенные пункты, многочисленные

рекреационные объекты (гостиницы, турбазы и др.), газопроводы [3].

Заключение

Селевая активность в данной зоне активизируется в весенне-летний период, и основным триггером схода селевых потоков являются интенсивные атмосферные осадки.

Данный участок бассейна р. Чегем находится в основном в зоне среднегорья Чегемского ущелья. Неустойчивые грунты в виде отложений четвертичного периода, моренные отложения, пылеватые пески, оползни, скальные осыпи коренных пород, делювий и аллювий, при наличии уклона, периодически сползая в селевые русла и аккумулируясь там, формируют твердую составляющую селя.

Наличие горных пород, малосвязанных и легко поддающихся разрушению, таких как толщи вулканогенных пород в зонах развития так называемого вулканогенного рельефа, характерно для Нижне- и Верхне-Чегемского вулканогенных плато в бассейне р. Чегем, формирующих оползни

сдвига-обвала (например, оползень «Лечинкай»). Широкое развитие таких пород, как глины, в т. ч. бентонитовые, обладающие целым рядом свойств (набухаемость и т. д.), способствуют развитию оползней течения и скольжения, например, таких как оползень «Герпегеж» [1].

Оперативный мониторинг с использованием космических данных позволяет утверждать об активизации в дальнейшем эрозионных процессов вдоль береговой линии селевых бассейнов, а также склоновых подвижках геологических структур.

Значительным фактором развития селевых процессов являются эндогенные и антропогенные процессы (освоение территорий, хозяйственная деятельность, землепользование, строительство инфраструктурных объектов, рекреация). Анализ процессов селеобразования, а также изучение их влияния на хозяйственные объекты, в т. ч. линейные, на исследованной территории становится приоритетной задачей.

Литература

1. Атлас Кабардино-Балкарской Республики / под общ. ред. Р. А. Бураева. М.: Роскартография, 1997. 42 с.
2. Кадастр селевой опасности юга европейской части России / отв. ред. Н. В. Кондратьева. М.: Феория; Нальчик: Печатный двор, 2015. С. 90-94.
3. Кюль Е. В., Анисимов Д. А. Анализ оползневой деятельности в бассейне р. Чегем (Ка-

бардино-Балкарская Республика) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2017. № 1 (75). С. 49-58.

4. Разумов В. В., Стрешнева Н. П., Перекрест В. В. Кадастр лавинно-селевой опасности Кабардино-Балкарской Республики. СПб: Гидрометеиздат, 2001. 64 с.

References

1. Buraev R. A. *Atlas Kabardino-Balkarskoi Respubliki* [Atlas of the Kabardino-Balkarian Republic]. Moscow, Roskartografiya Publ., 1997. 42 p. (In Russian)
2. *Kadastr selevoy opasnosti yuga evropeyskoy chasti Rossii* [Cadastre of Mudflow Hazard in the South of Russian European Part]. Moscow, Feoriya Publ.; Nalchik, Pechatnyy dvor Publ., 2015. Pp. 90-94. (In Russian)
3. Kyul' E. V., Anisimov D. A. Analysis of landslide activity of the Chegem river basin. (Kabardi-

no-Balkarian Republic). *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2017. No. 1 (75). Pp. 49-58. (In Russian)

4. Razumov V. V., Streshneva N. P., Perekrast V. V. *Kadastr lavinno-selevooy opasnosti Kabardino-Balkarskoy Respubliki* [Cadastre of Avalanche-Mudflow Danger in the Kabardino-Balkarian Republic]. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 2001. 64 p. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Терекулов Залим Максимович, научный сотрудник, лаборатория геоэкологического мониторинга отдела экологических исследований, Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Россия; e-mail: kab-balkeko@rambler.ru

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Affiliation

Zalim M. Terekulov, Researcher, Laboratory of Geoecological Monitoring, Department of Environmental Research, High Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia; e-mail: kab-balkeko@rambler.ru

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 911.9
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-4-103-109. EDN: JCXSJV

Особенности загрязнения воздушного бассейна в городе Улан-Удэ

© 2022 Урбанова Ч. Б., Бабилов В. А., Петров С. А., Гомбоев Б. О.
Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова
Улан-Удэ, Россия; e-mail: chimita76@gmail.com; mien_bsu@mail.ru;
sergei_petrov13@mail.ru; bgom@binm.bsnet.ru

РЕЗЮМЕ. Цель. Проанализировать особенности загрязнения столицы Республики Бурятия – города Улан-Удэ. Процессы урбанизации усиливают антропогенную нагрузку на окружающую природную среду. Это, прежде всего, выражается в росте численности и плотности населения, расширении площадей городов и агломераций, плотности их застройки. Все это включает в себя насыщенность инженерной инфраструктуры, увеличение объемов промышленного производства, увеличение количества легковых автомобилей. **Методы.** При выполнении исследования применялись методы: картографический, статистический, системного анализа. Использовались статистические сборники «Охрана окружающей среды в Республике Бурятия». **Результаты.** Проблема загрязнения атмосферного воздуха в городе Улан-Удэ является очень многогранной с точки зрения геоэкологии. Она затрагивает проблему негативного влияния на окружающую среду, и в целом на проблему ухудшения экологической ситуации в столице Республики Бурятия. **Вывод.** Загрязнение воздуха в городе Улан-Удэ остается насущной проблемой для байкальского региона, требующей немедленного решения.

