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

ИЗВЕСТИЯ
ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ»



DAGESTAN STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY
JOURNAL
Natural and Exact Sciences

Т. 18. № 3. 2024
Vol. 18. No. 3. 2024

Т. 18. № 3. 2024
СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ»
Известия ДГПУ

Министерство просвещения Российской Федерации
Дагестанский государственный педагогический
университет им. Р. Гамзатова

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

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

Т. 18. № 3. 2024

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: 1.4.1. Неорганическая химия (химические 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); 1.6.20 – Геоинформатика, картография (географические науки); 1.6.21 – Геоэкология (географические науки)

Учредитель журнала:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный педагогический университет им. Р. Гамзатова».
Издается по решению ученого совета ДГПУ им. Р. Гамзатова 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 ДГПУ им. Р. Гамзатова, 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;
Имрани Заур Тагир оглы, канд. геогр. наук, доц., исполнительный директор Института географии им. акад. Г. Алиева;
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;
Минцаев Магомед Шавалович, д-р техн. наук, проф., ректор ГГНТУ им. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия;
Муртазаев Акай Курбанович, д-р физ.-мат. наук, проф., директор ДФИЦ РАН, чл.-корр. РАН, Махачкала, Россия;
Мухаббатов Холназар Мухаббатович, 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 Охридкого, София, Болгария;
Талтенов Абзал Ахатович, д-р хим. наук, проф., ректор АтГУ им. Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан;
Темботова Фатимат Асланбиевна, 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;
Хоссейни Сайеде Сомайе, канд. геогр. наук, вед. науч. сотр. Исфаханского университета, Исфахан, 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., научный 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. Джавахишвили, 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, ДГПУ им. Р. Гамзатова, Махачкала, Россия – председатель;
Абдусамадов Ахма Саидбегович, 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;
Беликов 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 МГУГиК, 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;
Гасаналиев Абдулла Магомедович, д-р хим. наук, проф. каф. химии, директор Научно-исследовательского института общей и неорганической химии ДГПУ им. Р. Гамзатова, Махачкала, Россия;
Гафуров Малик Магомедович, д-р физ.-мат. наук, руководитель АЦКП ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия;
Гуня 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 им. Р. Гамзатова, Махачкала, Россия;
Идрисов Идрис Абдулбутаевич, канд. геогр. наук, вед. науч. сотр. лаборатории гидрогеологии и геоэкологии Института геологии ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия;
Исмаилов Эльдар Шафиевич, д-р биол. наук, проф. каф. химии ДГТУ, Махачкала, Россия;
Калов Ризуан Османович, д-р геогр. наук, проф. каф. экономики АПК, КБГАУ им. В. М. Кокова, Нальчик, Россия;
Кличханов Нисред Кадирович, д-р биол. наук, проф. каф. биохимии и биофизики ДГУ, Махачкала, Россия;
Кочкаров Жамал Ахматович, д-р хим. наук, проф. каф. общей, неорганической и физической химии КБГУ, Нальчик, Россия;
Куролап 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;
Лупейко 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 им. Р. Гамзатова, Махачкала, Россия;
Маммаев Омар Ахмедович, д-р геол.-минерал. наук, проф., зав. лаб. геотермальных ресурсов Института проблем геотермии ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия;
Мелкий Вячеслав Анатольевич, д-р техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории вулканологии и вулканоопасности Института морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия;
Мудуев Шахмардан Ситтикович, д-р геогр. наук, проф., вед. науч. сотр. научно-исследовательского института управления, экономики, политики и социологии ДГУНХ, 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 им. Р. Гамзатова, Махачкала, Россия;
Таланов Валерий Михайлович, д-р хим. наук, проф., зав. каф. общей и неорганической химии ЮРГТУ им. М. И. Платова, Новочеркасск, Россия;
Тесленок Сергей Адамович, канд. геогр. наук, доц. Высшей экологической школы, Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия;
Трунин Александр Сергеевич, д-р хим. наук, проф., заведующий лабораторией физико-химического анализа им. Д. И. Менделеева, СГОАН, Самара, Россия;
Черкашин 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 27.09.2024 г.
Дата выхода в свет 30.09.2024 г.

© Авторы статей, 2024
© ДГПУ им Р. Гамзатова, 2024

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://dgpu.net/ru/; e-mail: dgpurio@yandex.ru

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

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

Scientific quarterly journal
Dagestan State Pedagogical University
J O U R N A L
Natural and Exact Sciences

Vol. 18. No. 3. 2024

The journal is founded by:
"Gamzatov 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.

*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: 1.4.1. Inorganic Chemistry (Chemical 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); 1.6.20 – Geoinformatics, Cartography (Geographical Science); 1.6.21 – Geoecology (Geographical Science)*

Registered by Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media.
Registration certificate ПИ № 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, Gamzatov DSPU, Makhachkala, Russia – Chief Editor;
Askhabov Askhab M., Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Di-rector of Institute of Geology, Chairman of the Presidium of Komi Science Centre of the Ural branch, RAS, academician of RAS, Syktyvkar, Russia;
Imrani Zaur T., Ph.D. (Geography), Associate Professor, Executive Director, Institute of Geography named after Academician Hasan Aliyev;
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 Re-searcher, laboratory of Animals' Ecology, PIBR DFRC RAS, Corresponding Member of RAS, Makhachkala, Russia;
Mintsaev 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, Sadriddin 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 Rumen 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;
Turkoglu 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;
Chertko 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. Javakhishvili TSU, Tbilisi, Georgia;
Eminov Zakir N., Doctor of Geography, Professor, General Director of Institute of Geography, ANAS, Baku, Azerbaijan.

Editorial Council

Ataev Zagir V., Ph.D. (Geography), Professor, Director of the Research Institute of Biogeography and Landscape Ecology, Gamzatov 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;
Gasanaliev Abdulla M., Doctor of Chemistry, Professor, Department of Chemistry, Director of Research Institute of General and Inorganic Chemistry, Gamzatov 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, Gamzatov DSPU, Makhachkala, Russia;
Idrisov Idris A., Ph.D. (Geography), Leading Researcher, Laboratory of Hydrogeology and Geoecology, Institute of Geology, DFRC RAS;
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;
Kurolap 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, Gamzatov 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, 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, Gamzatov DSPU, Makhachkala, Russia;
Talanov Valery M., Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of General and Inorganic Chemistry, SRSPU (NPI), Novocherkassk, Russia;
Teslenok Sergey A., Ph.D. (Geography), Associate Professor, Higher Ecological School, Yugra State University, Khanty-Mansiysk, 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.

Journal accepted for publication 27.09.2024
Published 30.09.2024

© Authors of the articles, 2024
© Gamzatov Dagestan State Pedagogical University, 2024

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

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Бегдай И. В., Харин К. В., Иваненко К. И. МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ 5

Борисов А. В., Смекалова Т. Н., Пинской В. Н., Потапова А. В. ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОКРЕСТНОСТЯХ ДРЕВНИХ ПОСЕЛЕНИЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КРЫМА В ЭПОХУ БРОНЗЫ 16

Волкова Т. А., Кучер М. О. РЕСУРСНЫЙ КАРКАС РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В ПРЕДЕЛАХ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ 29

Клевцова М. А., Михеев А. А. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ Г. СТАРЫЙ ОСКОЛ ПО РЕАКЦИЯМ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH.) 38

Корчагина Е. А. ДИНАМИКА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ И ОПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО И ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА В ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ 52

Онищенко В. В., Тохчуков Ш. Ю. ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЛЯЦИАЛЬНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В БИОСФЕРНОМ ПОЛИГОНЕ ТЕБЕРДИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА 66

Перов А. Ю., Кондрашова А. В., Макаренко Е. Ю., Шульжевский И. С. ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ЗЕМЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ В РАЗВИТИИ АГРОТУРИЗМА В ПРИМОРСКО-АХТАРСКОМ РАЙОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ 74

Полушковский Б. В., Белова А. В., Минаев А. К. ПРОБЛЕМЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ НЕФТЕКУМСКОГО ОКРУГА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ 85

Трифонова З. А. ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В НАЦИОНАЛЬНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ РОССИИ В XX-XXI ВВ 93

Юанов М. Т., Кюль Е. В., Ахсалба А. К., Гузиев Х. Ю., Гедуева М. М. ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В РЕСПУБЛИКЕ АБХАЗИЯ 104

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ 115

CONTENTS

EARTH SCIENCE

Begday I. V., Kharin K. V., Ivanenko K. I. MONITORING THE ECOLOGICAL STATE OF AGROGENIC SOILS IN THE STAVROPOL TERRITORY 5

Borisov A. V., Smekalova T. N., Pinskoy V. N., Potapova A. V. EROSION PROCESSES NEAR ANCIENT SETTLEMENTS OF THE BRONZE AGE IN THE STEPPE ZONE OF CRIMEA 16

Volkova T. A., Kucher M. O. RESOURCE FRAMEWORK FOR TOURISM DEVELOPMENT WITHIN THE BLACK SEA COAST OF THE KRASNODAR TERRITORY 29

Klevtsova M. A., Mikheev A. A. ECOLOGICAL ASSESSMENT OF TECHNOGENIC POLLUTION IN STARY OSKOL TOWN BASED ON THE REACTIONS *OF BETULA PENDULA ROTH.* 38

Korchagina E. A. PRECIPITATION DYNAMICS AND DANGEROUS PHENOMENA OF HYDROMETEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL NATURE IN THE CHECHEN REPUBLIC 52

Onishchenko V. V., Tohchukov Sh. Yu. TRANSFORMATION OF THE GLACIAL-HYDROLOGICAL COMPLEX IN THE BIOSPHERE POLYGON OF THE TEBERDA NATIONAL PARK 66

Perov A. Yu., Kondrashova A. V., Makarenko E. Yu., Shulzhevsky I. S. INVESTMENT LAND POTENTIAL IN THE AGROTOURISM DEVELOPMENT IN PRIMORSKO-AKHTARSKY DISTRICT OF THE KRASNODAR TERRITORY (BASED ON REMOTE SENSING DATA) 74

Polushkovsky B. V., Belova A. V., Minaev A. K. DESERTIFICATION PROBLEMS OF THE NEFTEKUMSK DISTRICT (STAVROPOL TERRITORY) 85

Trifonova Z. A. DEMOGRAPHIC CHANGES IN THE NATIONAL-TERRITORIAL ENTITIES OF RUSSIA IN THE 20-21ST CENTURIES 93

Yuanov M. T., Kyul E. V., Akhsalba A. K., Guziev Kh. Yu., Geduyeva M. M. ASSESSMENT OF THE GEOECOLOGICAL SITUATION IN THE REPUBLIC OF ABKHAZIA 104

RULES FOR AUTHORS 115

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 504.064.2:631.452
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-5-15
EDN: BYPPII

Мониторинг экологического состояния агрогенных почв Ставропольского края

© 2024 **Бегдай И. В.**[1], **Харин К. В.**✉[1], **Иваненко К. И.**
[1]Северо-Кавказский федеральный университет
Ставрополь, Россия, algae@mail.ru; k-harin79@mail.ru✉
[2]Северо-Кавказский филиал ФГБУ «Центр оценки качества зерна»
Ставрополь, Россия, tradlbabl@yandex.ru

РЕЗЮМЕ. Цель исследования – анализ современного состояния агрогенных почв Ставропольского края по основным химическим показателям. **Методы.** Отбор проб почвы проводился согласно ГОСТ Р 58595-2019 с использованием тростевого почвенного бура. Отбор образцов почв осуществлялся во всех административных районах края с учетом различных почвенно-климатических условий. Анализ почвы проводился согласно современным химическим методам: определение содержания гумуса по ГОСТ 26213-2021, фосфора и калия — по ГОСТ Р 54650-2011, измерение pH водной вытяжки — по ГОСТ 26423-85. **Результаты.** В результате химического анализа агрогенных почв Ставропольского края выяснилось, что большинство пахотных земель имеет среднюю и низкую обеспеченность почвы гумусом. По уровню кислотности агрогенные почвы являются нейтральными или слабощелочными и не нуждаются в специальных мерах для регулирования кислотно-щелочного баланса. Также исследования показали, что агрогенные почвы имеют низкую обеспеченность подвижным фосфором. По содержанию обменного калия исследуемые почвы характеризуются средним и повышенным накоплением этого элемента. **Выводы.** В ходе анализа периода землепользования с 1998 по 2023 г. были обнаружены как положительные тенденции по содержанию основных элементов, так и их некоторая стабильность. Положительные тенденции по содержанию обменного калия отмечены в агрогенных почвах Изобильненского и Туркменского районах, тогда как в Благодарненском и Новоалександровском районах наблюдается повышение содержание фосфора, кислотности агрогенной почвы и органического вещества. Стабильные показатели отмечены в почвах Будённовского района, здесь такие показатели, как кислотность почвы, органическое вещество и фосфор остаются относительно стабильными, а количество обменного калия лишь немного уменьшилось. В Курском районе отмечается снижение плодородного слоя. В почвах Шпаковского и Новосёлицкого районов по двум показателям было обнаружено превышение допустимых значений. В Степновском, Кочубеевском и Кировском районах также наблюдается превышение допустимых значений по одному показателю в агрогенных почвах, однако ситуация может измениться, так как наблюдается снижение ещё одного или двух показателей, хотя на данный момент они не достигли предельных значений.

Ключевые слова: агрогенная почва, плодородие, гумус, кислотность почвы, подвижный фосфор, обменный калий.

Формат цитирования: Бегдай И. В., Харин К. В., Иваненко К. И. Мониторинг экологического состояния агрогенных почв Ставропольского края // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 3. С. 5-15. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-2-5-15. EDN: BYPPII

Monitoring the Ecological State of Agrogenic Soils in the Stavropol Territory

© 2024Inna V. Begday[1], Konstantin V. Kharin✉[1], Kseniya I. Ivanenko[2]
[1]North Caucasus Federal University
Stavropol, Russia, algae@mail.ru; k-harin79@mail.ru✉
[2]North Caucasus Branch of FSI "Center for Grain Quality Assurance"
Stavropol, Russia, tradlbabl@yandex.ru

ABSTRACT. The **aim** of the research is to analyze the current state of agrogenic soils of the Stavropol Territory according to the main chemical indicators. **Methods**. Soil sampling was carried out in accordance with Russian National Standard R 58595-2019 using a reed soil drill. Soil sampling was carried out according to a representative scheme in all administrative districts of the region, taking into account different soil and climatic conditions. Soil analysis was carried out according to modern agrochemical methods: determination of humus content according to Russian National Standard 26213-2021, phosphorus and potassium – according to Russian National Standard R 54650-2011, measurement of water extract pH – according to Russian National Standard 26423-85. **Results.** The chemical analysis of agrogenic soils in the Stavropol Territory revealed that most arable lands have medium and low humus content. In terms of acidity, agrogenic soils are neutral or slightly alkaline and do not require special measures to regulate the acid-base balance. The studies also showed that agrogenic soils have low mobile phosphorus content. In terms of exchangeable potassium content, the studied soils are characterized by medium and increased accumulation of this element. **Conclusions**. The analysis of the land use period from 1998 to 2023 revealed both positive trends in the content of basic elements and some stability. Positive trends in the content of exchangeable potassium were noted in agrogenic soils in the Izobilnensky and Turkmensky districts, while in the Blagodarnensky and Novoaleksandrovsky districts there is an increase in phosphorus content, acidity of agrogenic soil and organic matter. Stable indicators are noted in the soils of the Budyonnovsky district, where such indicators as soil acidity, organic matter and phosphorus remain relatively stable, and the amount of exchangeable potassium has only slightly decreased. In the Kursk district, a decrease in the fertile layer is noted. In the soils of the Shpakovsky and Novoselitsky districts, an excess of permissible values was found for two indicators. In the Stepnovsky, Kochubeevsky and Kirovsky districts, an excess of permissible values is also observed for one indicator in agrogenic soils, but the situation may change, since a decrease in one or two more indicators is observed, although at the moment they have not reached the maximum values.

Keywords: agrogenic soil, fertility, humus, soil acidity, mobile phosphorus, exchangeable potassium.

For citation: Begday IV, Kharin KV, Ivanenko KI. Monitoring the Ecological State of Agrogenic Soils in the Stavropol Territory. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(3):5-15. (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18- 3-5-15. EDN: BYPPII

Введение

Агрогенные почвы непрерывно испытывают антропогенную нагрузку из-за сельскохозяйственной активности, техногенного загрязнения и естественных процессов, таких как водная и ветровая эрозия. Химическое состояние агрогенных почв имеет решающее значение для обеспечения продуктивности сельского хозяйства и долгосрочной устойчивости экосистем. Ставропольский край, расположенный на юге России, является одним из ведущих сельскохозяйственных регионов страны. Тем не менее, интенсивное использование земель в сочетании с неблагоприятными почвенно-климатическими условиями привело к повсеместному ухудшению химического состояния почв.

Для успешного управления земельными ресурсами, мониторинга состояния агрогенных почв и поддержания их плодородия необходим доступ к исчерпывающей информации об окружающей среде и особенностях почвенного покрова. Наилучшим способом достижения этой цели является регулярное комплексное экологическое исследование сельскохозяйственных земель [1]. Экологический мониторинг – важный инструмент для сельского хозяйства, позволяющий обеспечить устойчивое и эффективное использование земельных ресурсов при соблюдении принципов экологической безопасности.

Определение уровня кислотности почвы указывает на необходимость прове-

дения мероприятий по её улучшению, таких как известкование или гипсование. Эти мероприятия помогают оптимизировать условия для роста и развития растений, обеспечивая им доступ к питательным веществам и улучшая физические и химические свойства почвы. Анализ содержания подвижных форм ключевых элементов питания, таких как фосфор и калий, показывает степень насыщенности почвы этими элементами. Это позволяет оценить способность почвы обеспечивать растения необходимыми питательными веществами и определить потребность в дополнительных удобрениях [2].

Экологическая оценка агрогенных почв предоставляет ценную информацию о питательном режиме. Регулярное проведение обследования способствует планированию мер по улучшению свойств почвы и получению ожидаемых урожаев сельскохозяйственных культур.

Материал и методы исследования

Территорию Ставропольского края в почвенном отношении можно разделить на две основные зоны: чернозёмную зону, охватывающую около 40 % площади (западная часть), и зону каштановых почв, на которую приходится примерно 60 % всей территории (восточная часть). Кроме того, на территории региона встречаются и другие типы почв, такие как солонцы, солончаки, луговые, аллювиальные, песчаные и другие. Наибольшие площади региона занимают чернозёмы обыкновенные карбонатные и тёмно-каштановые карбонатные почвы, составляющие 19,8 % и 17,6 % соответственно. Значительные территории также представлены каштановыми солонцеватыми почвами (11,6 %), чернозёмами южными (10,4 %) и солонцами (7,5 %). Все почвы региона подходят для выращивания сельскохозяйственных культур, за исключением песков барханного типа, которые находятся в Курском, Нефтекумском и Степновском районах Ставрополья [3].

Интенсивная антропогенная деятельность привела к образованию открытых песков на светло-каштановых почвах на востоке региона. На склонах сформировались деградированные смытые почвы. Только территории Красногвардейского, Новоалександровского и Труновского районов имеют относительно однородный почвенный покров. Почвенный покров Ставропольского края сложен и многообразен. Ему свойственна пестрота, неоднородность и значительная комплексность совмещения зональных и интразональных почв. На уровне вида, разновидности и разряда выделено более 4500 почвенных разностей [4].

Земельный фонд Ставропольского края имеет высокую степень освоенности, так как более 92 % земель используется в сельскохозяйственном производстве. Площади распаханных земель по отдельным районам составляют более 80 % их земельного фонда [5]. Длительное интенсивное использование земель привело к ухудшению экологической обстановки в регионе [6]. В целом почвы Ставропольского края весьма плодородны и представляют главное богатство региона. Однако 18,5 % пахотных земель располагаются на солонцовых или солонцеватых почвах с неблагоприятными земледельческими свойствами [7].

Чернозёмы и каштановые почвы обладают благоприятными физическими, физико-химическими и физико-механическими свойствами, а также богатым минеральным составом, что позволяет получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Однако, согласно исследованию В. С. Цховребова, почвенный покров региона испытывает существенное влияние антропогенных факторов, что может привести к изменениям свойств почв и потенциальному снижению урожайности [8].

В данной работе обобщены результаты химических обследований агрогенных почв Ставропольского края, которые позволяют объективно оценить динамику изменения содержания химических показателей в муниципальных районах региона за 25 лет (1998-2023 гг.). Современное химическое состояние оценивалось на основании почвенных образцов, отобранных в осенне-весенний период 2022-2023 гг.

Отбор проб почвы проводился в соответствии с ГОСТ Р 58595-2019 «Почвы. Отбор проб» [9]. Для этого использовался тростевой почвенный бур. Пробы отбирались послойно с соблюдением глубины отбора 0-5 см и 5-20 см, соответственно. Каждая исследуемая проба состоит из пяти точечных проб, отобранных послойно методом конверта с элементарного участка 10Ч10 м. Данный способ позволяет интерполировать полученные данные на всю территорию участка и усреднять результаты для исключения случайных погрешностей.

Анализ агрогенных почв проводился согласно современным химическим методам: определение содержания гумуса по ГОСТ 26213-2021, фосфора и калия – по ГОСТ Р 54650-2011, измерение pH водной вытяжки – по ГОСТ 26423-85 [10-12]. Исследования почв проводились на базе Северо-Кавказского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна».

Определяемые основные химические показатели – содержание гумуса, реакция среды и содержание подвижных соединений фосфора и калия могут служить основой оценки способности почвы не только к проявлению свойств плодородия, но и к выполнению ею общебиосферных функций. Именно эти показатели принципиально могут быть оценены в стоимостных единицах как по урожайности культур, так и по затратам на поддержание питательных свойств (внесение органических и минеральных удобрений) и реакции среды (химическая мелиорация) почвы.

Результаты и их обсуждение

Отбор образцов агрогенных почв осуществлялся во всех административных районах края с учетом различных почвенно-климатических условий. Пробы были проанализированы в аккредитованной лаборатории Северо-Кавказского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна» на основные агрохимические показатели: содержание гумуса, питательных элементов (фосфора, калия), кислотность.

Оценка агрогенных почв по содержанию подвижных форм фосфора (рис. 1) обнаружила низкую обеспеченность данным элементом во всех районах края. Значения данного показателя варьируют от 13 мг/кг до 26,7 мг/кг. Фосфор – один из ключевых элементов, необходимых для здорового роста растений. В течение вегетационного периода растения поглощают от 5 до 10 % доступного фосфора из почвы, то есть легко усваиваемого фосфора. Уровень доступного фосфора зависит от структуры органических и минеральных компонентов почвы, их кислотности, гранулометрического состава и степени подвижности фосфора.

На рисунке 1 представлены результаты исследования по содержанию подвижного фосфора в агрогенных почвах Ставропольского края с распределением по районам.

Как видно из рисунка, среднее содержание подвижного фосфора в агрогенных почвах края в среднем составляет 20 мг/кг. При этом наибольшее значение его содержания отмечено в Советском (26,7 мг/кг), Георгиевском (24,3 мг/кг), Предгорном (23,95 мг/кг), Кочубеевском (22,99 гладкий мг/кг), Благодарненском (22,79 частное мг/кг) и Новоалександровском (22,39 мг/кг) районах. Так, в агрогенных почвах 14 районов показатели содержания подвижного фосфора более 20 мг/кг. Менее 20 мг/кг подвижного фосфора отмечено в исследуемых почвах 9 районов края. Наименьшее значение показателя в 13,26 мг/кг отмечено в пробах почв Красногвардейского района. Также к малосодержащим подвижный фосфор относятся агрогенные почвы Минераловодского округа, Новоселицкого, Труновского, Курского, Андроповского и Ипатовского районов. Несмотря на то, что большая часть почв имеет значения больше или близко к 20 мг/кг, в соответствии с нормами агрогенные почвы края относятся к низко обеспеченным по фосфору.

В ходе исследования уровня гумуса в почвах было обнаружено, что анализируемые образцы агрогенных почв лишь шести районов Ставропольского края относятся к среднегумусным типам, где содержание органического вещества варьируется от 4,1 до 6,0 %.

Содержание гумуса в почвах зависит от условий и характера почвообразовательного процесса. Максимум гумуса образуется в верхнем горизонте почв и колеблется в пределах 1-15 %, и резко уменьшается с глубиной. Наиболее благоприятные условия для накопления гумуса складываются в чернозёмах, имеющих благоприятные условия воздухо-, тепло- и водообеспеченности [1].

На рисунке 2 представлены усредненные показатели содержания органического вещества в агрогенных почвах в процентном соотношении по районам края.

Наибольшее содержание органического вещества отмечается в пробах агрогенных почв Предгорного района (4,95 %), Данное значение относится к оптимальному значению содержания. Также, в соответствии с этими нормами, к оптимальным по содержанию органического вещества относятся значения в пробах агрогенных почв Минераловодского, Петровского, Труновского, Новоалександровского, Кочубеевского и других районов. Всего лишь 40 % агрогенных почв районов края относятся к оптимальным по значению данного показателя.

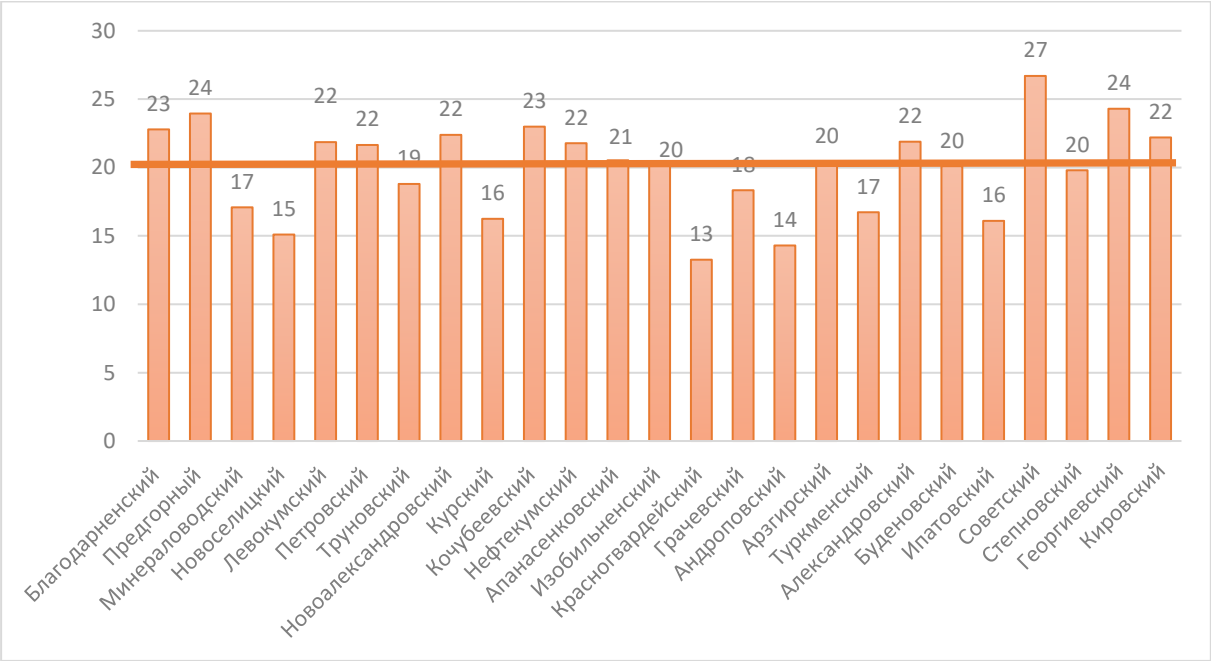


***Рис. 1.* Содержание подвижного фосфора (мг/кг) в агрогенных почвах Ставропольского края**

Fig. 1. Content of mobile phosphorus (mg/kg) in agrogenic soils of the Stavropol Territory

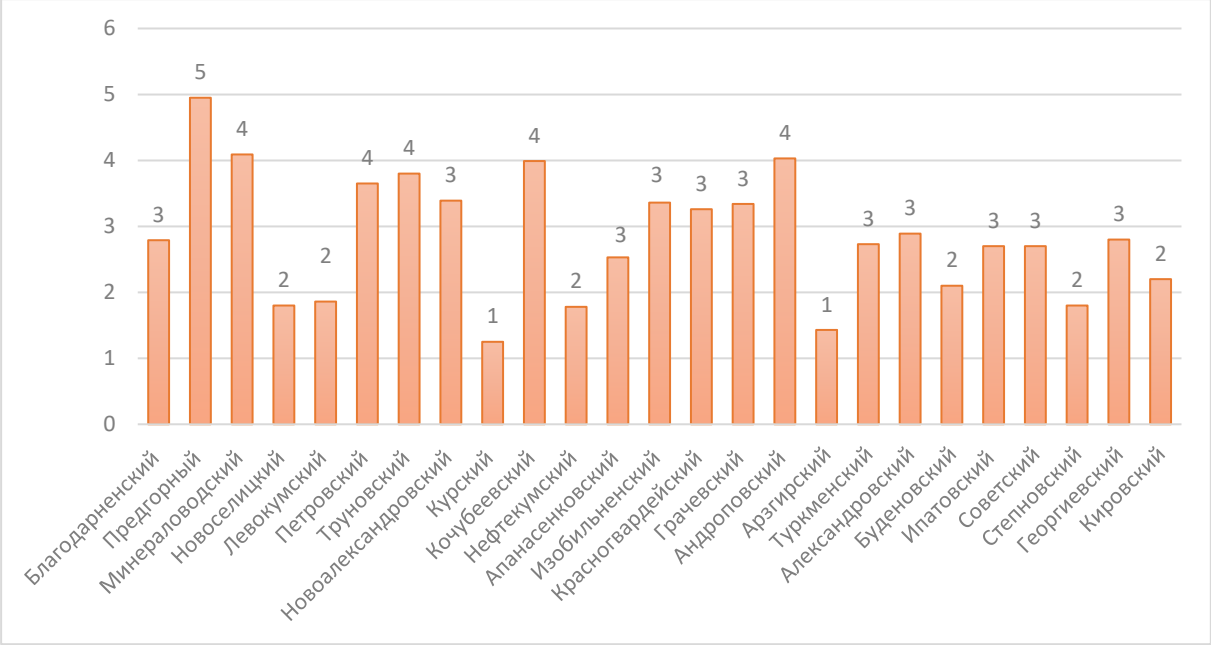


***Рис. 2.* Содержание органического вещества (%) агрогенных почвах Ставропольского края**

Fig. 2. Content of organic matter (%)) in agrogenic soils of the Stavropol Territory

Содержание органического вещества в агрогенных почвах в 8 районах колеблется от 2 до 3 %, что составляет 30 %. И только в 6 районах в почвах содержание органического вещества составляет менее 2 %. К ним относятся агрогенные почвы Курского и Арзгирского районов. Среднее значение органического вещества в агрогенных почвах каря составляет 2,85 %. Одной из причин недостатка органических веществ является активизация процесса дегумификации на пахотных землях, но также играют роль и генетические особенности засушливых почв, которые не способны образовывать и накапливать большие объёмы органики из-за неблагоприятных погодных

условий. Районы северо-востока и востока Ставропольского края имеют наименьшее количество гумуса: для светло-каштановых почв его содержание составляет около 1 %, а для тёмно-каштановых – до 3 %.

Агрогенные почвы почти всех районов края относятся к нейтральным или слабощелочным. На рисунке 3 представлены усредненные показатели актуальной кислотности агрогенных почв (pH водной вытяжки) по районам Ставропольского края.

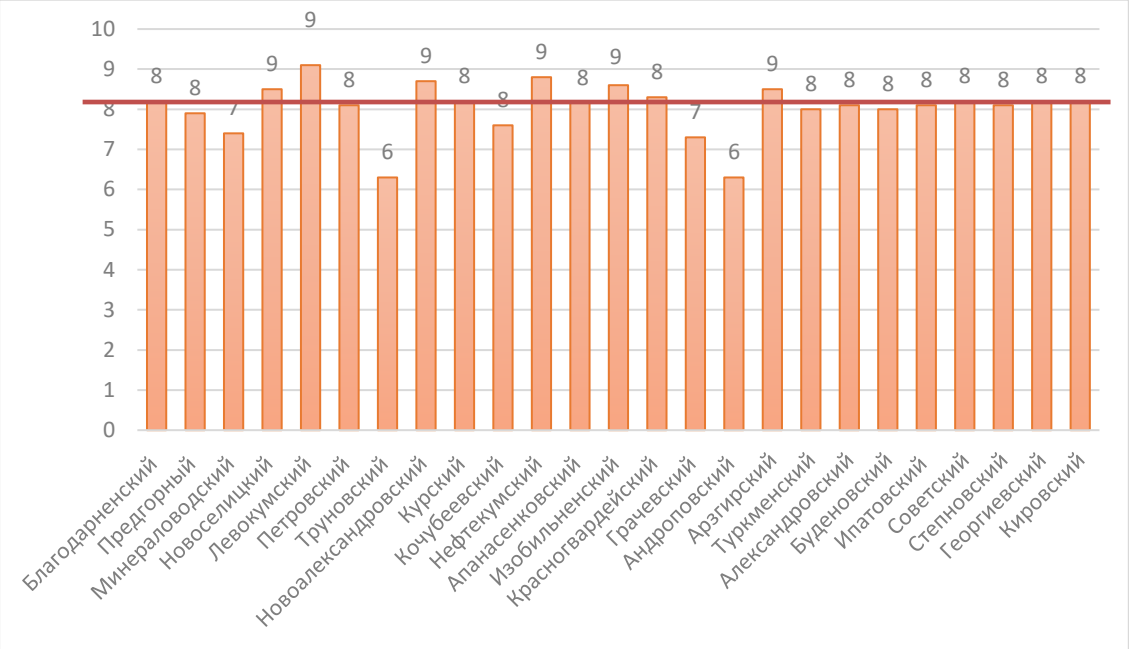


Рис. 3. **Содержание актуальной кислотности в агрогенных почвах (pH водной вытяжки) Ставропольского края**

Fig. 3. Content of actual acidity (pH of water extract) in agrogenic soils of the Stavropol Territory

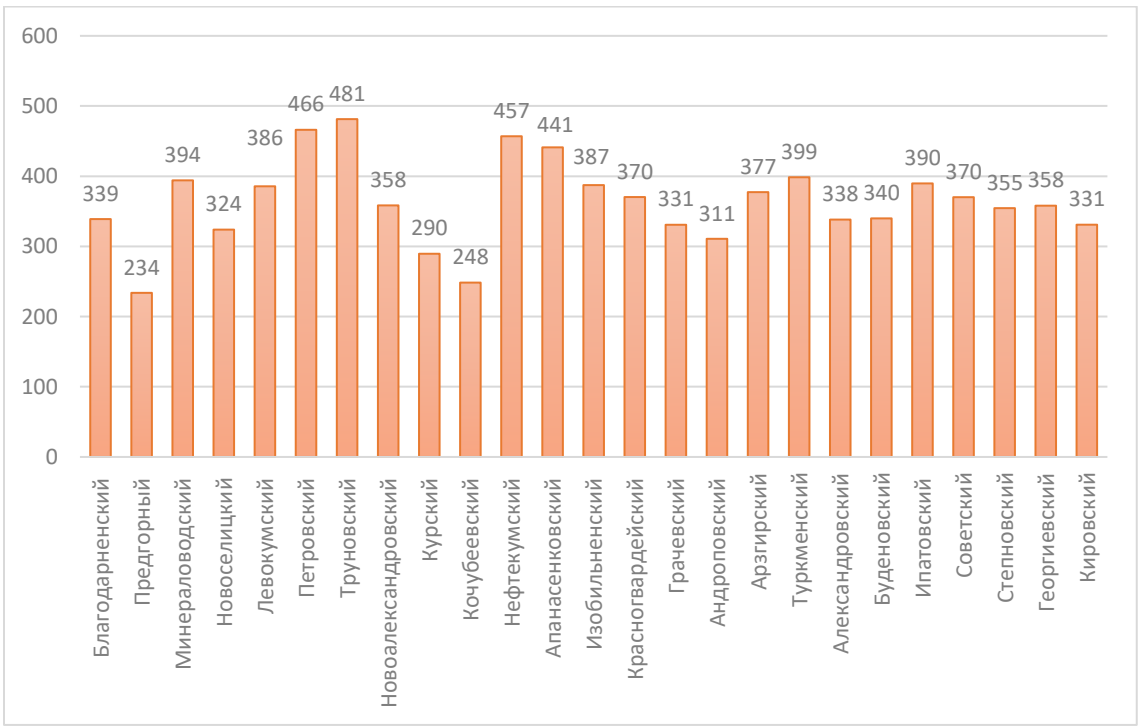


Рис. 4. **Содержание обменного калия в агрогенных почвах Ставропольского края**

Fig.4. Metabolic potassium content in agrogenic soils of the Stavropol Territory

Так, к нейтральным относятся агрогенные почвы Труновского и Андроповского районов, составляя 6,3 ед/pH. Почвы 65 % районов относятся к слабощелочным, у которых актуальная кислотность варьируется ед/pH. А вот агрогенные почвы Левокумского, Новоалександровского, Нефтекумского и Изобильненского районов относятся к сильнощелочным. Интервал pH 5,5-7,5 соответствует структуре почвы, высокому качеству гумуса и оптимальному водному режиму. Только агрогенные почвы четырех районов попадают в эту категорию, остальные же относятся к территориям со слабощелочными и щелочными почвами. Среднее значение по краю 7,9 ед/pH. Дополнительных мероприятий для регулирования кислотности не требуется.

Одним из основных элементов питания растений является калий, участвующий в различных физиологических и биохимических процессах растений. Определение подвижного калия в почве имеет большое значение для сельского хозяйства, поскольку этот элемент играет важную роль в росте и развитии растений. Калий участвует в синтезе и транспорте углеводов, регулирует водный потенциал клеток и тканей, а также обеспечивает устойчивость растений к негативным воздействиям окружающей среды и заболеваниям [13]. Определение содержания подвижного калия позволяет своевременно корректировать дозировку калийных удобрений и поддерживать стабильный урожай сельскохозяйственных культур.

Среднее значение обменного калия в арогенных почвах на территории Ставропольского края составляет 360 мг/кг, что относят к оптимальному содержанию калия в почве. Однако менее 300 мг/кг содержится в почвах Предгорного, Кочубеевского и Курского районов. Также выделяются районы в агрогенных почвах которых наблюдается повышенная степень обеспеченности подвижным калием, содержащие более 400 мг/кг калия и относящиеся к высокообеспеченным. Такие почвы располагаются в Петровском, Труновском, Нефтекумском и Апанасенковском районах. Содержание калия в остальных агрогенных почвах составляет от 323 до 398 мг/кг.

На рисунке 4 представлены усредненные показатели обменного калия в агрогенных почвах по районам края. Основные причины деградации агрогенных почв – нарушение правил обработки почвы, использование химикатов, выращивание высокоурожайных культур и потеря питательных веществ с урожаем [14]. В результате интенсивного землепользования происходит обеднение данных почв доступными элементами минерального питания [15].

Полученные нами данные по основным химическим показателям агрогенных почв районов края были сопоставлены с имеющимися результатами исследований ФГБУ ГЦАС «Ставропольский» в рамках изучения плодородия почв (табл.).