Ключевые слова: особенности загрязнения воздуха, роза ветров, качество воздуха, источники загрязнения, ареал распространения загрязнения, энергоёмкость, межгорная котловина, инверсия температуры.

Формат цитирования: Урбанова Ч.Б., Бабилов В. А., Петров С. А., Гомбоев Б. О. Особенности загрязнения воздушного бассейна в городе Улан-Удэ // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 3. С. 103-109. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-103-109. EDN: JCXSJV

Air Pollution Features in Ulan-Ude City

© 2022 Chimita B. Urbanova, Vladimir A. Babikov,
Sergey A. Petrov, Bair O. Gomboev
Dorzhi Banzarov Buryat State University
Ulan-Ude, Russia; e-mail: chimita76@gmail.com; mien_bsu@mail.ru;
sergei_petrov13@mail.ru; bgom@binm.bsnet.ru

ABSTRACT. The **aim** is to analyze the pollution features of Ulan-Ude city – the capital of the Republic of Buryatia. Urbanization processes increase the anthropogenic load on the environment. This, first of all, is expressed in the growth in the number and density of the population, the expansion of the cities areas and agglomerations, and the density of their development. All this includes saturation of the engineering infrastructure, an increase in industrial production and in the number of cars. **Methods.** The study used methods: cartographic, statistical, system analysis. Statistical collections "Environmental protection in the Republic of Buryatia" were used. **Results.** The problem of atmospheric air pollution in Ulan-Ude city is very multifaceted in terms of geoecology. It touches upon the problem of the negative impact on the environment, and, in general, the problem of the deterioration of the ecological situation in the capital of the Republic of Buryatia. **Conclusion.** Air pollution in Ulan-Ude city remains a pressing issue for the Baikal Region that needs to be addressed immediately.

Keywords: air pollution features, wind rose, air quality, pollution sources, pollution distribution area, energy intensity, intermountain basin, temperature inversion.

For citation: Urbanova Ch.B., Babikov V. A., Petrov S. A., Gomboev B. O. Air Pollution Features in Ulan-Ude City. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 3. Pp. 103-109. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-3-103-109. EDN: JCXSJV (In Russian)

Введение

Загрязнение атмосферного воздуха на территории Бурятии и города Улан-Удэ в частности связано с выбросами предприятий теплоэнергетики, ЖКХ, автомобильного транспорта, а также присутствием в холодное время года дней с неблагоприятными для рассеивания вредных примесей метеорологическими условиями.

Особенно важно учитывать для города Улан-Удэ его физико-географическое положение.

Большая часть территории имеет горно-котловинный характер рельефа в географическом плане и находится в пределах Иволгино-Удинской межгорной котловины [1], которая представляет собой обширное понижение, вытянутое в широтном направлении и ограниченное с севера хребтами Хамар-Дабан и Улан-Бургасы, с юга – хребтами Ганзуринский и Цаган-Дабан (рис. 1).

Для территории Бурятии, в частности для города Улан-Удэ характерен резко континентальный климат с продолжительной морозной зимой и жарким летом, со слабыми ветрами, значительной повторяемостью инверсий распределения низкой температуры воздуха с высотой, в результате чего наблюдается скопление загрязняющих веществ в нижнем приземном слое воздуха.

В связи с особенностями географического положения Улан-Удэ и дальнейшего развития социально-экономического комплекса столицы Республики Бурятия необходимо выявить особенности загрязнения ее воздушного бассейна, что представляет собой не только теоретический, но и практический интерес.

Материалы и методы исследования

В качестве материалов для подготовки данной статьи выступили ежегодные статистические отчеты Министерства природных ресурсов Республики Бурятия и Центра охраны окружающей среды, в которых представлена информация об источниках атмосферных выбросов вредных веществ.

Объект исследования – городская агломерация города Улан-Удэ. Предмет исследования – геоэкология воздушного бассейна города Улан-Удэ.

Основные используемые методы в данной работе: количественные и качественные. К количественным относятся сбор и систематизация информации о состоянии воздушного бассейна в городе Улан-Удэ и соответствующие картографические материалы. Среди качественных методов следует выделить системный анализ, связанный с мониторингом загрязнения воздуха в пределах исследуемой территории.