К почвам с положительными тенденциями или же без значительных изменений можно отнести агрогенные почвы Буденовского, Георгиевского районов, в которых с 1998 по 2023 г. такие показатели, как кислотность почвы, органическое вещество и фосфор находятся примерно на одинаковом уровне, а количество обменного калия в Буденовском районе снизилось незначительно. Похожая ситуация наблюдается в Изобильненском и Туркменском районах, где содержание обменного калия в агрогенных почвах возросло, а в Красногвардейском отмечается повышение содержания органического вещества. В таких районах, как Благодарненский и Новоалександровский наблюдается повышение содержание фосфора, кислотности почвы и органического вещества. Самая благоприятная ситуация сложилась в Апанасенковском районе, где наблюдается повышение содержания органического вещества и фосфора в агрогенных почвах, а также незначительное повышение pH почвы в Петровском районе, где содержание органического вещества и калия возрастает.

Неоднозначная ситуация наблюдается в агрогенных почвах исследуемых районов, где содержание некоторых показателей повышается, в то время как другие уменьшаются. Так, мы можем наблюдать в Советском районе ситуацию, где содержание органического вещества в агрогенных почвах возросло, однако содержание фосфора стремительно уменьшается, но не превышает 20 % на данный момент. В агрогенных почвах Александровскоого района снижается содержание органического вещества, но растет содержание обменного калия, или в почвах Левокумского района, где два показателя имеют положительную тенденцию, однако содержание фосфора и калия по сравнению с 1998 г. значительно уменьшилось.

Таблица. **Результаты химических исследований агрогенных почв Ставропольского края**
Table. Results of agrogenic soils chemical studies in the Stavropol Territory

Районы Regions	**pH (ед/pH)** pH (units/pH)			**Органическое вещество (%)** Organic matter (%)			**Фосфор (мг/кг)** Phosphorus (mg/kg)			**Калий обменный (мг/кг)** Metabolic potassium (mg/kg)		
	1998-2003	**2010-2015**	**2022-2023**	**1998-2003**	**2010-2015**	**2022-2023**	**1998-2003**	**2010-2015**	**2022-2023**	**1998-2003**	**2010-2015**	**2022-2023**
Шпаковский	7,9	7,9	6,9	4,0	4,2	3,1	20,0	19,0	22,1	345,0	341,0	359,0
Благодарненский	8,2	8,2	8,2	2,1	2,0	2,79	21,0	20,0	22,79	354,0	337,0	338,9
Предгорный	7,9	8,0	7,9	5,2	5,0	4,95	31,0	27,9	23,95	352,0	348,0	233,8
Минераловодский	8,1	8,0	7,4	4,4	4,3	4,09	22,0	19,8	17,09	369,0	401,0	394,1
Новоселицкий	8,3	8,1	8,5	1,7	2,4	1,8	23,0	18,3	15,1	307,0	300,0	323,9
Левокумский	8,0	8,1	9,1	1,7	1,4	1,86	27,0	21,9	21,86	445,0	406,0	385,6
Петровский	8,2	8,3	8,1	2,8	3,1	3,65	20,0	21,8	21,65	322,0	333,0	466,1
Труновский	8,4	8,3	6,3	3,1	3,4	3,8	18,0	21,0	18,8	325,0	337,0	481,3
Новоалександровский	8,1	8,2	8,7	3,3	3,6	3,39	21,0	24,6	22,39	376,0	368,0	358,4
Курский	8,2	8,2	8,2	1,9	1,8	1,25	24,0	17,7	16,25	393,0	335,0	289,5
Кочубеевский	7,9	7,9	7,6	4,3	4,4	3,99	22,0	19,0	22,99	322,0	341,0	248,4
Нефтекумский	8,3	8,2	8,8	1,5	1,6	1,78	29,0	26,5	21,78	486,0	443,0	456,9
Апанасенковский	7,9	7,9	8,2	1,8	2,1	2,53	21,0	20,9	20,53	424,0	428,0	441,1
Изобильненский	8,3	8,4	8,6	3,2	3,6	3,36	19,0	20,0	20,36	332,0	345,0	387,3
Красногвардейский	8,5	8,4	8,3	2,9	3,1	3,26	15,0	18,2	13,26	380,0	385,0	370,3
Грачевский	8,1	8,1	7,3	3,2	3,3	3,34	18,0	19,4	18,34	330,0	311,0	330.8
Андроповский	7,8	7,8	6,3	3,8	4,2	4,03	19,0	17,4	14,3	364,0	361,0	310,8
Арзгирский	8,2	7,9	8,5	1,5	1,6	1,43	25,0	20,6	20,43	407,0	383,0	377,3
Туркменский	8,1	8,2	8,0	2,3	2,7	2,73	16,0	16,1	16,73	373,0	374,0	398,5
Александровский	8,1	7,9	8,1	3,0	3,2	2,89	22,0	21,1	21,89	293,0	267,0	338,2
Буденовский	8,2	8,2	8,0	2,1	2,0	2,1	21,0	20,0	20,1	354,0	337,0	339,9
Ипатовский	8,2	8,2	8,1	1,9	1,8	2,7	24,0	17,7	16,1	393,0	335,0	389,7
Советский	8,2	8,2	8,2	2,6	2,0	2,7	31,0	28,1	26,7	364,0	372,0	370,1
Степновский	8,2	8,3	8,1	2,0	1,7	1,8	32,0	23,3	19,8	415,0	378,0	354,5
Георгиевский	8,3	8,2	8,2	2,5	3,2	2,8	26,0	24,2	24,3	345,0	336,0	358
Кировский	8,4	8,1	8,2	2,3	3,2	2,2	31,0	25,0	22,2	362,0	334,0	330,9

В агрогенных почвах Арзгирскоого и Минераловодского районов только один из исследуемых показателей имеет положительную тенденцию, в то время как остальные приближаются к границам разрешенного снижения по данным значениям. Схожие ситуации наблюдаются в Георгиевском и Андроповском районах, где нет положительных тенденций, содержание органичного вещества во времени нестабильно в агрогенных почвах, а в Андроповском, так же, как и в Грачевском содержание водородного показателя в почвах снизилось на более чем разрешенные 10 %, а в агрогенных почвах Степновского района содержание фосфора за весь период исследования уменьшился с 32 до 19,8 мг/кг, что превышает разрешенные 25 %.

Несмотря на то, что в агрогенных почвах Ипатовского района наблюдается положительная тенденция по содержанию органического вещества, содержание фосфора снизилось с 24 до 16 мг/кг, что превышает 25 %. Такая же ситуация отмечается в почвах Нефтекамского района по тем же показателям, а также уменьшение содержания фосфора с 29 до 21,78 мг/кг.

В агрогенных почвах Кочубеевского района за границы разрешенного снижения попал только обменный калий, где отмечается снижение данного показателя с 322 до 248 мг/кг, однако содержание органического вещества стремительно падает, приближаясь к разрешенным 15 %. В исследуемых почвах Кировского района ситуация с органическим веществом схожа, а вот содержание фосфора уменьшилось с 31 до 22 мг/кг. В почвах Предгорного района также наблюдается падение фосфора с 31 до 24 мг/кг, что превышает разрешенные 25 %.

В таких районах, как Шпаковский и Новоселицкий наблюдается снижение по

двум исследуемым показателям в агрогенных почвах. Так, в почвах Шпаковского района по водородному показателю более 10 % и по органическому веществу более 15 %. В почвах Новоселицкого района отмечается нестабильная ситуация с содержанием органического вещества, так как к 2015 г. оно выросло до 2,4 %, а после упало до 1,8 %, что превышает разрешенные 15 %. А вот содержание фосфора стабильно уменьшается с 1998 г. с 23,0 мг/кг до 15 мг/кг.

Самая сложная ситуации складывается в агрогенных почвах Курского района, где наблюдается падением по трем химическим показателям. Так, органическое вещество снизилось с 1,9 до 1,25 %, что больше, чем на разрешенные 15 %, фосфор с 24 до 16,25 мг/кг и обменного калия с 393,0 до 289,5 мг/кг, что более 25 %. В связи с одновременным снижением более 3 показателей в почвах можно говорить о деградации плодородного слоя.

Заключение

Анализ состояния агрогенных почв Ставропольского края является важной целью, поскольку он предоставляет научную основу для разработки эффективных мер по повышению плодородия почв и сохранению продуктивности сельскохозяйственных систем. В результате химического анализа агрогенных почв Ставропольского края выяснилось, что большинство из них имеет среднюю и низкую обеспеченность почвы гумусом. Существуют различные причины ухудшения плодородия почвы: нехватка минеральных удобрений из-за недостатка средств, отсутствие органических удобрений вследствие сокращения поголовья скота, уменьшение площадей посева кормовых культур, особенно многолетних трав, на фоне расширения чистых паров.

По степени кислотности агрогенные почвы края относятся к нейтральным или слабощелочным и не требуют дополнительных мероприятий для регулирования кислотно-щелочного баланса.

Исследуемые почвы имеют низкую обеспеченность подвижным фосфором. Уровень обменного калия в почвах края варьируется от среднего до повышенного, что безусловно будет способствовать повышению урожайности, устойчивости к неблагоприятным погодным условиям и улучшению качества продукции.

В ходе анализа данных с 1998 по 2023 г. были обнаружены положительные тенденции по содержанию обменного калия в агрогенных почвах Изобильненского и Туркменскогорайонов. В Благодарненском и Новоалександровском районах отмечается повышение содержание фосфора, кислотности почвы и органического вещества.

Самая благоприятная ситуация сложилась в Апанасенковском районе, где наблюдается повышение содержания органического вещества и фосфора, незначительное повышение pH почвы, а также в Петровском районе, где содержание органического вещества, фосфора и калия возрастает. Также отмечается стабильность состояния агрогенных почв в Будённовском и Георгиевском районах, здесь такие показатели, как кислотность почвы, органическое вещество и фосфор остаются относительно стабильными. Количество обменного калия в агрогенных почвах за анализируемый период немного уменьшилось в Будённовском районе.

Проведённые исследования показали, что для поддержания оптимального уровня гумуса и минеральных элементов агрогенных почв необходимо ежегодно их удобрять органическими и минеральными подкормками. Альтернативным подходом является возделывание сидеральных культур, которое не только обогащает почву органическим веществом, но и другими элементами, а также сокращает затраты на транспортировку удобрений, и способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Список источников

1. Одинцов С. В., Лошаков А. В., Кипа Л. В., Хасай Н. Ю., Иванников Д. И. Мониторинг использования земель сельскохозяйственного назначения на земельных участках непрошедших кадастровый учет прав с помощью ГИС технологий в Кочу-

References

1. Monitoring the use of land for agricultural purposes on the land have not undergone cadastral registration of rights with the help of GIS technologies in Kochubeevskoe District of the Stavropol Territory. *Vestnik Altayskoy Akademii Ekonomiki i Prava.* 2019(7-1):85-90. (In Russ). EDN VUWCII

беевском районе Ставропольского края // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 7-1. С. 85-90. EDN VUWCII

2. Ситников В. Н., Егоров В. П., Есаулко А. Н., Бурлай А. В. Мониторинг плодородия почв Ставропольского края: динамика агрохимических показателей с учетом зональных особенностей почв // Агрохимический вестник. 2018. № 4. С. 8-13. DOI: 10.24411/0235-2516-2018-10019. EDN: XUZEFF

3. Атлас земель Ставропольского края. Ставрополь: Комитет по земельным ресурсам и землеустройству Ставропольского Края, 2000. 118 с.

4. Цховребов В. С., Фаизова В. И. Почвы и климат Ставрополья // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № S2. С. 21-34. EDN TSLIIP

5. Лошаков, А.В. Состояние и использование земельного фонда Ставропольского края // Экономика и экология территориальных образований. 2018. Т. 2. № 2. С. 114-123. DOI: 10.23947/2413-1474-2-2-114-123. EDN: YXOJAO

6. Цховребов В. С., Фаизова В. И., Марьин А. Н., Калугин Д. В. Почвенный покров Ставропольского края // Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных статей по материалам V Международной научной конференции (Ставрополь, 19-22 сентября 2017 г.). Ставрополь: ООО «СЕКВОЙЯ», 2017. С. 67-69. EDN: ZMZVBP

7. Антыков А. Я., Стоморев А. Я. Почвы Ставрополья и их плодородие. Ставрополь: Кн. изд-во, 1970. 413 с.

8. Цховребов В. С., Новиков А. А., Фаизова В. И., Калугин Д. В., Лысенко В. Я. Проблемы классификации почв Центрального Предкавказья в «старой» и «новой» редакциях // Почвы – стратегический ресурс России: тезисы докладов VIII съезда Общества почвоведов им. В. В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв (Сыктывкар, 22 апреля – 08 июня 2021 г.). М.-Сыктывкар: Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2021. С. 482-483. EDN: OVSCDC

9. ГОСТ Р 58595-2019 «Почвы. Отбор проб»: дата введения 01.01.2020. М.: Стандартинформ, 2019. 5 с.

10. ГОСТ 26213-2021 Почвы. Методы определения органического вещества: дата введения 01. 08.2022. М.: Российский институт стандартизации, 2021. 8 с.

11. ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО: дата введения 01.01.2013. М.: Стандартинформ, 2019. 8 с.

12. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки: дата введения 01.01.1986. М.: Стандартинформ, 2011. 5 с.

2. Sitnikov VN, Yegorov VP, Esaulko AN, Burlay AV. Monitoring of the fertility of soils of the Stavropol Region: dynamics of agrochemical indices according to the zone of soil specificities. *Agrochemical Herald.* 2018(4):8-13. (In Russ). DOI: 10.24411/0235-2516-2018-10019. EDN: XUZEFF

3. Atlas of the lands of Stavropol Krai. Stavropol: Committee on Land Resources and Land Management of Stavropol Territory, 2000:118. (In Russ).

4. Tskhovrebov VS, Faizova VI. Soils and climate of Stavropol. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region.* 2015(S2):21-34. (In Russ). EDN TSLIIP

5. Loshakov AV. Condition and use of the land fund of Stavropol Region. *Economy and Ecology of Territorial Formations.* 2018;2(2):114-123. (In Russ). DOI: 10.23947/2413-1474-2-2-114-123. EDN: YXOJAO

6. Tskhovrebov VS, Faizova VI, Maryin AN., Kalugin DV. Soil cover of the Stavropol Territory. *Evolution and Degradation of the Soil Cover: Collection of Scientific Papers Based on the Materials of the V International Scientific Conference (Stavropol, September 19-22, 2017).* Stavropol: SEKVOYA OOO, 2017:67-69. (In Russ). EDN: ZMZVBP

7. Antykov AYa, Stomorev AYa. Soils of Stavropol and their fertility. Stavropol: Knizhnoe izdatelstvo, 1970413. (In Russ)

8. Tskhovrebov VS, Novikov AA, Faizova VI, Kalugin DV, et al. Problems of soil classification of the Central Ciscaucasia in the "old" and "new" editions. *Soils are a Strategic Resource of Russia: Abstracts of Reports of the 8th Congress of V. V. Dokuchaev Soil Science Society and the School of Young Scientists on Soil Morphology and Classification (Syktyvkar, April 22 – June 08, 2021).* Moscow-Syktyvkar: Institute of Biology of the Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2017;8(6):574-580. (In Russ).

9. Russian National Standard R 58595-2019 Soils. Sampling: introduction date 01.01.2020. Moscow: Standartinform, 2019:5. (In Russ).

10. Russian National Standard 26213-2021 Soils. Methods for determination of organic matter: introduction date 01. 08.2022. Moscow: Russian Institute of Standardization, 2021:8. (In Russ).

11. Russian National Standard R 54650-2011 Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by Kirsanov method as modified by CINAO: introduction date 01.01.2013. Moscow: Standartinform, 2019:8. (In Russ).

12. Russian National Standard 26423-85. Soils. Methods for determination of specific electrical conductivity, pH and dense residue of aqueous extract: introduction date 01.01.1986. Moscow: Standartinform, 2011:5. (In Russ).

13. Belousova EN. System for rational use and protection of lands: a textbook. Krasnoyarsk: KSAU, 2020:143. (In Russ). EDN: BTZRZJ

13. Белоусова Е. Н. Система рационального использования и охраны земель: учебное пособие. Красноярск: КГАУ, 2020. 143 с. EDN: BTZRZJ

14. Цховребов В. С., Оганесова О. А., Фаизова В. И., Никифорова А. М., Чистоглядова Л. Ю. Содержание обменных и валовых форм калия в почвах Ставропольского края // Плодородие. 2013. № 5(74). С. 8-9. EDN RRTJED

15. Цховребов В. С., Новиков А. А., Фаизова В. И., Калугин Д. В., Никифорова А. М. Теоретические предпосылки развития слитизации чернозёмов центрального предкавказья и её последствия // Вестник АПК Ставрополья. 2013. № 1(9). С. 119-122. EDN PXQPTL

14. Tskhovrebov VS, Oganesova OA, Faizova VI, Nikiforova AM, et al. Contents of exchangeable and total potassium in soils of Stavropol Krai. *Plodorodie.* 2013(5(74):8-9. (In Russ). EDN RRTJED

15. Tskhovrebov VS, Novikov AA, Faizova VI, Kalugin DV, et al. Theoretical prerequisites for the development of slitization of chernozems in the Central Ciscaucasia and its consequences. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region.* 2013(1(9):119-122. (In Russ). EDN PXQPTL

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Бегдай Инна Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры экологии и биогеографии, медико-биологический факультет, заведующий научно-учебной лабораторией биогеохимии окружающей среды, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия, algae@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-7675-8078

Харин Константин Викторович, кандидат географических наук, заведующий кафедрой экологии и биогеографии, медико-биологический факультет, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия, k-harin79@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9091-6375

Иваненко Ксения Ивановна, ведущий токсиколог отдела токсикологических и радиологических исследований, испытательная лаборатория, Северо-Кавказский филиал ФГБУ «Центр оценки качества зерна», Ставрополь, Россия, tradlbabl@yandex.ru, https://orcid.org/0009-0007-24032-0614

Критерии авторства

Бегдай И.В., Харин К.В., Иваненко К.И. – все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 08.05.2024
Одобрена после рецензирования 15.05.2024
Принята к публикации 16.05.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Inna V. Begday, Ph.D. (Technical Science), Associate Professor, Department of Ecology and Biogeography, Faculty of Medicine and Biology, Head of the Scientific and Educational Laboratory of Environmental Biogeochemistry, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, algae@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-7675-8078

Konstantin V. Kharin, Ph.D. (Geography), Head of the Department of Ecology and Biogeography, Faculty of Medicine and Biology, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, k-harin79@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9091-6375

Kseniya I. Ivanenko, Leading Toxicologist, Department of Toxicological and Radiological Research, Testing Laboratory, North Caucasus Branch of FSI "Center for Grain Quality Assurance", Stavropol, Russia, https://orcid.org/0009-0007-24032-0614

Contribution of the authors

Begday I.V., Kharin K.V., Ivanenko K. I. made equivalent contributions to the publication.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 08.05.2024
Approved after reviewing 15.05.2024
Accepted for publication 16.05.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 913.1/913.8
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-16-28
EDN: EOOQKN

Эрозионные процессы в окрестностях древних поселений степной зоны Крыма в эпоху бронзы

© 2024 Борисов А. В.✉[1], Смекалова Т. Н.[2], Пинской В. Н.[1], Потапова А. В.[1]
[1] Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН
Пущино, Россия, a.v.borisovv@gmail.com✉; pinskoy@inbox.ru; astassiia4272@gmail.com
[2] Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского
Симферополь, Россия, tnsmek@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Целью исследования является установление особенностей почвенного покрова и свойств почв на территории поселения эпохи поздней бронзы Тюмень-7 Северо-Западном Крыму. Параллельно аналогичные работы были проведены на участке с однотипными геоморфологическими условиями, на котором не было следов древней антропогенной деятельности. **Методы.** Построены топопланы участков, заложена серия почвенных разрезов по сетке с шагом 50 м, выполнено морфолого-генетическое описание профилей почв, анализ гранулометрического состава почв и содержания органических и минеральных форм фосфатов. **Результаты.** Сравнение полученных данных позволило установить особенности эрозионно-аккумулятивных процессов в период существования памятника. Показано, что активные эрозионно-аккумулятивные процессы развивались на всей территории поселения, но особенно интенсивно на участке, где располагался загон для скота. В этом месте и ниже по склону сформировались стратоземы темногумусовые урбистратифицированные мощностью более 2 м. На фоновом участке в этих же геоморфологических позициях развиты типичные каштановые почвы. **Выводы.** Таким образом, впервые установлено, что антропогенная деятельность в эпоху бронзы стала причиной резкой интенсификации эрозионных процессов на склонах, прилегающих к поселениям.