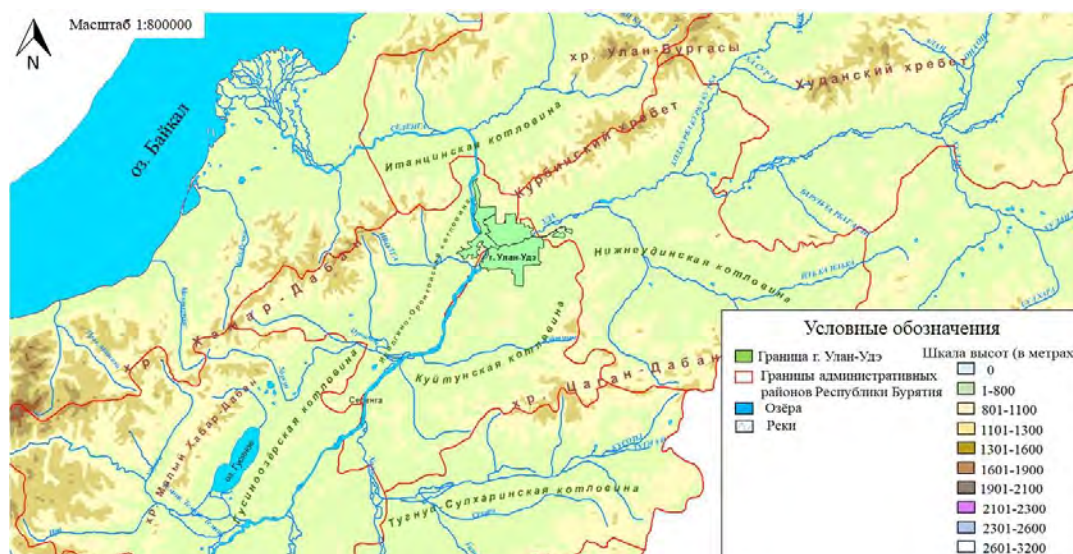


Рис. 1. Орографические особенности Республики Бурятия
Fig. 1. Orographic features of the Republic of Buryatia

Результаты и их обсуждение

Источники загрязнения воздушного бассейна города Улан-Удэ приведены на рис. 2.

Большинство выбросов в атмосферу – более 70 % приходится на пять предприятий города Улан-Удэ (табл. 1) Среди основных химических веществ, загрязняющих воздух в городе Улан-Удэ, лидируют твердые вещества, диоксид серы, оксид уг-

лерода, которые в суммарном объеме составляют 86-88 %. (рис. 3).

В ходе анализа таблицы на рисунке 3 выявлено, что промышленным объектам города Улан-Удэ, осуществляющим деятельность по производству, передаче и распределению электроэнергии, газа, пара и горячей воды принадлежит основной вклад в выбросы оксида углерода. Ниже приведены сведения об основных вкладчиках суммарных годовых выбросов оксида углерода (табл. 2).

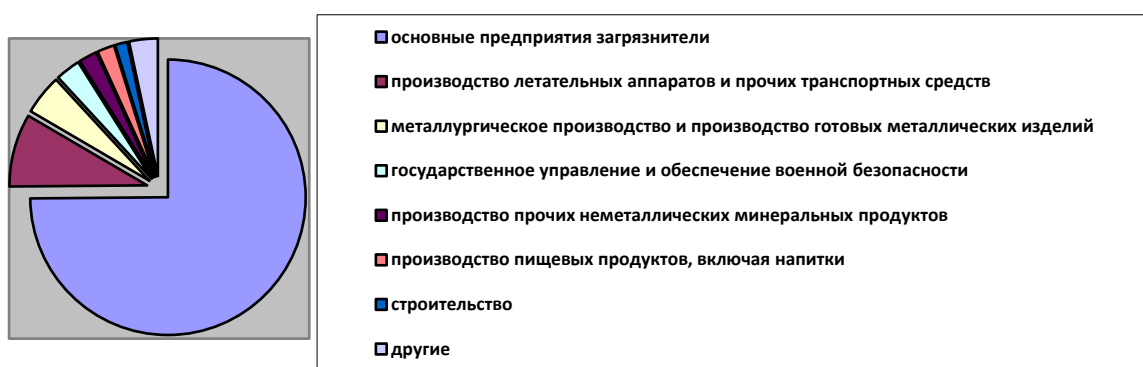


Рис. 2. Источники загрязнения воздушного бассейна Улан-Удэ. Составлено по [7; 8]
 Fig. 2. Sources of air pollution in Ulan-Ude. Compiled according to [7; 8]

Таблица 1. Классы опасности предприятий города Улан-Удэ – загрязнителей воздуха.
 Составлено по [7; 8]

Table 1. Hazard classes of enterprises in Ulan-Ude city – air pollutants. Compiled according to [7; 8]

Класс опасности	Предприятие
IV	АО «ЭТМ» Энерготехномаш, ОАО Улан-Удэнское приборостроительное производственное Объединение, ПО «Наран», ОАО «Завод электромашина», АО «Молоко Бурятии»
III	ООО РЖД, ОАО «ГАП-2», МУП Управления трамвая
II	ЛВРЗ ОАО филиал РЖД, МУП Городские маршруты
I	ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, Улан-Удэнский авиационный завод, ООО Буржелезобетон

Таблица 2. Характеристика основных вкладчиков суммарных годовых выбросов оксида углерода на территории города Улан-Удэ. Составлено по [2-6]

Table 2. Characteristics of the main contributors to the total annual emissions of carbon monoxide in Ulan-Ude city. Compiled according to [2-6]

Наименование предприятия. Основной вид деятельности	Основные источники выбросов оксида углерода
Улан-Удэнский энергетический комплекс – филиал ОАО «ТГК-14» производство и передача пара и горячей воды (тепловой энергии) для теплоснабжения жилых массивов, школ, поселков г. Улан-Удэ	отопительные котельные филиала ОАО «ТГК-14»
ОАО «Улан-Удэнский Авиационный завод» («У-УАЗ») производство летательных аппаратов; производство изделий военной промышленности	водогрейные и паровые котлы
Улан-Удэнская ТЭЦ № 1	энергетические котлоагрегаты высокого, среднего давления, водогрейные мазутные котлоагрегаты. Дымовые трубы энергетических котлоагрегатов Улан-Удэнской ТЭЦ-1