Ключевые слова: почвы, Северо-Западный Крым, эпоха бронзы, поселения, выпас скота, эрозия.

Благодарность

Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 22-68-00010 «Палеоэкология и палеоэкономика древнего населения Крыма: хозяйственные модели в меняющихся природных условиях и вклад древней антропогенной деятельности в формирование современного почвенного покрова региона».

Формат цитирования: Борисов А. В., Смекалова Т. Н., Пинской В. Н., Потапова А. В. Эрозионные процессы в окрестностях древних поселений степной зоны Крыма в эпоху бронзы // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 3. С. 16-28. 10.31161/1995-0675-2024-18-3-16-28. EDN: EOOQKN

Erosion Processes Near Ancient Settlements of the Bronze Age in the Steppe Zone of Crimea

© 2024 Alexander V. Borisov✉[1], Tatyana N. Smekalova[2], Viktor N. Pinskoy[1], Anastasia V. Potapova[1]
[1]Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science of the Russian Academy of Sciences Pushchino, Russia,
a.v.borisovv@gmail.com✉; pinskoy@inbox.ru; astassiia4272@gmail.com
[2]V. I. Vernadsky Crimean Federal University
Simferopol, Russia, tnsmek@mail.ru

ABSTRACT. The **aim** of the research is to establish the characteristics of the soil cover and soil properties in the territory of the late Bronze Age settlement Tyumen-7 in North-West Crimea. In parallel, similar work was carried out on a site with uniform geomorphological conditions, where there were no traces of ancient anthropogenic activity. **Methods.** Topographic plans for the sites were constructed, a series of soil sections were made on the site, a morphological and genetic description of soil profiles, an analysis of the soils granulometric composition and the content of organic and mineral phosphates forms were performed. **Results.** Comparison of the obtained data made it possible to establish the characteristics of erosion-accumulative processes during the monument existence. It is shown that active erosion-accumulative processes developed throughout the territory of the settlement, but especially intensively in the area where the cattle pen was located. In this place and further down the slope, dark-humus urbistratified stratozems with a thickness of more than 2 m were formed. In the background area typical chestnut soils are developed in the same geomorphological positions. **Conclusion**.Thus, it has been established for the first time that anthropogenic activity in the Bronze Age caused a sharp intensification of erosion processes on the slopes adjacent to settlements.

Key words: soils, North-West Crimea, Bronze Age, settlements, grazing, erosion.

Acknowledgment

The research was financially supported by the grant of the Russian Science Foundation No. 22-68-00010 "Paleoecology and paleoeconomics of the ancient population in Crimea: economic models in changing natural conditions and the contribution of ancient anthropogenic activity to the formation of the modern soil cover in the region".

For citation: Borisov AV, Smekalova TN, Pinskoy V., Potapova AV. Erosion Processes Near Ancient Settlements of the Bronze Age in the Steppe Zone of Crimea. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(3):16-28. (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-16-28. EDN: EOOQKN

Введение

Одним из основных компонентов экосистем, в наибольшей мере подверженных антропогенному влиянию, являются почвы. Объектами, позволяющими изучать антропогенные нарушения физико-химических и биологических процессов почв через сотни и тысячи лет после снятия антропогенной нагрузки, являются почвы и культурные слои древних поселений. Так, в частности, датированный и локализованный в пространстве факт антропогенного воздействия на почвы дает уникальную возможность оценить глубину трансформации исходных почвенных свойств, скорость и степень восстановления первоначального состояния почв после снятия антропогенного стресса.

Достаточно глубоко изучены физико-химические и биологические свойства культурного слоя и возможности реконструкции бытовой и производственной деятельности древнего населения на основе изучения такого рода объектов [1]. При этом вопросам антропогенного преобразования ландшафтов в древности и средневековье посвящено заметно меньше работ [2-8].

Следует отметить, что влияние древней антропогенной деятельности на свойства современных почв и ландшафтов неизменно привлекало внимание многих выдающихся ученых гуманитарного и естественно-научного профиля. Мысль о том, что окружающий нас мир является результатом естественного и антропогенного воздействия на природу высказывал Э. Реклю еще в XIX в. Позднее ее развивали в своих работах Л. С. Берг, А. Н. Краснов, А. Геттнер, В. И. Вернадский и многие другие ученые. Итогом развития научной мысли в этом направлении стала концепция антропоцена, основанная на признании геологических масштабов и необратимости последствий антропогенного преобразования экосистем Земли [9; 10]. До недавнего времени исследователи были склонны связывать антропоцен с началом промышленной революции [11]. Позднее, опираясь на археологические данные и фактические доказательства необратимости и масштабности антропогенных изменений экосистем в древности, начало антропоцена было сдвинуто в первые века н. э., время так называемого римского климатического оптимума [11]. Можно ожидать, что перенос и удревнение нижней границы антропоцена продолжится.

В данной работе рассмотрены последствия преобразования ландшафтов в более ранний период, в эпоху поздней бронзы.

Материал и методы исследования

Объектом исследований стал участок в низовьях Тюменской балки на северном берегу оз. Сасык-Сиваш (рис. 1 (А)) на Северо-Западе Крымского полуострова. Для обнаружения и детального исследования

археологических памятников на этом участке применялась комплексная трёхэтапная методика, сочетающая дистанционные, геофизические, археологические методы и сбор образцов для лабораторных геохимических, микробиологических анализов [12]. Следует отметить, что в данном районе основной массив археологических памятников представлен поселениями, курганов незначительное количество [13]. Памятники представлены поселениями эпохи бронзы, античного периода и средневековья, сохранившимися на нераспаханных участках по балкам. Характерно, что в силу специфики эрозионно-аккумулятивных почвенных процессов, протекающих в данном регионе, поселения эпохи бронзы, которые являлись предметом изучения в рамках данной работы, визуально не проявляются в ландшафте и перекрыты слоем делювия мощностью 30-50 см [14]. Однако на месте древних поселений, как правило, развиваются специфические растительные ассоциации, представленные высокотравьем, заметно выделяющимся на фоне окружающих полынно-злаковых группировок [13]. Этот ландшафтный признак лег в основу поиска памятников эпохи бронзы. На первом этапе выявляли памятники эпохи бронзы по растительным и почвенным признакам с использованием методов дистанционного зондирования и целенаправленных пеших автомобильно-пеших разведок со сбором подъемного материала и магнитной съемкой. На следующем этапе выявляли планировку поселений и загонов для скота с помощью магнитной съемки. И на завершающем этапе проводили шурфовку и комплексное почвенно-археологическое изучение. Новые поселения наносились на археологическую карту Северо-Западного Крыма.

В данной работе представлены результаты изучения почвенно-геоморфологических условий и свойств культурного слоя поселения эпохи поздней бронзы Тюмень-7 в системе водосбора озера Сасык-Сиваш (рис. 1 (Б)).

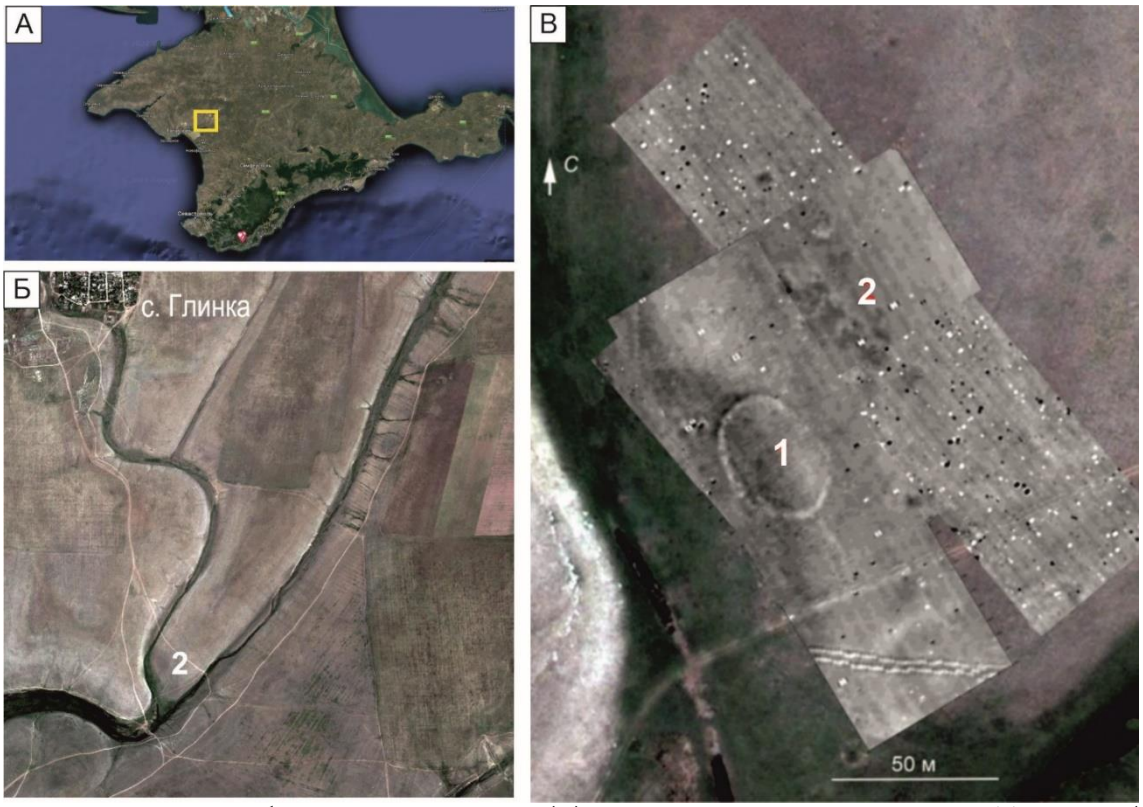


Рис. 1. **Расположение объектов исследования (А), место расположения поселения Тюмень-7 (Б) и результаты магнитной съемки на памятнике (В)**

Условные обозначения: 1 – загон для скота, 2 – жилые постройки

Fig. 1. Location of the research objects (A), location of Tyumen-7 settlement (B) and results of magnetic survey at the monument (C)

Legend: 1 is cattle pen, 2 is residential buildings

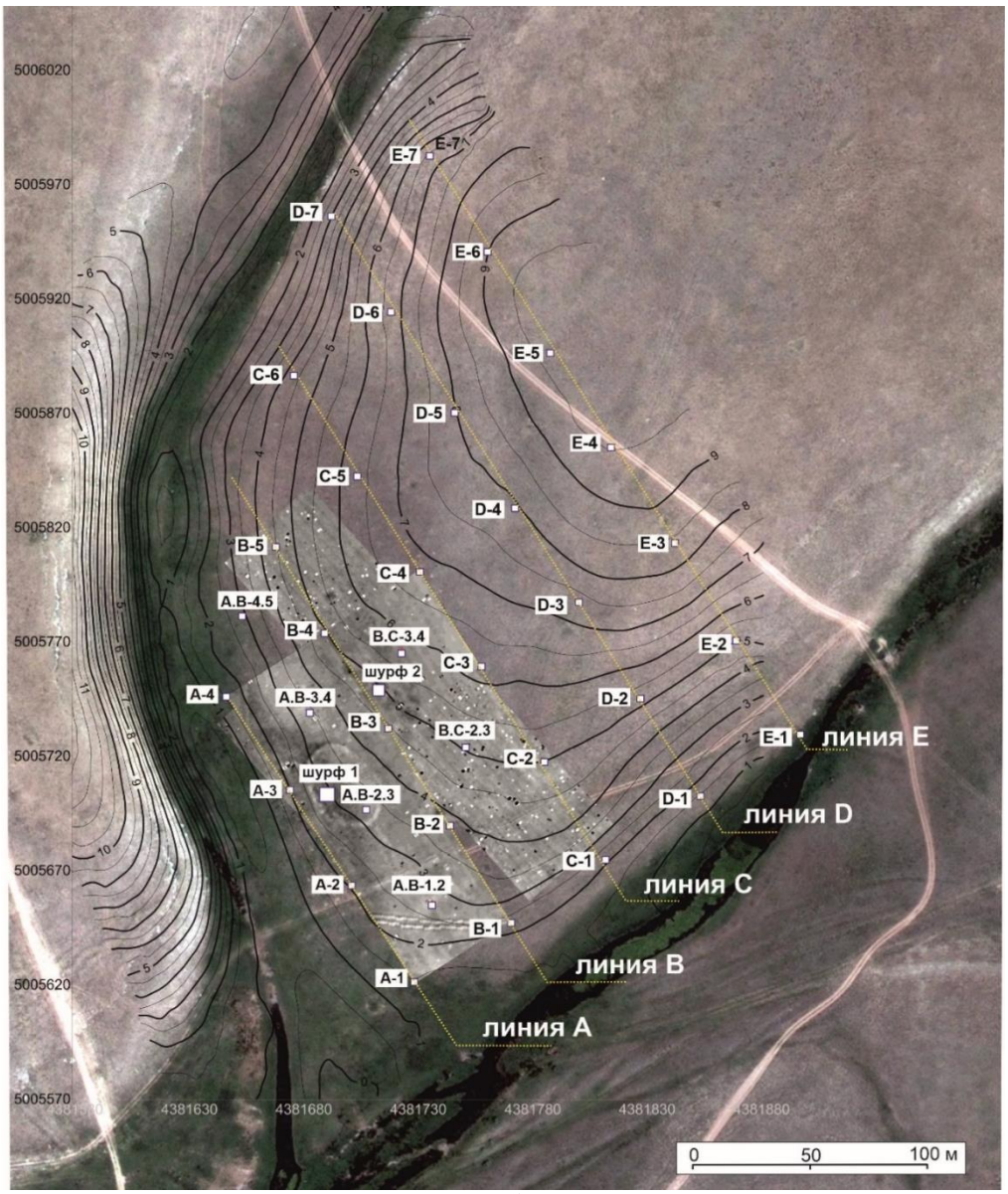


Рис. 2. **Расположение археологических шурфов и почвенных зондажей на территории поселения Тюмень-7 и его потенциальной экономической зоне на снимке Google с наложением результатов магнитной съемки**

Fig. 2. Location of archaeological pits and soil soundings on the territory of Tyumen-7 settlement and its potential economic zone on a Google image with superimposed magnetic survey results

Раскопки шурфов и анализ полученного материала позволили дать культурно-хронологическую характеристику поселению Тюмень-7 и определить его площадь – примерно 2 га. Поселение датируется поздним бронзовым веком (XII-X вв. до н. э.) [15]. Керамические находки относятся к поздней сабатиновской – ранней белозерской культуре.

Результаты и их обсуждение

Почвы поселения Тюмень-7

Опорными объектами, позволяющими оценить интенсивность эрозионно-аккумулятивных процессов на территории поселения в период его функционирования стали археологические шурфы 1 и АВ-3.4, заложенные внутри загона, а также шурф АВ-3.4 за пределами загона.

Шурф 1, согласно магниторазведке, заложен с внутренней стороны загона вблизи стены. Как ожидалось, в данном месте будет происходить аккумуляция мелкозема и рост почвенного профиля, что обеспечит надежную консервацию артефактов и самого материала культурного слоя. Почва –

стратозем темногумусовый урбостратифицированный карбонатный среднесуглинистый. В профиле выделяются следующие горизонты:

AUrh,ca – 0-30(60) см, темно-серый с буроватым оттенком средний суглинок комковато-зернистой структуры. Нижняя граница соответствует уровню залегания камней от развала стены, поэтому мощность горизонта варьирует от 30 до 60 см. В целом заметна тенденция возрастания глубины верхней границы камней по мере удаления от стены загона.

[RU1ur,ca] – 30(60) см – 80(100) см – слой камней и мелкоземистого заполнения. Материал слоя заметно светлее, серовато-палевый, средний суглинок глыбистой структуры, свежий, плотный. Карбонаты в виде прожилок и псевдомицелия. Нижняя граница проходит по нижнему уровню залегания камней.

[RU2ur,ca] – 80(100) – 190 см, однородный темно-бурый и серыми тонами в окраске средний суглинок непрочной глыбистой структуры, влажноват, уплотнен. Мощный карбонатный налет по стенкам и граням структурных отдельностей. Артефакты встречаются до глубины 180 см. Можно предполагать, что на момент возникновения поселения мощность почвенного слоя составляла 20-30 см. Почвообразующая порода – делювий известняка залегает с глубины 190-200 см.

Практически однотипным был профиль почвы шурфа АВ-2.3. Почва – стратозем темногумусовый урбостратифицированный карбонатный среднесуглинистый на погребенной почве. До глубины 40-50 см залегал горизонт AUrh,ca современной почвы, аналогичный описанному в шурфе 1. Развал камней от стены загона залегал на глубине 40-60 см.

С глубины 60-65 см залегал горизонт [RU2ur,ca], соответствующий слою функционирования загона – однородный по цвету, желтовато-бурый с серым оттенком, легкий суглинок глыбистой структуры. Во всем слое до глубины 160-170 см встречаются артефакты.

С глубины 170-180 см сохранился гумусовый горизонт погребенной почвы, незатронутый антропогенной деятельностью и представленный однородным буровато-серым средним суглинком. Почвообразующая порода залегает на глубине 250-280 см.

Шурф АБ-3.4 располагался в той же геоморфологической позиции, что и вышеописанные, но за пределами загона и в целом в стороне от центра поселения. И в данном случае почва была представлена стратоземом темногумусовым урбостратифицированным карбонатным среднесуглинистым на погребенной почве. Строение профиля: AUrh,ca (50 см) – [RU2ur,ca] (30 см) – [RU2ur,ca] (110 см) – [AUca] (40-50) – С.

Во всем слое до глубины 160-170 см встречаются артефакты. Предположительно, слой 80-170 синхронен времени существования поселения. Почвообразующая порода залегает на глубине 250 см.

Выше линии АВ мощность почвенного профиля резко снижается. Так, в почвах на линии В средняя мощность профиля составляет 40-45 см. При этом в разрезах В-1 этот показатель составляет 30 см. В разрезах В-2 и В-3 эрозионные процессы менее выражены, здесь в профиле выделяются горизонты: AJ – 0-30 см, серый с буроватым оттенком легкий суглинок комковато-зернистой структуры. Постепенно переходит в горизонт ВМК (30-40 см) среднесуглинистого гранулометрического состава мелкопризматической структуры.

Начиная с линии С и выше по склону в почвенном покрове преобладают светлогумусовые эродированные почвы. Как и в случае с почвами линии В, эти почвы имеют каштановый облик, но не могут быть отнесены к каштановым в связи с отсутствием срединного карбонатного горизонта. Мощность профиля в среднем 30-40 см.

Выше линии С эрозионные процессы становятся превалирующими. На линии D уже нет почв с профилем более 20 см. В большинстве разрезов были вскрыты темногумусовые литоземы, профиль которых представлен горизонтом AUca от 5-7 до 15 см. Подстилается выходами плиты известняка без слоя делювия. В некоторых участках почвенный покров фрагментарный и значительные площади занимают бедленды, где лишь по трещинам известняковой плиты присуствует растительный покров.

Состояние почв на линии D в целом аналогично вышеописанному. Площади бедлендов несколько больше, при средней мощности профиля не более 10-15 см.

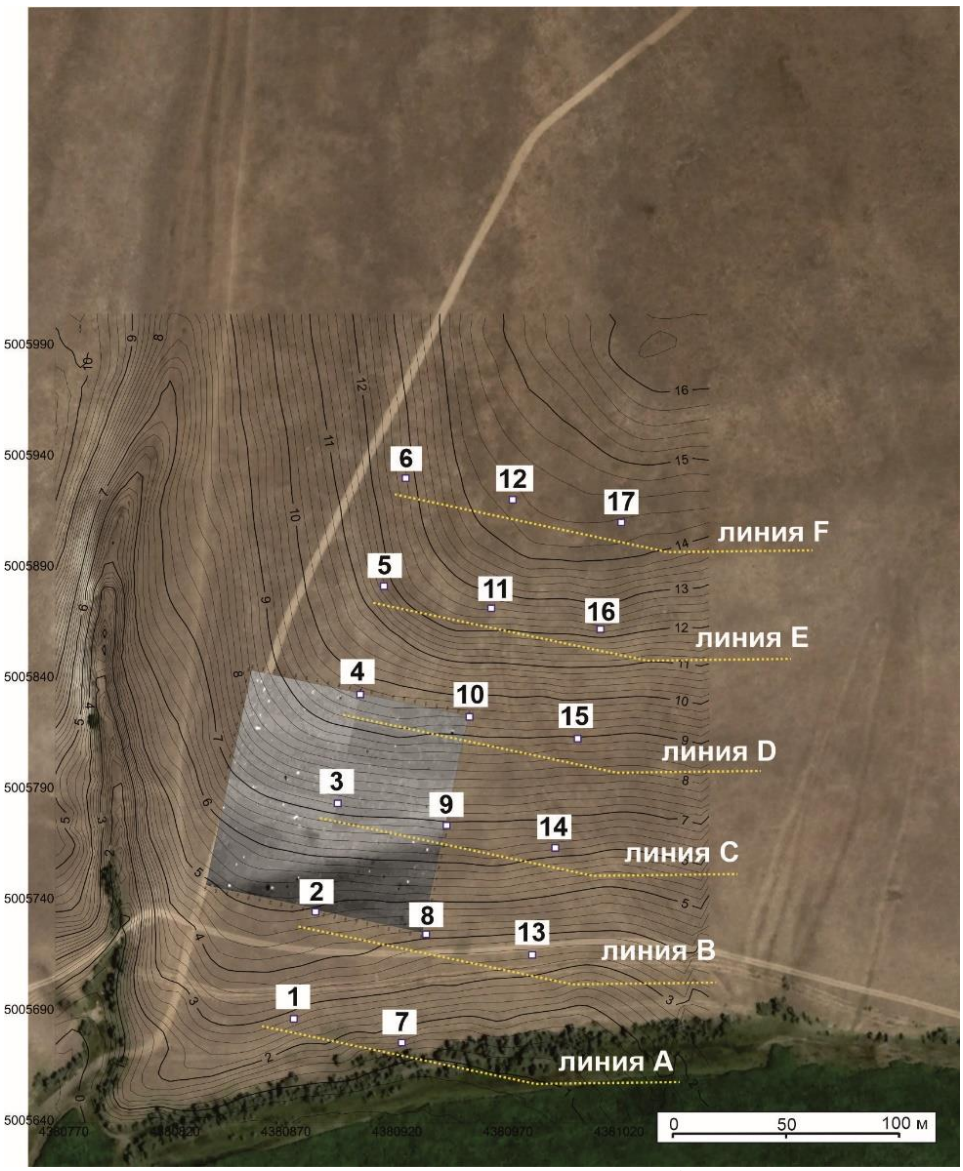


Рис. 3. **Расположение почвенных разрезов на фоновом участке и участок геомагнитной съемки**

Fig. 3. Location of soil sections in the background area and geomagnetic survey area

Почвы фонового участка

Для оценки трансформации почвенных свойств и выявления роли древней антропогенной деятельности в формировании современного почвенного покрова аналогичные работы были выполнены на участке с однотипными геоморфологическими и литологическими условиями в 2 км ниже по балке Тюмень (рис. 3). Для установления факта отсутствия на фоновом участке археологических памятников была выполнена магнитная съемка на площади 1 га. Съемка проводилась на участке склона, где, как правило, создавали поселения в эпоху бронзы. Результаты магнитной съемки не выявили наличие следов антропогенной деятельности на данном участке, что дает основание рассматривать его как фоновый. На склоне было заложено 17 почвенных разрезов, выполнено морфолого-генетическое описание почвенных профилей и отбор образцов на химические и микробиологические анализы.

Разрезы в нижней части склона на участке с уклоном менее 5° вскрыли профиль каштановых почв. В почвах на уровне линии А и В в профиле выделяются горизонты:

AJ – 0-25 см, палево-серый легкий суглинок комковато-зернистой структуры. Свежий, слабо уплотнен. С поверхности хорошо выраженная дернина.

BMK – 25-40 см, переходный по цвету от серо-палевого до желтовато-бурого легкий

суглинок призматической структуры. Влажноват, плотный. Нижняя граница ровная, переход ясный по появлению карбонатных новообразований.

BCA – 40-50(70) см более темный, серовато-бурый легкий-средний суглинок глыбистой структуры. Влажный, плотный. Карбонатные новообразования в виде обильного налета по трещинам и граням. Редкая аморфная белоглазка и стяжения. Нижняя граница ровная, переход ясный по появлению солевых аккумуляций.

Cs – с глубины 50-70 см залегает почвообразующая порода, палевый легкий суглинок глыбистой структуры. Зона аккумуляции легкорастворимых солей в виде мощного мучнистого налета и скоплений кристаллов

Выше по склону мощность почвенного профиля заметно снижается. Так, на линии D срединный горизонт выражен фрагментарно, скелетность около 10 %. Горизонт AJ мощностью до 25 см, легкий суглинок комковато-зернистой структуры, постепенно переходит в горизонт BMK – 25-50 см, переходный по цвету от серовато-бурого до желто-бурого, средний суглинок мелкопризматической структуры. Почвообразующая порода – элювий известняков, залегает с глубины 40-50 см.

Выше по склону на линиях E и F преимущественно развиты литоземы темногумусовые с мощностью горизонта AU не более 15-20 см. Местами встречаются бедленды, однако их площадь заметно меньше, чем в почвах в окрестностях поселения.

В целом почвенный покров фонового участка можно считать весьма типичным для региона.

Содержание фосфатов в почвах

Высокое содержание фосфатов в почве является общепризнанным интегративным показателем антропогенной деятельности [16]. В настоящее время этот показатель практически повсеместно используется в почвенно-археологических исследованиях. В нашем исследовании содержание фосфатов проводилось по методу Сандерса-Вильямса [17], позволяющему оценить не только его валовую величину, но и раздельно минеральные и органические формы. При раздельном определении содержания минеральной и органической форм фосфатов на первом этапе оценивается содержание минерального фосфора путем его экстракции из почвы 0,2 н раствором H_2SO_4 с последующим колориметрическим определением концентрации. Далее для оценки содержания органических фосфатов почву прокаливают в течение 3 часов при 525 °C. При этом происходит превращение фосфорорганических соединений в растворимые минеральные формы. По превышению значений содержания фосфатов после прокаливания определяют долю органического фосфора, перешедшего в вытяжку [18].

На территории поселения Тюмень-7 максимальные значение содержания фосфатов отмечено в почвах линии AB, где располагался загон для скота (рис. 4). Здесь содержание фосфатов превышало 4 мг/г почвы, в то время как средние значения в почвах ключевого участка составляли не более 1-1.2 мг/г.

В том случае, если археологический объект расположен на склоне, возможно смещение «фосфатного следа» вниз по склону вследствие плоскостного смыва и переотложения грунта. По всей видимости, именно такую природу имеет незначительно повышенный уровень содержания фосфатов в почвах линии A, которая располагалась ниже загона и ниже поселения в целом. Во всех разрезах на линии A было отмечено содержание фосфатов на уровне 1.5-2 мг/г, что несколько больше средних значений.

В культурном слое шурфа 2 содержание фосфатов было на уровне фоновых значений. Шурф-2 был приурочен к одной из хорошо выраженных на геомагнитной съемке положительных аномалий с отрицательным обрамлением – неглубокой полуземлянке с каменной облицовкой котлована, заполненной почвенным материалом со слабо выраженными следами антропогенного преобразования.

В фосфатном пуле абсолютно преобладают минеральные формы фосфатов. При этом в более глубоких слоях почвы загона для скота (120-160 см от уровня современной поверхности) содержание минеральных форм фосфатов было несколько меньше, чем в слое финала существования памятника (слой 60-90 см).

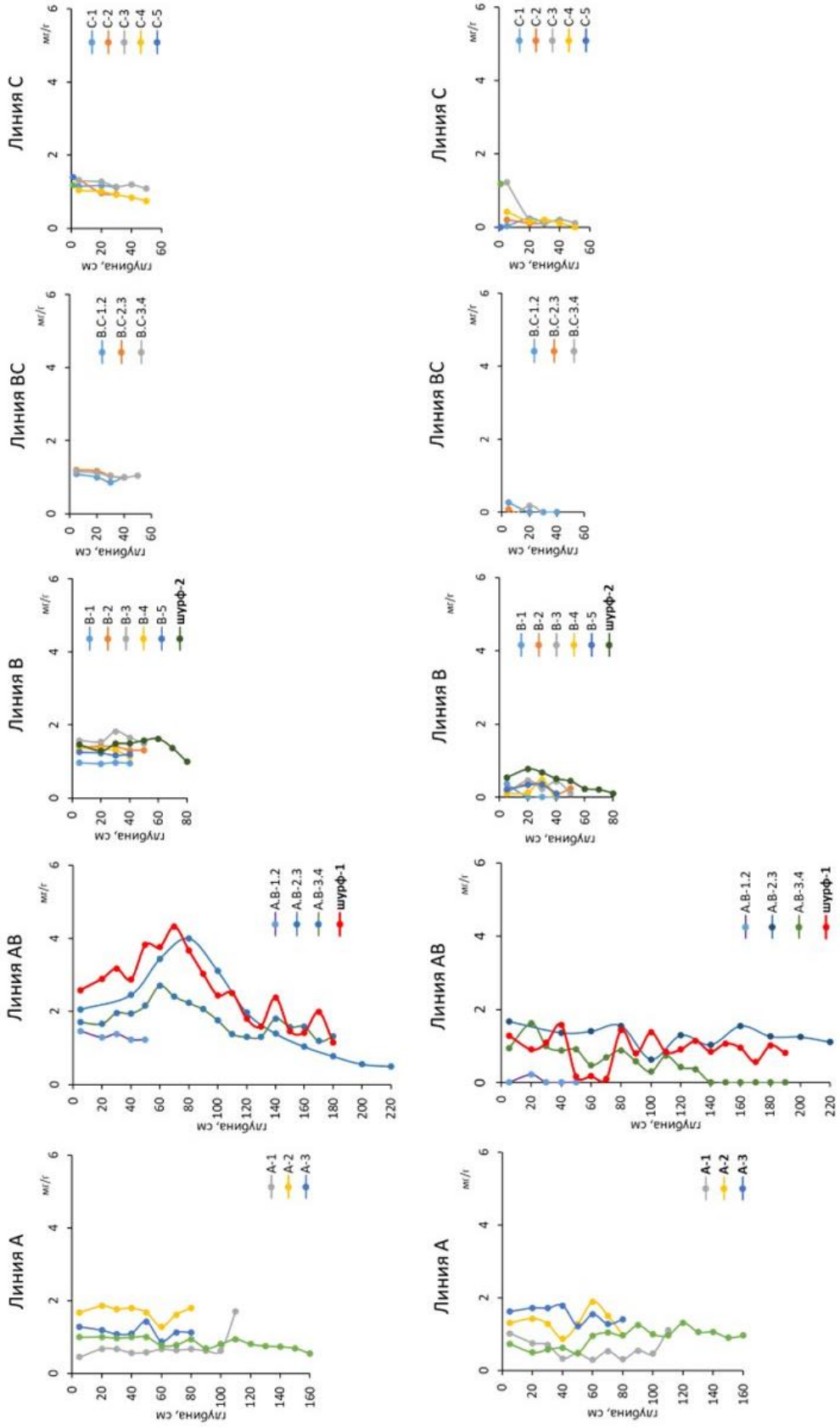


Рис. 4. **Содержание минеральных (А) и органических форм фосфатов (Б) в почвах на поселении Тюмень-7 и прилегающей потенциальной экономической зоне памятника**
Fig. 4. Content of mineral (A) and organic forms of phosphates (B) in soils in Tyumen-7 settlement and the adjacent potential economic zone of the monument

Что касается почв фонового участка, то здесь во всех разрезах содержание фосфатов было на уровне 1.0-1.2 мг/г. Эти данные косвенно подтверждают, что на данном участке не было селитебной антропогенной деятельности и территорию корректно рассматривать как фоновый участок для поселения Тюмень-7.

Гранулометрический состав

Весьма характерны профильные изменения гранулометрического состава почв склона, где расположено поселение. Так, культурный слой загона имеет легкосуглинистый гранулометрический состав (рис. 5 (А)), в то время как почвы на участке выше по склону в зоне расположения жилых построек тяжелосуглинистые. Преобладающей фракцией в составе почв культурного слоя загона является средний песок (рис. 5 (В)), содержание которого достигает 45 %, в то время как за пределами поселения этот показатель не превышает 20 %. Такая ситуация, предположительно, могла стать следствием интенсивных эрозионных процессов, в результате которых верхний слой почв с более легким гранулометрическим составом оказался смыт с верхних участков склона и переотложен в аккумулятивной области, где расположен загон для скота. Очевидно, эти процессы происходили в период функционирования загона, так как в поверхностном слое современных почв значения гранулометрического состава во всех случаях были довольно близки.

На масштабные эрозионно-аккумулятивные процессы указывает и общая тенденция изменения мощности почвенного профиля с глубиной. Так, в сходных геоморфологических позициях на участке с поселением и на фоновом участке без следов древней антропогенной деятельности мощность слоя мелкозема достоверно различалась. На территории, прилегающей к памятнику, в нижней части склона мощность почвенного профиля достигала 200 см (рис. 6). Почвы можно идентифицировать как стратоземы темногумусовые урбостратифицированные. Характерно, что во всем слое до глубины 180 см в значительных количествах встречается керамика эпохи бронзы, кости животных, угли.

На фоновом участке в этой же геоморфологической позиции были развиты каштановые почвы мощностью около 70-75 см.

Выше по склону и в том, и в другом случае мощность почвенного профиля резко снижется, но на территории поселения падение мощности менее заметно, по сравнению с фоновым участком. Можно предполагать, что здесь также имели место аккумулятивные процессы.

Наиболее заметно эрозионные процессы проявляются на склонах выше поселения, где на больших площадях почвенный покров выражен фрагментарно, и значительные площади занимают бедленды.

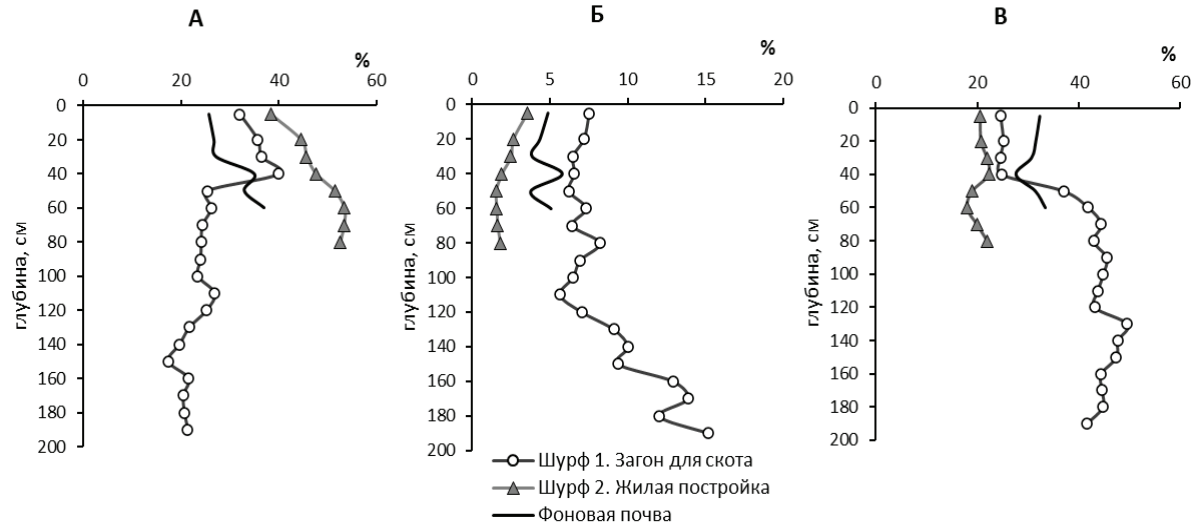


Рис. 5. **Профильные изменения содержания физической глины (А), крупного песка (Б) и среднего песка (В) в почвах поселения Тюмень-7**

Fig. 5. Profile changes in the content of physical clay (A), coarse sand (B) and medium sand (C) in the soils of Tyumen-7 settlement

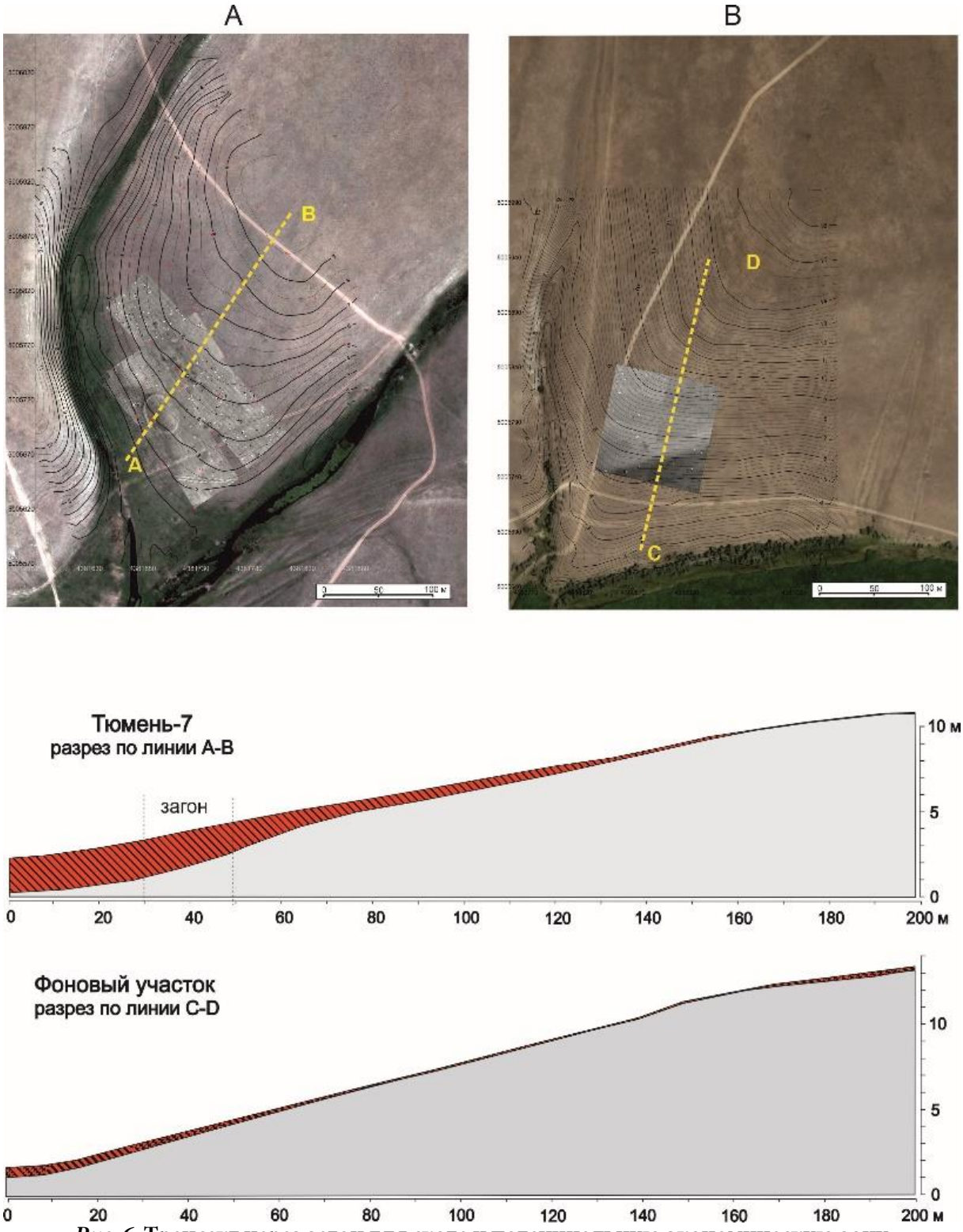


Рис. 6. **Трансект через загон для скота и потенциальную экономическую зону поселения Тюмень-7 (А), трансект фоновых почв (В), и мощности почвенного профиля на поселении и фоновом участке**

Fig. 6. Transect through the cattle pen and potential economic zone of Tyumen-7 settlement (A), transect of background soils (B), and the thickness of the soil profile in the settlement and background area

Заключение

Таким образом, антропогенная деятельность в древности стала причиной резкой интенсификации эрозионных склоновых процессов. Особенно активно эрозионно-аккумулятивные процессы развивались в окрестностях поселений. В результате стравливания растительного покрова и ежедневного скотопрогона, и выпаса на прилегающей к поселению части склона начался активный поверхностный сток, вследствие чего в нижней части склона сформировался мощный чехол делювиальных отложений. Присутствие археологического материала во всех слоях делювиального наноса позволяет довольно точно датировать данные процессы последними веками II тыс. до н. э. – первыми веками I тыс. до н. э.