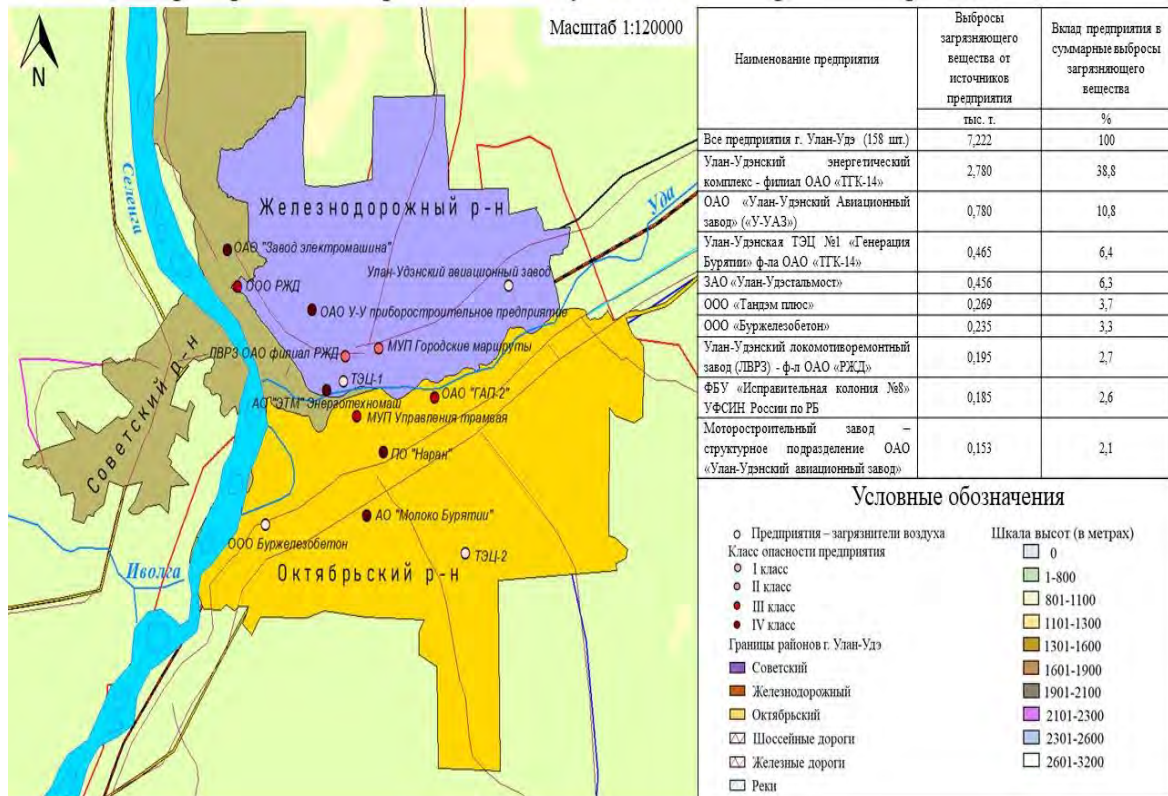


Рис. 3. Основные предприятия – загрязнители воздуха по административным районам города Улан-Удэ. Составлено по [7-10] (авторы Петров С. А., Урбанова Ч. Б., Бабиков В. А.)
Fig. 3. The main air polluting enterprises in the administrative districts of Ulan-Ude city. Compiled according to [7-10] (Petrov S. A., Urbanova Ch. B., Babikov V. A.)