На склонах выше поселения, которые в наибольшей степени были подвержены деструктивным процессам, связанными с выпасом скота, в этот период начались активные эрозионные процессы. Предположительно именно тогда были сформированы первые ареалы бедлендов, почвенно-растительный покров на которых так и не восстановился до настоящего времени. Таким образом есть основания говорить о том, что на склонах в 500-метровой зоне в окрестностях поселений эпохи поздней бронзы профиль почв утратил до 4 см мелкозема в результате антропогенно-инициированной дефляции и плоскостного смыва.

Список источников

1. Археология и естественные науки в изучении культурного слоя объектов археологического наследия: материалы междисциплинарной научной конференции / под ред. Д. С. Коробова, А. В. Борисова, С. Н. Удальцова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 220 с. EDN: YLXIJF

2. Бобровский М. В. Лесные почвы Европейской России: биотические и антропогенные факторы формирования. Москва: КМК, 2010. 392 с.

3. Валдайских В. В. Экологические особенности формирования почв на местах древних антропогенных нарушений:(на примере лесостепной зоны Западной Сибири): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2007. 24 с.

4. Гольева А. А. Микробиоморфные комплексы природных и антропогенных ландшафтов: генезис, география, информационная роль. М.: ЛКИ, 2008. 238 с.

5. Плеханова Л. Н. Антропогенная деградация почв речных террас Волго-Уральского региона в эпоху бронзы и ее влияние на современный почвенно-растительный покров // Аридные экосистемы. 2019. Т. 25. № 3(80). С. 53-59. EDN: EYIRIY

6. Плеханова Л. Н., Демкин В. А. Древние нарушения почвенного покрова речных долин степного Зауралья // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1102-1111. EDN: HSHPOD

7. Рябогина Н. Е., Якимов А. С. Палинологические и палеопочвенные исследования на археологических памятниках: анализ возможностей и методика работ // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2010. № 2(13). С. 186-200. EDN: NCMHDR

8. Шишлина Н. И., Борисов А. В., Клещенко А. А., Идрисов И. А., Чернышева Е. В., Ван Дер Плихт Й. Стоянка Большая Элиста1. Теория и

References

1. Korobov DS, Borisov AV, Udaltsov SN (eds.). Archaeology and natural sciences in the study of the cultural layer of archaeological heritage sites: proceedings of the interdisciplinary scientific conference. Moscow: KMK Scientific Publications Partnership, 2018:220. (In Russ). EDN: YLXIJF

2. Bobrovsky MV. Forest soils of European Russia: biotic and anthropogenic factors of formation. Moscow: KMK, 2010:392. (In Russ)

3. Valdayskikh VV. Ecological features of soil formation at the sites of ancient anthropogenic disturbances: (on the example of the forest-steppe zone in Western Siberia): Author's abstract of Ph.D. (Biology). Ekaterinburg, 2007:24. (In Russ)

4. Golyeva AA. Microbiomorphic complexes of natural and anthropogenic landscapes: genesis, geography, information role. Moscow: LKI, 2008:238. (In Russ)

5. Plekhanova LN. Anthropogenic degradation of soils on river terraces in the Volga–Ural Region in the Bronze Age and its effect on the modern soil-plant cover. *Arid Ecosystems.* 2019;25(3(80):53-59. (In Russ). EDN: EYIRIY

6. Plekhanova LN, Demkin VA. Ancient soil disturbances in river valleys within the steppe zone of the Southeastern Urals. *Pochvovedenie.* 2005(9):1102-1111. (In Russ). EDN: HSHPOD

7. Ryabogina NE, Yakimov AS. Palynological and paleosol studies at archaeological sites: analysis of possibilities and methodology of work. *Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii.* 2010(2(13):186-200. (In Russ). EDN: NCMHDR

8. Shishlina NI, Borisov AV, Kleshenko AA, Idrisov IA, et al. Bolshaya Elista 1 temporary camp. Theory and practice of studying of the settlements of ancient herders in the desert-steppe

практика поиска и изучения поселений древних скотоводов в пустынно-степной зоне // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 3. С. 252-269. EDN: TUXUVL

9. Тишков А. А. Биогеография антропоцена Северной Евразии // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2015. № 6. С. 7-23. DOI: 10.15356/0373-2444-2015-6-7-23. EDN: VDOPKL

10. Krutzer P, Stormer Ju. The human epoch. *Nature.* 2011;473:254. DOI: 10.1038/473254a

11. Crutzen PJ, Steffen W. How long have we been in the Anthropocene Era? *Climatic Change.* 2003;61(3):251-257. DOI: 10.1023/B:CLIM.0000004708.74871.62

12. Смекалова Т. Н., Фридрихсон С. К., Гаврилюк А. Н., Деваев А. С. Новые поселения позднего бронзового века в Кирлеутских балках на п-ве Тарханкут в Северо-западном Крыму. Междисциплинарное исследование // История и археология Крыма. 2023. № 19. С. 209-225. EDN: UEAYVS

13. Смекалова Т. Н., Кутайсов В. А. Археологический атлас Северо-Западного Крыма. Эпоха поздней бронзы. Ранний железный век. Античность. СПб.: Алетейя, 2017. 448 с. EDN: ZQYCYD

14. Лисецкий Ф. Н., Маринина О. А., Буряк Ж. А. Геоархеологические исследования исторических ландшафтов Крыма. Воронеж: ВГУ, 2017. 432 с. EDN: XONIXZ

15. Смекалова Т. Н., Борисов А. В., Деваев А. С., Савельев Д. О., Леонов Л. Л., Горошников А. А., Гаврилюк А. Н., Фридрихсон С. К. Трубникова Е. Д. Исследование потенциальных экономических зон поселений эпохи поздней бронзы Тюмень-3 и Тюмень-7 в Сакском районе Республики Крым // История и археология Крыма. 2023. № 18. С. 48-57. EDN: CHRZEI

16. Holliday VT, Gartner WG. Methods of soil P analysis in archeology. *Journal of Archaeological Science.* 2007;34(2):301-333. DOI: 10.1016/j.jas.2006.05.004

17. Saunders WMH, Williams EG. Observations on the determination of total organic phosphorus in soils. *European Journal of Soil Science.*2006;6(2):254-267. DOI: 10.1111/j.1365-2389.1955.tb00849.x

18. Потапова А. В., Пинской В. Н., Гак Е. И., Каширская Н. Н., Борисов А. В. Изменчивость свойств культурного слоя поселения эпохи бронзы Ксизово-1 в лесостепном Подонье // Российская Археология. 2020. № 1. С. 60-75. DOI: 10.31857/S086960630008254-8. EDN: GAJXGC

areas. *Izvestiya Samarskogo Nauchnogo Centra Rossijskoj Akademii Nauk.* 2015;17(3):252-269. (In Russ). EDN: TUXUVL

9. Tishkov AA. Biogeography of the anthropocene of Northern Eurasia. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya.* 2015(6):7-23. (In Russ). DOI: 10.15356/0373-2444-2015-6-7-23. EDN: VDOPKL

10. Krutzer P, Stormer Ju. The human epoch. *Nature.* 2011;473:254. DOI: 10.1038/473254a

11. Crutzen PJ, Steffen W. How long have we been in the Anthropocene Era? *Climatic Change.* 2003;61(3):251-257. DOI: 10.1023/B:CLIM.0000004708.74871.62

12. Smekalova TN, Fridrikhson SK, Gavrilyuk AN, Devaev AS. New settlements of the Late Bronze Age in the Kirleut ravines on the Tarkhankut Peninsula in North-Western Crimea. Interdisciplinary study. *Istoriya i Arheologiya Kryma.* 2023(19):209-225. (In Russ). EDN: UEAYVS

13. Smekalova TN, Kutaisov VA. Archaeological atlas of Northwestern Crimea Late Bronze Age. Early Iron Age. Ancient Greek Period. St. Petersburg: Aleteia, 2017:448. (In Russ). EDN: ZQYCYD

14. Lisetsky FN, Marinina OA, Buryak ZhA. Eoarchaeological researches of historical landscapes of Crimea. Voronezh: VSU, 2017:432. (In Russ). EDN: XONIXZ

15. Smekalova TN, Borisov AV, Devaev AS, Savelev DO, et al. Study of potential economic zones of settlements of the Late Bronze Age of Tyumyen-3 and Tyumyen-7 in the Saki Region of the Republic of Crimea. *Istoriya i Arheologiya Kryma.* 2023(18):48-57. (In Russ). EDN: CHRZEI

16. Holliday VT, Gartner WG. Methods of soil P analysis in archeology. *Journal of Archaeological Science.* 2007;34(2):301-333. DOI: 10.1016/j.jas.2006.05.004

17. Saunders WMH, Williams EG. Observations on the determination of total organic phosphorus in soils. *European Journal of Soil Science.*2006;6(2):254-267. DOI: 10.1111/j.1365-2389.1955.tb00849.x

18. Potapova AV, Pinskoy VN, Gak EI, Kashirskaya NN, et al. Variability of the cultural layer properties of the Bronze Age settlement Ksizovo-1 in the forest-steppe Don Region. *Russian Archaeology.* 2020(1):60-75. (In Russ). DOI: 10.31857/S086960630008254-8. EDN: GAJXGC

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
Принадлежность к организации

Борисов Александр Владимирович, кандидат биологических наук, заведующий отделом эволюции и экологии почв, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Россия, a.v.borisovv@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-5031-7477

Смекалова Татьяна Николаевна, доктор исторических наук, заведующий отделом естественно-научных методов в археологии Крыма, научно-исследовательский центр истории и археологии, Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь, Россия, tnsmek@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5378-5372

Пинской Виктор Николаевич, кандидат географических наук, научный сотрудник отдела эволюции и экологии почв, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Россия, pinskoy@inbox.ru, https://orcid.org/0000-0002-7463-5186

Потапова Анастасия Владимировна, младший научный сотрудник отдела эволюции и экологии почв, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Россия, astassiia4272@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7846-9103

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Affiliations

Alexander V. Borisov, Ph.D. (Biology), Head of the Department of Soil Evolution and Ecology, Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia, a.v.borisovv@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-5031-7477

Tatyana N. Smekalova, Doctor of Science (History), Head of the Department of Natural Science Methods in Archaeology of Crimea, Research Center for History and Archaeology, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia, tnsmek@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5378-5372

Viktor N. Pinskoy, Ph.D. (Geography), Researcher, Department of Soil Evolution and Ecology, Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia, pinskoy@inbox.ru, https://orcid.org/0000-0002-7463-5186

Anastasia V. Potapova, Junior Researcher, Department of Soil Evolution and Ecology, Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia, astassiia4272@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7846-9103

Критерии авторства

Борисов А. В. – постановка задачи, организация и руководство лабораторными работами, подготовка рукописи; Смекалова Т. Н. – организация полевых работ, интерпретация археологических данных, формулировка выводов: Пинской В. Н. – полевые работы, описание почв, отбор образцов, анализ литературы; Потапова А. В. – лабораторные работы, анализ содержания фосфатов, графические работы.

Contribution of the authors

Borisov A. V. – setting the problem, organizing and supervising laboratory work, preparing the manuscript; Smekalova T. N. – organization of field work, interpretation of archaeological data, formulation of conclusions: Pinskoy V. N. – field work, description of soils, sampling, literature analysis; Potapova A. V. – laboratory work, analysis of phosphate content, graphic work.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 23.08.2024
Одобрена после рецензирования 11.09.2024
Принята к публикации 13.09.2024

The article was submitted 23.08.2024
Approved after reviewing 11.09.2024
Accepted for publication 13.09.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 379.85
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-29-37
EDN: HMCSKO

Ресурсный каркас развития туризма в пределах Черноморского побережья Краснодарского края

© 2024 **Волкова Т. А.**[✉1], **Кучер М. О.**[2]
[1]Институт океанологии им. П. П. Ширшова Российской академии наук
Москва, Россия, mist-next4@inbox.ru[✉]
[2]Кубанский государственный университет
Краснодар, Россия, maxkucher93@gmail.com

РЕЗЮМЕ. Цель настоящего исследования заключается в разработке туристско-рекреационного каркаса Черноморского побережья Краснодарского края, который будет способствовать повышению доступности туризма и вовлеченности населения, а также стимулированию социально-экономического развития региона. **Методы.** В исследовании были выделены пять ключевых элементов туристского опорного каркаса: опорные точки, зоны пригородного отдыха, сеть туристских маршрутов, транзитные коридоры и перспективные территории. Для анализа был выбран Черноморский макрорегион Краснодарского края, известный своими природно-ресурсными и культурными особенностями. **Результаты.** В результате проведенного исследования была составлена схема ресурсного каркаса Черноморского побережья, которая включает три ареала: западный, центральный и восточный. Каждый ареал представлен опорными точками, такими как курорты Анапа, Новороссийск, Геленджик и Сочи, а также транспортными коридорами, связывающими различные регионы. Также было отмечено активное строительство туристско-рекреационных кластеров и организация крупных событий, что дополнительно стимулирует развитие туризма. **Выводы.** Ресурсный каркас демонстрирует, что приоритетное направление развития туризма сосредоточено в Анапско-Новороссийском ядре, тогда как Геленджикско-Туапсинское ядро имеет наименьшее количество устойчивых опорных точек. Ядро Большой Сочи выделяется как наиболее развитое с высоким уровнем инвестиций. Подход к анализу позволяет выявить сильные и слабые стороны в территориальной организации туризма на любом уровне и способствует разработке решений, направленных на улучшение состояния туристско-рекреационного комплекса территории.

Ключевые слова: туристско-рекреационный каркас, Черноморское побережье, социально-экономическое развитие, инфраструктура туризма, опорные точки.

Благодарность
Работа выполнена по теме госзадания FMWE-2024-0027 «Комплексные исследования морских природных систем Черного и Азовского морей».

Формат цитирования: Волкова Т. А., Кучер М. О. Ресурсный каркас развития туризма в пределах Черноморского побережья Краснодарского края // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 3. С. 29-37. 10.31161/1995-0675-2024-18-3-29-37. EDN: HMCSKO

Resource Framework for Tourism Development Within the Black Sea Coast of the Krasnodar Territory

© 2024 **Tatyana A. Volkova**[✉1], **Maxim O. Kucher**[2]
[1]Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences
Moscow, Russia, mist-next4@inbox.ru[✉]
[2]Kuban State University
Krasnodar, Russia, maxkucher93@gmail.com

ABSTRACT. The **aim** of this research is to develop a tourist and recreational framework for the Black Sea coast of the Krasnodar Territory, which will contribute to increasing the accessibility of tourism and public engagement, as well as stimulating the socio-economic development in the region. **Methods.** The research identified five key elements for the tourist support framework: reference points, suburban recreation areas, a network of tourist routes, transit corridors and promising territories. The Black Sea macroregion of the Krasnodar Territory, known for its natural resource and cultural features, was selected for the analysis. **Results.** As a result of the conducted research, a scheme for the resource framework of the Black Sea coast was drawn up, which includes three areas: Western, Central and Eastern. Each area is represented by reference points such as the resorts of Anapa, Novorossiysk, Gelendzhik and Sochi, as well as transport corridors connecting different regions. It was also noted the active construction of tourist and recreational clusters and the organization of major events, which further stimulates the development for tourism. **Conclusions.** The resource framework demonstrates that the priority direction of tourism development is concentrated in the Anapa-Novorossiysk core, whereas the Gelendzhik-Tuapse core has the fewest stable reference points. The core of Greater Sochi stands out as the most developed with a high level of investment. The analysis approach makes it possible to identify strengths and weaknesses in the development of tourism in the macroregion and develop plans for further improvement of tourist and recreational potential through investments.

Keywords: tourist and recreational framework, Black Sea coast, socio-economic development, tourism infrastructure, reference points.

Acknowledgments

The research was financially supported according the topic of the State Assignment FMWE-2024-0027 "Comprehensive research of marine natural systems of the Black and Azov Seas".

For citation: Volkova TA, Kucher MO. Resource Framework for Tourism Development Within the Black Sea Coast of the Krasnodar Territory. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2024;18(3):29-37. (In Russ). 29-37. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-29-37. EDN: HMCSKO

Введение

Туристско-рекреационный каркас обеспечивает доступность туризма и вовлеченность населения, повышая конкурентоспособность дестинации. Туристская деятельность оказывает значительное влияние на социально-экономическое развитие территории. В процессе развития интенсифицируется предпринимательская деятельность и создаются рабочие места. Все это способствует созданию условий для развития малого и среднего бизнеса, активизирует процесс диверсификации экономики и как следствие способствует повышению качества жизни местного населения. Туристская индустрия не только создает рабочие места непосредственно в сфере туризма, но и стимулирует развитие смежных отраслей, таких как транспорт, гостиничный бизнес, общественное питание и развлечения. Увеличение налоговых поступлений в бюджет за счет развития инфраструктуры и социальных программ создает условия для устойчивого развития, повышения уровня жизни населения и общего благополучия общества [1]. Это особенно важно для моногородов и сельских поселений, где туризм может стать основным источником занятости. В регионах с развитой инфраструктурой и ключевыми туристическими объектами федерального значения создаются наилучшие условия для приема туристов, что способствует социально-экономическому развитию региона [2]. Туризм привлекает инвестиции в регион, стимулируя развитие малого и среднего бизнеса, что способствует экономическому росту и предпринимательской активности. Это увеличивает доходы и повышает уровень жизни населения. Туристская деятельность приносит дополнительные доходы в бюджеты различных уровней, что позволяет улучшать социальную инфраструктуру, здравоохранение и образование. Развитие туризма способствует расширению межрегионального сотрудничества, включая обмен опытом, совместные проекты и программы, что укрепляет связи и способствует устойчивому развитию регионов. При этом следует понимать, что трафаретные подходы к развитию рекреационного комплекса часто оказываются малоэффективными [4].