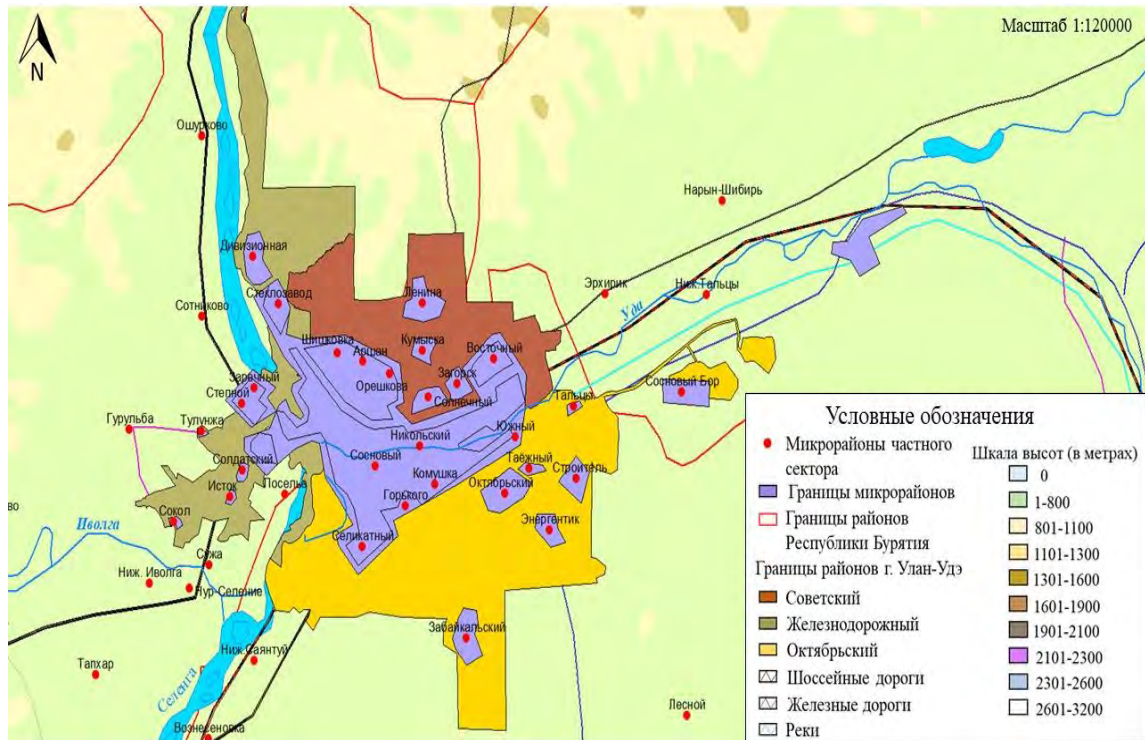


Рис. 4. Административно-территориальное деление города Улан-Удэ (автор Петров С. А.)
Rice. 4. Administrative-territorial division of Ulan-Ude city (Petrov S. A.)

На последнюю декаду 2019 года в структуре городского промышленного потребления энергии наибольшую долю составлял бурый и каменный уголь – 92 % [8]. Из всего поставляемого объема угля на долю промышленного производства расходуется 99,7 %, остальную долю – 0,3 % используют жители города Улан-Удэ, проживающие в частном секторе (рис. 4).

По данным Министерства природных ресурсов Российской Федерации Улан-Удэ входит в 20-ку городов нашей страны с самым загрязненным воздухом.

37 тыс. домов с автономными источниками теплоснабжения вносят большой вклад в загрязнение города Улан-Удэ, из них 77,7 % – печи и 22,3 % – котлы (табл. 4).

Количество автомобильного транспорта растет с каждым годом и соответственно

увеличивается объем выбросов поллютантов (табл. 5). По данным ГИБДД на 01.01.2019 г. в Республике Бурятия зарегистрировано 355351 единиц транспорта, в том числе грузовых автомобилей 59070 ед., автобусов – 15278 ед., автомобилей – 281003 ед.

В городе Улан-Удэ в суммарную интенсивность автотранспортного потока вносят легковые автомобили 79,1 %, около 16,6 % грузовые автомобили и около 4,3 % автобусы [8]. Наиболее интенсивное движение транспорта и соответственно наибольший уровень загрязнения наблюдается в районе Элеватора, Проспекта Автомобилистов, улиц Бабушкиной, Терешковой, Гагарина, Ключевской, центра города и района Левого берега и поселка Силикатный.

Таблица 4. Поступление в атмосферу диоксида углерода при сжигании топлива на автономных источниках отопления города Улан-Удэ (конец 2018 г.) Составлено по [6]
 Table 4. Release of carbon dioxide into the atmosphere from fuel combustion at autonomous heating sources in Ulan-Ude city (end of 2018) Compiled according to [6]

Вид отопления	Количество, ед.	Потреблено топлива, тыс. т.у.т.	Выбросы CO ₂ , тыс. т
котельное отопление	8251	27,4	75,6
печное отопление	28749	96,4	316,0
Всего	37000	123,8	391,7

Таблица 5. Выбросы диоксида углерода от автотранспорта города Улан-Удэ.
 Составлено по [2-6; 9; 10]

Table 5. Emissions of carbon dioxide from vehicles in Ulan-Ude city.
 Compiled according to [2-6; 9; 10]

Показатели	Годы	Организации всех видов ЭКВЭД		Личные автомобили граждан	
		автомобильный бензин	дизельное топливо	автомобильный бензин	Всего
Потребление топлива, тыс. т	2014 г.	27,7	81,8	128,7	
	2015 г.	35,3	109,8	131,4	
	2016 г.	26,5	46,2	134,1	
	2017 г.	42,6	95,4	137,1	
	2018 г.	99,1	100	137,1	
Потребление топлива, тыс. усл. тонн	2014 г.	41,3	118,6	191,8	351,7
	2015 г.	52,6	159,2	195,8	407,6
	2016 г.	39,5	67,0	199,8	306,2
	2017 г.	63,5	138,3	204,3	406,1
	2018 г.	147,7	145,0	204,3	496,9
Выбросы CO ₂ , тыс. тонн	2014 г.	83,8	257,4	389,4	730,6
	2015 г.	106,8	345,5	397,6	849,8
	2016 г.	80,2	145,4	405,5	631,0
	2017 г.	128,9	300,2	414,6	843,7
	2018 г.	299,7	314,7	414,6	1029,0

Заключение

Таким образом, по качеству атмосферного воздуха г. Улан-Удэ относится к числу наиболее загрязненных городов России. За период с 2000 по 2020 г. уровень загрязнения воздушного бассейна оценивался как «чрезвычайно высокий» и «очень высокий».

Расположение города в межгорной котловине не способствует самоочищению выбросов промышленных предприятий, загрязняющих атмосферу, особенно в зимний период. Статистические данные позволили сделать вывод о том, что главным источником загрязнения воздуха является оксид углерода. В городе Улан-Удэ его источниками служат предприятия по производству, передаче и распределению электроэнергии, газа, пара и горячей воды.

Для города Улан-Удэ актуальным мероприятием по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу является завершение строительства Улан-Удэнской ТЭЦ-2, также строительство тепломагистрали № 7 для передачи тепловой мощности потребителям восточной и юго-восточной части города Улан-Удэ с закрытием ряда котельных.

Большую часть частного сектора необходимо перевести на электрическое отопление и пилеты. Необходимо увеличить пропускную способность автомобильных дорог за счет строительства путепроводов и мостов, соединяющих изолированные участки транспортной сети города. Решением Правительства РФ с 2023 город Улан-Удэ включен в федеральную программу «Чистый город».

Литература

1. Атлас Забайкалья. (Бурятская АССР и Читинская область) / ред. коллегия: Сочава В. Б. Москва; Иркутск: ГУГК, 1967. 176 с.
2. Основные показатели охраны окружающей среды: статистический бюллетень. Улан-Удэ: Бурятстат, 2014. 48 с.
3. Охрана окружающей среды в Республике Бурятия: статистический сборник. Улан-Удэ: Бурятстат, 2015. 71 с.
4. Основные показатели охраны окружающей среды: статистический бюллетень. Улан-Удэ: Бурятстат, 2016. 46 с.
5. Охрана окружающей среды в Республике Бурятия: статистический сборник. Улан-Удэ: Бурятстат, 2017. 53 с.
6. Основные показатели охраны окружающей среды Республики Бурятия: статистический бюллетень. Улан-Удэ: Бурятстат, 2018. 39 с.
7. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды в Республике Бурятия в 2016 году [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1657555>

983&tld=ru&lang=ru&name=2016 (дата обращения: 15.08.2022)

8. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды в Республике Бурятия в 2020 году [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1657554670&tld=ru&lang=ru&name=2020> (дата обращения: 15.08.2022)

9. Ежегодник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов и регионов Российской Федерации (России) за 2015 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/ezhegodniki/> (дата обращения: 15.08.2022)

10. Ежегодник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов и регионов Российской Федерации (России) за 2018 г. [Электронный ресурс]. URL: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1657554978&tld=ru&lang=ru&name=ejegodnik_zagr_atm_2018.pdf (дата обращения: 15.08.2022)

References

1. Sochava V. B. (ed.) *Atlas Zabaykal'ya. (Buryatskaya ASSR i Chitinskaya oblast')* [Atlas of Transbaikalia. (Buryat ASSR and Chita Region)]. Moscow; Irkutsk: GUGK Publ., 1967. 176 p. (In Russian)
2. *Osnovnye pokazateli okhrany okruzhayushchey sredy: statisticheskiy byulleten'* [Key Indicators of Environmental Protection: Statistical Bulletin]. Ulan-Ude, Buryatstat Publ., 2014. 48 p. (In Russian)
3. *Okhrana okruzhayushchey sredy v Respublike Buryatiya: statisticheskiy sbornik* [Environmental Protection in the Republic of Buryatia: Statistical Bulletin]. Ulan-Ude, Buryatstat Publ., 2015. 71 p. (In Russian)
4. *Osnovnye pokazateli okhrany okruzhayushchey sredy: statisticheskiy byulleten'* [Key Indicators of Environmental Protection: Statistical Bulletin]. Ulan-Ude, Buryatstat Publ., 2016. 46 p. (In Russian)
5. *Okhrana okruzhayushchey sredy v Respublike Buryatiya* [Environmental Protection in the Republic of Buryatia: Statistical Bulletin]. Ulan-Ude, Buryatstat Publ., 2017. 53 p. (In Russian)
6. *Okhrana okruzhayushchey sredy v Respublike Buryatiya: statisticheskiy sbornik* [Environmental Protection in the Republic of Buryatia: Statistical Bulletin]. Ulan-Ude, Buryatstat Publ., 2018. 39 p. (In Russian)

Statistical Bulletin]. Ulan-Ude, Buryatstat Publ., 2015. 71 p. (In Russian)

4. *Osnovnye pokazateli okhrany okruzhayushchey sredy: statisticheskiy byulleten'* [Key Indicators of Environmental Protection: Statistical Bulletin]. Ulan-Ude, Buryatstat Publ., 2016. 46 p. (In Russian)

5. *Okhrana okruzhayushchey sredy v Respublike Buryatiya* [Environmental Protection in the Republic of Buryatia: Statistical Bulletin]. Ulan-Ude, Buryatstat Publ., 2017. 53 p. (In Russian)

6. *Okhrana okruzhayushchey sredy v Respublike Buryatiya: statisticheskiy sbornik* [Environmental Protection in the Republic of Buryatia: Statistical Bulletin]. Ulan-Ude, Buryatstat Publ., 2018. 39 p. (In Russian)

mental Protection in the Republic of Buryatia: Statistical Bulletin]. Ulan-Ude, Buryatstat Publ., 2018. 39 p. (In Russian)

7. *Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchey sredy v Respublike Buryatiya v 2016 godu* [State Report on the State and Protection of the Environment in the Republic of Buryatia in 2016]. Available at: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1657555983&tld=ru&lang=ru&name=2016> (accessed 15.08.2022). (In Russian)