Привлекательность определенного региона часто определяется потребительским спросом на туристско-рекреационные услуги, что наглядно отражается в направлении туристских потоков [5]. Туристская деятельность эффективно использует природные и культурные ресурсы региона, включая охрану и восстановление природных территорий, сохранение культурного

наследия и развитие экотуризма. Туристско-рекреационный каркас обеспечивает доступность туризма и способствует социально-экономическому развитию, создавая условия для устойчивого роста и повышения качества жизни.

Материалы и методы исследования

Туристский опорный каркас включает пять ключевых элементов [6].

Опорные точки. Ключевые туристические объекты и развитая инфраструктура формируют основу каркаса в местах с оптимальным сочетанием ресурсов и условий для туризма. Эти объекты включают уникальные природные заповедники, исторические памятники и современные развлекательные комплексы, что делает регионы привлекательными для туристов, способствуя их социально-экономическому развитию и улучшению качества жизни местного населения. В рамках исследования массив объектов этого класса, исходя из значимости, был разделен на опорные точки первого и второго уровней.

Зона пригородного отдыха ориентирована в первую очередь на удовлетворение рекреационных потребностей горожан, зачастую в выходные дни, и включает в себя парки, загородные отели и кемпинги.

Сеть туристских маршрутов отражает степень вовлеченности территории в процесс рекреационного обслуживания, отражает доступность для посещения и насыщенность территории объектами туристского интереса.

Транзитные коридоры связывают населенные пункты и регионы, выполняют транспортную функцию, играют ключевую роль в развитии межрегионального и международного туризма, обеспечивают в том числе удобный доступ к туристическим объектам.

Перспективные территории – новые точки роста, выделяются благодаря выгодному сочетанию ресурсов и транспортной доступности, что способствует их развитию и привлечению инвестиций.

Туристский опорный каркас включает элементы, обеспечивающие комплексное развитие Туристской инфраструктуры и повышение доступности и привлекательности региона.

Для исследования был выбран Черноморский макрорегион Краснодарского края, который выделяется своим внушительным природно-ресурсным и историко-культурным рекреационным потенциалом. Этот регион привлекает внимание благодаря своим богатым природным ресурсам, уникальным историческим и культурным достопримечательностям, а также возможностям для разнообразного отдыха и туризма. Основными критериями выбора стали высокая посещаемость Черноморского побережья, наличие известных достопримечательностей, стабильные туристские потоки и развитая логистика.

Результаты и их обсуждение

В результате исследования была составлена схема ресурсного каркаса Черноморского побережья.

Западный ареал ресурсного каркаса Черноморского побережья включает такие элементы, как (рис. 1):

– Анапско-Новороссийское ядро. Анапа – курорт федерального значения с лечебными пляжами протяженностью 42 км. В этом ядре находятся:

1) Опорная точка 1 уровня – Новороссийск, город-герой, известный культурно-познавательным и экскурсионным туризмом.

2) Опорная точка 1 уровня – Государственный природный заповедник «Утриш». Режим охраны этой территории позволяет реализовывать проекты по созданию экскурсионных маршрутов и развитию экологического туризма.

3) Опорная точка 1 уровня – с. Абрау-Дюрсо. На территории населенного пункта располагается завод «Абрау-Дюрсо», одно из старейших российских предприятий, производящих игристые вина. Именно завод игристых вин стал основным ресурсом развития на этой территории энотуризма. При этом территория богата природными ресурсами, способствующими развитию туристско-рекреационной деятельности в целом.

– Витязево – опорная точка 1 уровня, курорт, обладающий целебными сероводородными грязями и вулканами, применяемых для лечения различных заболеваний.

– Туристско-рекреационный кластер «Абрау-Утриш» представляет собой перспективную территорию второго уровня (опорная точка 2 уровня), в рамках развития которой планируется строительство более 80 современных объектов размещения, предприятий общественного питания, торговли и развлечений, а также спортивно-оздоровительных комплексов. Кроме того, планируется значительное улучшение ряда пляжей на Черноморском побережье [7]. Территория локализации кластера – муниципальные образования г. Новороссийск и город-курорт Анапа.

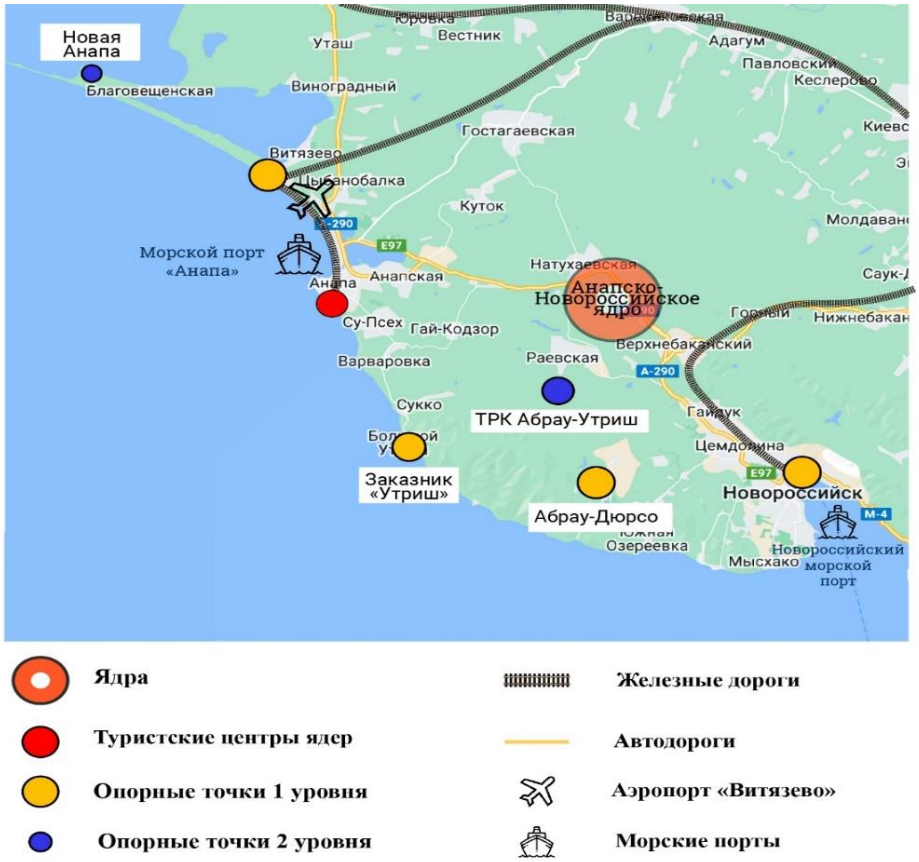


Рис. 1. **Западный ареал ресурсного каркаса Черноморского побережья**
Fig. 1. Western area of the resource framework of the Black Sea coast

– Ст. Благовещенская – опорная точка 2 уровня. Именно здесь планируется реализация мегапроекта в сфере туризма – создание всесезонного пляжного курорта «Новая Анапа». Уже подписано соглашение о сотрудничестве между Администрацией региона и корпорацией «Туризм.РФ» (февраль 2022 г.) [8; 9]. Планируется, что реализация мегапроекта будет способствовать привлечению дополнительного туристского потока и значительно повысит инвестиционную привлекательность территории.

В Центральном ареале находится (рис. 2):

– Геленджикско-Туапсинское ядро, туристскими центрами которого являются: муниципальное образование город-курорт Геленджик – климатический курорт федерального значения. Основной специализацией территории является оздоровительный, деловой и событийный туризм. Территория муниципального образования, по сути, представляет собой курортную агломерацию, базовым объектом которой является сам г. Геленджик и соединившиеся с ним менее крупные населенные пункты: села Кабардинка, Дивноморское, Архипо-Осиповка, Прасковеевка, Криница, а также хутора Бетта и Джанхот [10].

– Туапсе – опорная точка первого уровня, один из ключевых транспортных узлов Черноморского побережья России. Расположение города делает его критически важным для наземной связи с Сочи, а также для экспорта сырьевой продукции страны за рубеж. Власти региона планируют уделить внимание развитию детского и событийного туризма и, в частности, дальнейшему развитию знаменитого лагеря «Орленок» [11];

– Архипо-Осиповка – крупнейший посёлок в составе Большого Геленджика. Его выгодное расположение вблизи федеральной трассы М-4 «Дон» привлекает множество туристов, предпочитающих останавливаться здесь. Климат в этом регионе благоприятен для развития лечебно-оздоровительного туризма;

– с. Кабардинка, лечебный лес «Можжевеловая роща» – опорная точка 2 уровня. Можжевеловая роща – государственный природный памятник местного значения, перспективная точка развития экологического и лечебно-оздоровительного туризма.



Рис. 3. **Восточный ареал ресурсного каркаса Черноморского побережья**
Fig. 3. Eastern area of the resource framework of the Black Sea coast

В Восточный ареал каркаса Черноморского побережья входят (рис. 3):

– Ядро Большой Сочи, центром которого является город-курорт Сочи. В этом курорте федерального значения развиты такие виды туризма, как: оздоровительный, пляжный, культурно-познавательный, событийный, спортивный, гастрономический, деловой, круизный, агротуризм [7];

– Сочинский общереспубликанский государственный природный заказник – опорная точка 1 уровня, включающая части Лазаревского и Хостинского районов;

– Лазаревский район – опорная точка 2 уровня, – район, значительную часть которого занимает Сочинский национальный парк, является центром активного туризма: по его территории проходят свыше двадцати туристских и экскурсионных маршрутов;

– Хостинский район – опорная точка 2 уровня. Район входит в территорию Сочинского национального парка, богатого природными достопримечательностями, специализируется на развитии лечебно-оздоровительного и экологического туризма;

– Адлерский район – опорная точка 1 уровня, самый популярный район Большого Сочи, в котором находится вся туристская инфраструктура и достопримечательности олимпийского наследия;

– Красная Поляна – опорная точка 1 уровня, центр горнолыжного туризма на Черноморском побережье.

В Восточном ареале, помимо аэропорта Сочи, находятся автомобильный и железнодорожный пропускные пункты, соединяющие Черноморский макрорегион и Абхазию.

Транспортные коридоры, формирующиеся между второстепенными опорными точками, положительно влияет в первую очередь на степень доступности целевых объектов туристского интереса, а во вторую – улучшает существующую логистику в целом. При этом активизируется процесс генезиса туристских маршрутов. В качестве транзитных коридоров на Черноморском побережье Краснодарского края рассматриваются:

1. Связь г. Новороссийска и западной зоны Черноморского побережья с круп-

нейшим городом страны – Москвой, осуществляемая посредством автодорог федерального значения М-4 «Дон» Москва – Воронеж – Ростов-на-Дону – Краснодар – Новороссийск.

2. Региональные автодороги: М-27 Джубга – Сочи – граница с Республикой Абхазия, М-25 Новороссийск – Керчь.

3. Железнодорожные связи: Анапа – Москва, Адлер – Москва, Новороссийск – Москва. Железнодорожный пропускной пункт Адлер – Сухум.

4. Город Сочи связан авиалиниями с такими городами, как: Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Самара, Бишкек, Надым, Салехард, Новый Уренгой.

5. Европейский маршрут Е97. Е97 – европейский автомобильный маршрут категории А, проходящий через Черноморский макрорегион Краснодарского края и соединяющий Херсон (Республика Крым) и Ашкале (Турция) Длина маршрута – 1 360 км.

Изучив региональную специфику макрорегиона, опираясь на раннее описанную теорию о каркасном методе территориальной организации туризма, нами был составлен туристско-рекреационный опорный каркас Черноморского побережья Краснодарского края (рис. 4).

Так, западный, центральный и восточный ареалы соединяются и образуют линейный (ленточный) тип каркаса с опорными точками вдоль побережья (рис. 5). Все транспортные коридоры (авто- и железные дороги) также тяготеют к прибрежной зоне, кроме центрального ареала, где отсутствуют железные пути.



Рис. 4. **Ресурсный каркас развития туризма Черноморского побережья Краснодарского края**

Fig. 4. Resource framework for the development of tourism on the Black Sea coast of Krasnodar Territory



Рис. 5. **Каркас развития туризма Черноморского побережья Краснодарского края**
Fig. 5. Framework for the development of tourism on the Black Sea coast of Krasnodar Territory

Линейные элементы, такие как пойменно-речные долины и экотропы, связывают ядра в единую сеть, обеспечивая перемещение туристов. Инфраструктурные объекты, включая турбазы, дома отдыха, санатории и пансионаты, играют важную роль в функционировании каркаса. Эти объекты играют ключевую роль в предоставлении качественных услуг для туристов. Кроме того, важную роль играют объекты питания, которые обеспечивают комфортное пребывание гостей, и транспортная инфраструктура, обеспечивающая доступ и перемещение между различными точками каркаса.

В последнее время на Черноморском побережье Краснодарского края наблюдается появление новых точек роста, что обусловлено действием ряда дополнительных факторов. Одним из ключевых факторов является активное строительство туристско-рекреационных кластеров, которые включают в себя современные турбазы, дома отдыха, санатории и пансионаты. Эти объекты не только способствуют развитию инфраструктуры, но и предоставляют качественные услуги для туристов, что делает отдых на побережье более комфортным и привлекательным.

Кроме того, проведение крупных событийных мероприятий также играет важную роль в развитии региона. Организация фестивалей, спортивных соревнований и культурных событий привлекает большое количество туристов, способствуя экономическому росту и популяризации Черноморского побережья.

Заключение

Ресурсный каркас Черноморского побережья наглядно показывает, что на данный момент приоритетным направлением развития туризма является Анапско-Новороссийское ядро. Напротив, в Геленджикско-Туапсинском ядре меньше всего как устойчивых опорных точек, так и перспективных точек роста туризма. Ядро Большой Сочи является самым крупным и развитым, так как именно эта территория получает большее количество инвестиций в развитие туристской инфраструктуры.

Черноморское побережье Краснодарского края во многом в силу природно-географических условий и исторических особенностей развития характеризуется фор-

мированием элементов линейного опорного каркаса развития туризма. Для территории характерно наличие ярко выраженных туристских центров в сочетании с рядом опорных точек. Понимание и учет особенностей ресурсного каркаса территории в процессе управления позволяет выявить сильные и слабые стороны в территориальной организации туризма на любом уровне и способствует разработке решений, направленных на улучшение состояния туристско-рекреационного комплекса территории.

Список источников

1. Чибилева В. П. Туристско-рекреационный опорный каркас Оренбургской области как базовый элемент устойчивого развития территории // Высшая школа: научные исследования: материалы межвузовского Международного конгресса (Москва, 09 декабря 2021 г.). М.: Инфинити, 2021. С. 171-176. EDN: EOGMTR

2. Сухов Р. И. Дифференциация подходов к кластерному развитию туризма в Российской Федерации // Фундаментальные исследования. 2020. № 11. С. 179-184. DOI 10.17513/fr.42895. EDN: KRFACK

3. Кривуля М. А. Механизм стимулирования инвестиционной деятельности в сфере туризма // Вестник Северо-Восточного государственного университета. 2011. № 15. С. 135-139. EDN: OKBVXF

4. Грудинин Д. А., Чибилев А. А. Объекты природного наследия Оренбургско-Казахстанского пограничья и проблемы их освоения для целей рекреации и туризма // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2012. № 4. С. 4. EDN: REYPKT

5. Дирин Д. А., Синицына Е. Г., Кусков А. С. Кластерный подход к территориальной организации туризма // Известия Алтайского государственного университета. 2012. № 3-1(75). С. 109-113. EDN: NOCMFL

6. Александрова А. Ю., Сорокин Д. П. Зарождение и развитие туристского опорного каркаса Рязанской области // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2019. № 2. С. 115-131. DOI 10.18384/2310-7189-2019-2-115-131. EDN: MUPHHA

7. Особенности развития городов Краснодарского края. Научно-исследовательский институт перспективного градостроительства. URL: https://arhikub.krasnodar.ru/upload/iblock/9cf/r2co5i7n55ombd20b1xmkbydb05lea9g/Irina-Grishechkina_Razvitie-gorodov-KK.pdf (дата обращения: 10.08.2024)

8. Карпунина П. В. Влияние ведения специальной военной операции на состояние гостиничной индустрии в России на примере отелей Краснодарского края // Молодежь – науке. Актуальные проблемы туризма, гостеприимства и предпринимательства: материалы XV Всероссийской

References

1. Chibileva VP. Tourism and recreational support framework of the Orenburg Region as a basic element of territory sustainable development. *Higher School: Scientific Research: Proceedings of the Interuniversity International Congress (Moscow, December 09, 2021).* Moscow: Infinity, 2021:171-176. (In Russ). EDN: EOGMTR

2. Sukhov RI. Differentiation of approaches to the cluster development of tourism in the russian federation. *Fundamental'nye issledovaniya.* 2020(11):179-184. (In Russ). DOI 10.17513/fr.42895. EDN: KRFACK

3. Krivulya MA. Mechanism for stimulating investment activity in the field of tourism. *Vestnik Severo-Vostochnogo Gosudarstvennogo Universiteta.* 2011(15):135-139. (In Russ). EDN: OKBVXF

4. Grudinin DA, Chibilyov AA objects of natural heritage in Orenburg-Kazakhstan Frontier Region and problems of their recreational and tourist development. *Byulleten' Orenburgskogo Nauchnogo Centra UrO RAN.* 2012(4):4. (In Russ). EDN: REYPKT

5. Dirin DA, Sinitsyna EG, Kuskov AS. The cluster approach to the territorial organization of tourism. *Izvestiya Altajskogo Gosudarstvennogo Universiteta.* 2012(3-1(75):109-113. (In Russ). EDN: NOCMFL

6. Aleksandrova AYu, Sorokin DP. Emergence and development of tourism support framework in Ryazan Region. *Bulletin of the MSRU. Series: Natural Sciences.* 2019(2):115-131. (In Russ). DOI 10.18384/2310-7189-2019-2-115-131. EDN: MUPHHA

7. Features of the development of the Krasnodar Territory cities. Research Institute of Advanced Urban Development. URL: https://arhikub.krasnodar.ru/upload/iblock/9cf/r2co5i7n55ombd20b1xmkbydb05lea9g/Irina-Grishechkina_Razvitie-gorodov-KK.pdf (accessed 10.08.2024). (In Russ)

8. Karpunina PV. The impact of a special military operation on the state of the hotel industry in Russia on the example of hotels in the Krasnodar Territory. *Youth – to Science. Current Issues of Tourism, Hospitality and Entrepreneurship: Proceedings of the 15th All-Russian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates*

научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (Сочи, 24 апреля 2024 г.). Сочи: Сочинский государственный университет, 2024. С. 49-53. EDN KYRZAK,

9. У «Новой Анапы» не появится своей мэрии // «Коммерсантъ». URL: https://www.kommersant.ru/doc/5984865 (дата обращения: 10.08.2024).