8. *Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchey sredy v Respublike Buryatiya v 2020 godu* [State Report on the State and Protection of the Environment in the Republic of Buryatia in 2020]. Available at: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1657554670&tld=ru&lang=ru&name=2020> (accessed 15.08.2022). (In Russian)

9. *Ezhegodnik vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu gorodov i regionov Rossiyskoy Federatsii (Rossii) za 2015 g.* [Yearbook of Pollutants Emissions into the Atmosphere of Cities and Regions in the Russian Federation (Russia) for 2015]. Available at: <https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/ezhegodniki/> (accessed 15.08.2022). (In Russian)

10. *Ezhegodnik vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu gorodov i regionov Rossiyskoy Federatsii (Rossii) za 2018 g.* [Yearbook of Pollutants Emissions into the Atmosphere of Cities and Regions in the Russian Federation (Russia) for 2018]. Available at: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1657554978&tld=ru&lang=ru&name=ejegodnik_zagr_atm_2018.pdf& (accessed 15.08.2022). (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Урбанова Чимита Болотовна, кандидат географических наук, доцент кафедры географии и геоэкологии, Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Россия; e-mail: chimita76@gmail.com

Бабиков Владимир Александрович, кандидат географических наук, доцент кафедры технологического образования и профессионального обучения, Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Россия; e-mail: mien_bsu@mail.ru

Петров Сергей Алексеевич, аспирант кафедры географии и геоэкологии, Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Россия; e-mail: sergei_petrov13@mail.ru

Гомбоев Баир Октябрьевич, доктор географических наук, профессор кафедры географии и геоэкологии, Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Россия; e-mail: bgom@binm.bscnet.ru

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта БГУ им. Д. Банзарова № 22-10-0502 «Пространственно-функциональная кластеризация городской среды в целях низкоуглеродного развития (на примере г. Улан-Удэ)».

Принята в печать 04.10.2022 г.

AUTHORS INFORMATION

Affiliations

Chimita B. Urbanova, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Geography and Geocology, Dorzhi Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude, Russia; e-mail: chimita76@gmail.com

Vladimir A. Babikov, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Technological Education and Vocational Training, Dorzhi Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude, Russia; e-mail: mien_bsu@mail.ru

Sergey A. Petrov, Ph.D. student, Department of Geography and Geocology, Dorzhi Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude, Russia; e-mail: sergei_petrov13@mail.ru

Bair O. Gomboev, Doctor of Science (Geography), Professor, Department of Geography and Geocology, Dorzhi Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude, Russia; e-mail: bgom@binm.bscnet.ru

Acknowledgment

The work was supported by a grant from Dorzhi Banzarov Buryat State University No. 22-10-0502 "Space-Functional Clustering of the Urban Environment for the Purposes of Low-Carbon Development (as in the case of Ulan-Ude)".

Received 04.10.2022.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция принимает на рассмотрение научные статьи. Представляемые материалы должны быть оформлены в соответствии с настоящими Правилами и соответствовать тематической направленности журнала «**Известия Дагестанского государственного педагогического университета**».

Верстка журнала осуществляется с электронных копий. Используется компьютерная обработка штриховых и полутоновых (в градациях серого) рисунков. Журнал изготавливается по технологии ризографной печати.

1. Текст статьи набирается в редакторе MS Word (с расширением .doc) шрифтом "Times New Roman" размером 14 через интервал 1,5 в формате А4. Поля текста стандартные. Все страницы должны быть пронумерованы.

2. Перед текстом статьи указываются:
индекс УДК (информацию о классификаторе УДК см. на сайтах <http://teacode.com/> [online/udc/](http://online.udc/) или <http://www.udcc.org/>) (на русском языке);
название статьи (на русском и английском языках);
фамилии и инициалы авторов, название учреждения, город, страна, эл. почта (на русском и английском языках);
резюме статьи объемом 10-15 строк, которое не должно дублировать вводный или заключительный раздел статьи (на русском и английском языках) и должно включать: цель, методы, результаты, выводы;
ключевые слова (5-10) (на русском и английском языках).

3. Изложение материала должно быть ясным и по возможности кратким. Текст и остальной материал следует тщательно выверить. Текст статьи должен быть структурирован, т. е. содержать цель исследования, материал и методы исследования, результаты и их обсуждение, заключение (выводы). Рукописи, направляемые в журнал, являются оригиналом для печати и должны являться материалом, не публиковавшимся ранее в других печатных изданиях.

4. Статьи, в которых отражаются результаты исследования, должны полностью отвечать требованиям, предъявляемым к их представлению.

5. Рисунки создаются в формате .jpg, вставляются непосредственно в текст и нумеруются в порядке их упоминания в тексте.

6. В тексте статьи все формулы набираются в редакторе Microsoft Equation 3.0, таблицы – в формате MS Word. Таблицы нумеруются в порядке их упоминания в тексте. Каждая таблица перед своим появлением должна упоминаться в тексте, например, «... (табл. 1)...».

Сокращения в надписях не допускаются.

Наличие данных, по которым строится график, диаграмма.

В тексте статьи обязательно должны содержаться ссылки на иллюстративные материалы.

7. Ссылка на цитату указывается сразу после нее в квадратных скобках: сначала проставляется номер источника цитаты из пристатейного библиографического списка, затем, после запятой, номер страницы с буквой с. Например, [10, с. 81] или, если цитируемый текст переходит на следующую страницу, [10, с. 81-82]. За достоверность цитат ответственность несет автор!

8. Список литературы формируется по алфавиту. В списке литературы сначала приводится перечень работ отечественных авторов, в который также включаются работы иностранных авторов, переведенные на русский язык. Затем приводится перечень литературных источников, опубликованных на иностранных языках, в который включаются работы отечественных авторов, переведенные на иностранный язык. В список литературы не включаются неопубликованные работы и учебники. Включать в этот список собственные работы не рекомендуется. В библиографическом описании должны быть представлены все авторы. Выражения типа "и соавт.", "с соавт.", "и др." "et al" не допускаются. Автор несет ответственность за правильность данных, приведенных в пристатейном библиографическом списке.

9. Список литературы (с указанием всех авторов) дается в конце статьи, нумеруется (начиная с первого номера), предваряется словом «Литература» и оформляется согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008 (на русском, английском языках и в транслите).

Перечень использованных источников должен начинаться с фамилии и инициалов автора и включать:

для книг – название, место и год издания, издательство, номер тома, страницы;

для журнальных статей – название журнала, год издания, номер тома (выпуска), страницы;

для газет – название, год, месяц, число.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

10. В конце статьи может быть указана организация (№ гранта), финансировавшая выполнение данной работы.

11. К статье прилагаются сведения об авторах на русском и английском языках:

для работников вузов/учебных организаций: Ф.И.О. полностью, ученое звание, занимаемая должность место работы (кафедра, факультет, вуз), город, страна; электронный адрес, контактные телефоны;

для аспирантов и соискателей: название кафедры, лаборатории, где проводится исследование, Ф.И.О. научного руководителя и его разрешение к публикации, город, страна; электронный адрес, контактные телефоны.

12. Статья должна быть представлена в электронном виде (в редакционно-издательский отдел ДГПУ или электронной почтой dgpurio@yandex.ru), а также в печатном варианте (в 2-х экземплярах на одной стороне листа формата А4), подписанном всеми авторами, для аспирантов и соискателей – и научным руководителем.

Решение о публикации статьи или материала принимается редколлегией журнала. При наличии замечаний к рукописи она возвращается для доработки. Редакция оставляет за собой право отправить рукописи статей на независимую экспертизу. При публикации статьи авторские права передаются редакции журнала.

Редакция оказывает услуги научного и технического редактирования текста статьи, перевода библиографического списка (References), аннотации и ключевых слов на английский язык.

ОБЪЯВЛЕНА ПОДПИСКА

на ЖУРНАЛ
«ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА»

ПО КАТАЛОГУ «ПОЧТА РОССИИ»
ИНДЕКС

51323 – ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ
51392 – ОБЩЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ
31173 – ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПО ОБЪЕДИНЕННОМУ КАТАЛОГУ «ПРЕССА РОССИИ»
ИНДЕКС

38653 – ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ
38657 – ОБЩЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ
38652 – ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научный журнал

**Известия Дагестанского государственного педагогического университета
серия «Естественные и точные науки»
Т. 16. № 3. 2022**

Главный редактор: *З. В. Атаев*
Технический редактор: *Д. К. Сфиева*
Редактор: *Г. Н. Мирзоева*
Редактор английских текстов: *Г. Н. Мирзоева*
Компьютерная верстка: *М. А. Сулейманова*

Оригинал-макет подготовлен на базе
редакционно-издательского отдела ДГПУ

Адрес редакции, издателя: 367000 РД, г. Махачкала, ул. Магомед Ярагского, 57.
Редакционно-издательский отдел ДГПУ
Тел.: (8722)561252; <https://dgpu.net/ru/>; e-mail: dgpurio@yandex.ru

Формат 60x84¹/₈. Печать офсетная. Бумага офсетная № 1.
Усл. печ. л. 13,02 Уч.-изд. л. 8,9. Тираж 500 экз. Заказ № 2220. Цена 416 руб.

Адрес типографии: 367003 РД, г. Махачкала, ул. Сулеймана Стальского, 50



Scopus



Elsevier, The Netherlands
Scopus Content Selection Advisory Board (CSAB)
Association of Science Editors and Publishers, Russia
Russian Content Selection Advisory Board (RCSAB)

CERTIFICATE OF ATTENDANCE

GIVEN OUT TO SCIENTIFIC PERIODICAL

*Известия РАН
Серия "Естественные и точные
Науки"*

to confirm the attendance and presentation to the joint Scopus CSAB
and Russian RCAB meeting.

At this meeting, compliance with international standards and selection criteria
of the Scopus database, were discussed by experts of Scopus CSAB and
Russian RCAB. This meeting took place during the 5th International Scientific
and Practical Conference «World-Class Scientific Publication - 2016:
Publishing Ethics, Peer-Review and Content Preparation»
(May 17, 2016 – May 20, 2016)

🕒 May 17-20, 2016

📍 RANEP
Moscow, Russia

Karen Holland
Scopus CSAB Subject Chair



Olga V. Kirillova
Russian CSAB Chair, president ASEP