10. Теряев В. Ю. Тенденции развития санаторно-курортного комплекса города-курорта Геленджик // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. № 5-3(87). С. 112-115. DOI 10.24412/2411-0450-2022-5-3-112-115. EDN: ESINBE

11. Захарова И. Ю., Лазовская С. В. Тенденции экономического развития города Туапсе Краснодарского края // Экономика и предпринимательство. 2015. № 10-1(63). С. 460-464. EDN: UNYFCZ

and Young Scientists (Sochi, April 24, 2024). Sochi: Sochi State University, 2024:49-53. (In Russ). EDN KYRZAK,

9. Novaya Anapa will not have its own mayor's office. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5984865 (accessed 10.08.2024). (In Russ)

10. Teryaev VYU. Trends in the development of the sanatorium-resort complex of Gelendzhik resort city. *Economy and Business: Theory and Practice.* 2022(5-3(87):112-115. (In Russ). DOI 10.24412/2411-0450-2022-5-3-112-115. EDN: ESINBE

11. Zakharova IYu, Lazovskaya SV. Tendencies of an economic development of Tuapse city of Krasnodar Krai. *Ekonomika i Predprinimatelstvo.* 2015(10-1(63):460-464. (In Russ). EDN: UNYFCZ

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Волкова Татьяна Александровна, кандидат географических наук, доцент, младший научный сотрудник, Южное отделение Института океанологии им. П. П. Ширшова Российской академии наук, Москва, Россия, mist-next4@inbox.ru, https://orcid.org/0000-0002-2054-0683

Кучер Максим Олегович, кандидат географических наук, доцент кафедры экономической, социальной и политической географии, Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия, vr@maxkucher.ru, https://orcid.org/0000-0003-2464-8066

Критерии авторства

Волкова Т. А. – идея, обработка материала, анализ данных, написание статьи; Кучер М. О. – идея, сбор материала, написание статьи, научное редактирование текста.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 13.08.2024
Одобрена после рецензирования 11.09.2024
Принята к публикации 13.09.2024

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Tatyana A. Volkova, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Junior Researcher, Southern Branch, Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, mist-next4@inbox.ru, https://orcid.org/0000-0002-2054-0683

Maxim O. Kucher, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Economic, Social and Political Geography, Kuban State University, Krasnodar, Russia, vr@maxkucher.ru, https://orcid.org/0000-0003-2464-8066

Contribution of the authors

Volkova T. A. – idea, material processing, data analysis, writing the article; Kucher M. O. – idea, material collection, writing the article, scientific editing of the text.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 13.08.2024
Approved after reviewing 11.09.2024
Accepted for publication 13.09.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 504.05:581.5
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-38-51
EDN: HQLUYZ

Экологическая оценка техногенного загрязнения г. Старый Оскол по реакциям березы повислой (*Betula pendula* Roth.)

© 2024 Клевцова М. А.✉, Михеев А. А.
Воронежский государственный университет
Воронеж, Россия, klevtsova@geogr.vsu.ru✉; alexey.mikheev.88@gmail.com

РЕЗЮМЕ. Целью данного исследования является экологическая оценка техногенного загрязнения на рассматриваемой территории г. Старый Оскол на основе анализа некоторых биоиндикационных параметров листовых пластинок березы повислой (*Betula pendula* Roth.). **Методы.** Были проведены полевые исследования для отбора растительного материала с последующим лабораторным анализом. Для достижения поставленной цели использованы методы биоиндикации, а также методы статистической обработки данных и математического анализа. **Результаты.** Выявлено превышение биоиндикационных параметров у древесных растений, произрастающих в условиях урбанизированной среды по сравнению с фоновыми значениями. Установлена зависимость между отдельными морфометрическими параметрами. Выявлено уменьшение площади листовых пластинок и удельной листовой поверхности, а также увеличение показателя флуктуирующей асимметрии в зоне влияния промышленных предприятий. **Выводы.** В результате определения биоиндикационных показателей установлены зоны с экстремальными условиями для произрастания древесных растений, обусловленные влиянием производственной деятельности предприятий железорудной и металлургической промышленности. Наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности растительных организмов выявлены в жилой и рекреационной зонах.

Ключевые слова: экологическая оценка, техногенное загрязнение, урбанизированная среда, флуктуирующая асимметрия, площадь листьев.

Благодарность

Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 20-17-00172 «Урбоэкодиагностика состояния воздушной среды крупных промышленных городов Центрального Черноземья: воздействие шумового фактора, канцерогенные риски и обеспечение экологической безопасности».

Формат цитирования: Клевцова М. А., Михеев А. А. Экологическая оценка техногенного загрязнения г. Старый Оскол по реакциям березы повислой (*Betula pendula* Roth.) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 3. С. 38-51. 10.31161/1995-0675-2024-18-3-38-51. EDN: HQLUYZ

Ecological Assessment of Technogenic Pollution in Stary Oskol Town Based on the Reactions of *Betula pendula* Roth.

© 2024 Marina A. Klevtsova✉, Alexey A. Mikheev
Voronezh State University
Voronezh, Russia, klevtsova@geogr.vsu.ru✉; alexey.mikheev.88@gmail.com

ABSTRACT. The **aim** of the paper is an ecological assessment of technogenic pollution in the considered territory of Stary Oskol town based on the analysis of some bioindication parameters of *Betula pendula* Roth. leaf blades. **Methods.** Field studies were conducted to select plant material followed by laboratory analysis. To achieve the aim, bioindication methods, methods of statistical data processing and mathematical analysis were used. **Results.** It was revealed the excess of bioindication parameters in woody plants growing in an urbanized environment compared with background values. The dependence between the individual morphometric parameters was established. A decrease in the area of leaf blades and the specific leaf surface was revealed, and an increase in the indicator of fluctuating asymmetry in the zone of industrial enterprises influence. **Conclusions.** As a result of determining bioindication indicators, zones with extreme conditions for the growth of woody plants were established, caused by the influence of industrial activities of iron ore and metallurgical industries. The most favorable conditions for the life of plant organisms were identified in residential and recreational areas.

Keywords: ecological assessment, technogenic pollution, urbanized environment, fluctuating asymmetry, leaf area.

Acknowledgment

The research was financially supported by the grant of the Russian Science Foundation No. 20-17-00172 “Urboecodiagnostics of the air environment in large industrial cities of the Central Black Earth Region: the impact of the noise factor, carcinogenic risks and ensuring environmental safety”.

For citation: Klevtsova MA, Mikheev AA. Ecological Assessment of Technogenic Pollution in Stary Oskol Town Based on the Reactions of *Betula pendula* Roth. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(3):38-51. (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-38-51. EDN: HQLUYZ

Введение

В настоящее время г. Старый Оскол является одним из крупнейших промышленных центров Центральной России и вторым по численности населения городом Белгородской области. Строительство горно-обогатительного комбината для разработки месторождений железной руды в 60-е гг. XX в. ознаменовало начало бурного развития города. За 50 лет с 1960 по 2020 г. численность населения выросла в 8 раз и по состоянию на 01.01.2024 составила 217 107 чел. Для сравнения за аналогичный период численность г. Губкина (входит в Старооскольско-Губкинскую агломерацию) выросла только в 4 раза (84 357 чел.). Крупными источниками загрязнения окружающей среды в Старом Осколе являются предприятия железорудной и металлургической промышленности, а также предприятия строительной отрасли. В частности, на АО «Стойленский горно-обогатительный комбинат» (далее – Стойленский ГОК) приходится 13-14 тыс. т/год загрязняющих веществ, на АО «Оскольский электрометаллургический комбинат имени Алексея Алексеевича Угарова» (ОЭМК) – 24-26 тыс. т/год [1]. При этом по мере удаления от стационарных источников существенно возрастает роль выбросов автотранспорта. Данную ситуацию зафиксировала группа ученых [2]: происходит рост концентрации основных поллютантов при движении в центральную часть города. Исключение составляют соединения свинца и формальдегид, по которым наблюдается уменьшение содержания в воздухе по мере удаления от промышленных зон. Следовательно, в Старом Осколе имеются территории с повышенным уровнем техногенного загрязнения, причем различного по происхождению характера, как промышленного, так и транспортного. При этом количество стационарных постов наблюдения официальных служб Росгидромета недостаточно для получения объективной информации об экологической ситуации в разных районах населенного пункта. Пункт наблюдения за загрязнением (ПНЗ) № 1 (микрорайон Лебединец, д. 11), ПНЗ № 2 (ул. Октябрьская, д. 5), ПНЗ № 13 (микрорайон Жукова, д. 29а) расположены на расстоянии примерно 3,5 км друг от друга при движении с запада на северо-восток города и не охватывают всю южную часть, в частности промышленные базы Котельского и Южного районов. В связи с этим проведение исследований по изучению загрязнения окружающей среды на территории г. Старый Оскол актуально.

Следует отметить, что использование ответной реакции живых организмов в качестве маркера состояния окружающей среды позволяет получить более достоверную информацию об экологической ситуации и охватить разные участки по уровню антропогенного прессинга, провести сравнительную оценку условий произрастания растений. Растительные организмы – это индикаторы прежде всего состояния атмосферного воздуха и почвенного покрова. Причем древесные растения испытывают воздействие экологических факторов в течение всей своей жизнедеятельности, а, следовательно, могут указывать как на кратковременное, так и на долговременное влияние неблагоприятных факторов среды обитания. Подобного рода исследования проведены нами для Воронежа, Липецка, Белгорода [3; 4]. Данная проблематика рассмотрена и для других регионов, так, ряд закономерностей о влиянии среды обитания на состояние древесных растений установлены Е. А. Ерофеевой и Б. Н. Якимовым для г. Нижний Новгород [5]; Е. Г. Шадриной с группой ученых [6] изучены биоиндикационные параметры березы повислой для следующих городов: Наро-Фоминск, Якутск, Ачинск, Назарово, Йошкар-Ола, Красноярск, Мирный. Е. А. Минакова с коллегами [7] выявила на территории г. Казани участки с высоким уровнем влияния загрязнения от автотранспорта по показателю флуктуирующей асимметрии листовых пластинок березы повислой. И. С. Коротченко и Г. Г. Первышина [8] оценивали влияние предприятий топливно-энергетического комплекса Назаровского района Красноярского края на отклонения в развитии листовых пластинок древесных растений.

Зарубежные ученые также используют для оценки состояния урбанизированной среды те или иные параметры видов-индикаторов. Так, I. Franiel [9] изучала изменение биометрических характеристик листьев березы повислой в Верхней Силезии в Польше под влиянием антропогенных стрессоров; Б. Е. Губашева с коллегами [10] оценивали состояние г. Уральска Республики Казахстан по ответной реакции березы повислой, тополя черного (Populus nigra L.), ясеня обыкновенного (Fraxinus excelsior L.), клена остролистного (Acer platanoides L.), сирени обыкновенной (Syrnnga vulgбris L.); Е. Г. Тюлькова и Л. П. Авдашкова [11] установили на территории г. Гомеля Республики Беларусь участки с высоким уровнем антропогенного воздействия на основе интегрального коэффициента флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой.

Таким образом, данное направление затрагивается в трудах как отечественных, так и зарубежных ученых. Биоиндикационные исследования актуальны в разных по природно-климатическим условиям регионах и с многообразными источниками техногенного воздействия на окружающую среду. В связи с отсутствием подобного рода проектов для территории г. Старый Оскол целью данной работы являлась экологическая оценка техногенного загрязнения на рассматриваемой территории города на основе анализа некоторых биоиндикационных параметров листовых пластинок березы повислой (*Betula pendula* Roth.).

Материалы и методы исследования

Предварительно нами было проведено обследование зеленых насаждений территории г. Старый Оскол и выявлены наиболее распространенные виды древесных растений. К ним относится береза повислая, тополь итальянский (*Populus italica* (Du Roi) Moench), липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.). В качестве вида-индикатора выбрана береза повислая, произрастающая в разных экологических условиях. В августе 2024 г. были отобраны образцы листовых пластинок в 28 точках (пунктах), представленных в таблице 1 и на рисунке 1. При отборе растительного материала учитывали возраст деревьев – в выборку включали только экземпляры среднего возраста. Листовые пластинки визуально должны быть без явных видимых повреждений насекомыми-вредителями. Все точки условно разделены на четыре функциональные зоны в зависимости от приоритетного вида использования: промышленная, транспортная, жилая, рекреационная. Фоновая точка находилась на территории ООПТ регионального значения – урочища «Горняшка», расположенного на северо-западе города на значительном удалении от основных источников техногенного воздействия.

Листовые пластинки транспортировались в эколого-аналитическую лаборато-

рию Воронежского государственного университета для последующего анализа. Определялись следующие биоиндикационные показатели: длина, ширина, площадь листьев, флуктуирующая асимметрия, удельная листовая поверхность. Для определения площади образцы сканировали с помощью программы APFill Ink&Toner Coverage Meter, а замет рассчитывали показатель по разработанной нами формуле [12]. Флуктуирующую асимметрию листовых пластинок определяли по методике, предложенной профессором В. М. Захаровым с коллегами в 2003 г. [13]. Удельную листовую поверхность рассчитывали как отношение площади листа к его массе. Более подробно методики изложены в нашей работе [12].

В каждом пункте отбора проводили замеры запыленности воздуха с помощью анализатора пыли «Атмас», который позволяет определить массовую концентрацию пыли различного происхождения. Замеры осуществляли на высоте 1,5 м от поверхности земли в период с 12:00 до 14:00, отбор осуществлялся в течение 2 мин. Определяли фракции аэрозольных частиц PM2,5 и PM10, а также суммарное взвешенное вещество. Предшествующий бездожный период составлял не менее двух недель.

Во время отбора образцов (15.08.2024) температура воздуха составила 31 °C, относительная влажность – 23 %, атмосферное давление – 749 мм. рт. ст. (определение проводили встроенными датчиками анализатора пыли «Атмас»).

Все данные, полученные в ходе наших лабораторных исследований, проверены с помощью методов статистического анализа на репрезентативность в программе Statistica 10.0, а также обработаны с использованием Microsoft Excel 2016.

Таблица 1. **Пункты отбора растительного материала на территории г. Старый Оскол**
Table 1. Points of plant material selection on the territory of Stary Oskol town

№ пункта No point	**Местоположение** Location	**Функциональная зона** Functional area
1	ПНЗ № 1 (микрорайон Лебединец, д. 11)	жилая
2	ПНЗ № 2 (ул. Октябрьская, д. 5)	транспортная
3	ПНЗ № 13 (микрорайон Жукова, д. 29а)	-//-
4	Территория промплощадки ОЭМК, 7	промышленная
5	Проезд М-1, 1 (Котельский район)	-//-
6	Площадка Цемзавода, 39/504	-//-
7	Карьерная промплощадка, 1 (Юго-Западный район)	-//-
8	ул. 1-й Конной Армии, 65	-//-
9	Комсомольский -пр-т, 81	транспортная
10	пересечение пр-та Алексея Угарова и ул. Архитектора Бутовой	-//-
11	пересечение Молодежного пр-та и ул. Шухова	-//-
12	пересечение Южной объездной автодороги и пр-та Алексея Угарова	-//-
13	ул. Ватутина, 61	-//-
14	ост. Новый путь (пр-т Алексея Угарова)	-//-
15	пр-т Алексея Угарова, 1/1	-//-
16	Ул. Хмелева, 46	-//-
17	ул. Ленина, 75	жилая
18	ул. Колхозная, 30	-//-
19	Микрорайон Олимпийский, 59	-//-
20	ул. Ватутина, 224 а	-//-
21	Солнечный микрорайон, 9а	-//-
22	Ул. Михайловская, 79	-//-
23	Стадионный переулок, 2	-//-
24	ул. Песочная, 110	-//-
25	ул. Мира, 155 а	-//-
26	Котельский лесопарк	рекреационная
27	ул. Ублинские горы, 1	-//-
28	Урочище «Горняшка»	условный фон

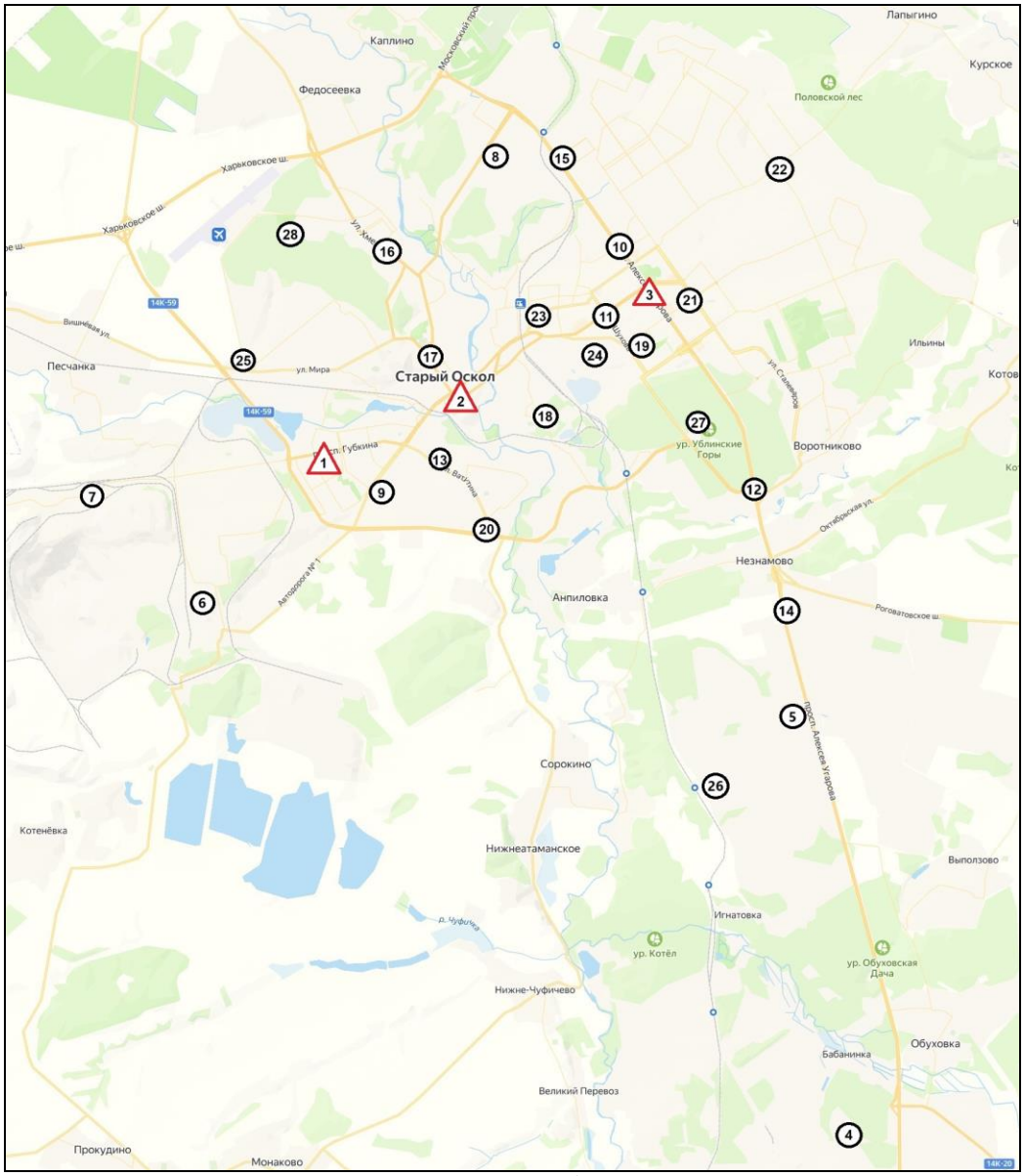


Рис. 1. **Расположение пунктов проведения биоиндикационных исследований (№№1-3 – пункты наблюдения за загрязнением атмосферы Росгидромета)**
Fig. 1. Location of bioindication research sites (No. 1-3 – monitoring points for atmospheric pollution of Roshydromet)

Результаты и их обсуждение

Линейные размеры листовых пластинок березы повислой на исследуемой территории города изменяются в пределах: длина – от 42 до 77 мм, ширина от 32 до 68 мм. Степень варьирования малая или средняя (V<15 %), точность данных высокая (P_r<5 %). Между данными морфометрическими параметрами установлена положительная достоверная связь в 82 % пунктов – сильная, в 18 % – средняя. Наблюдается уменьшение данных показателей почти во всех пунктах отбора по сравнению с фоновыми значениями (длина – 66 мм, ширина – 54 мм). Минимум биоиндикационных параметров отмечен в пунктах №№ 1, 3, 6, 10. Максимум по длине и ширине листовых пластинок зафиксирован в точках №№ 18, 24, 27.

На рисунках 2 и 3 показаны вариационные ряды морфометрических параметров листовых пластинок березы повислой. Распределение показателей длины и ширины листьев можно описать уравнениями полиномиальной кривой 3-й и 5-й степени, соответственно (рис. 2, 3). Данные модели являются адекватными (критерий аппроксимации $R^2 \geq 0{,}95$).

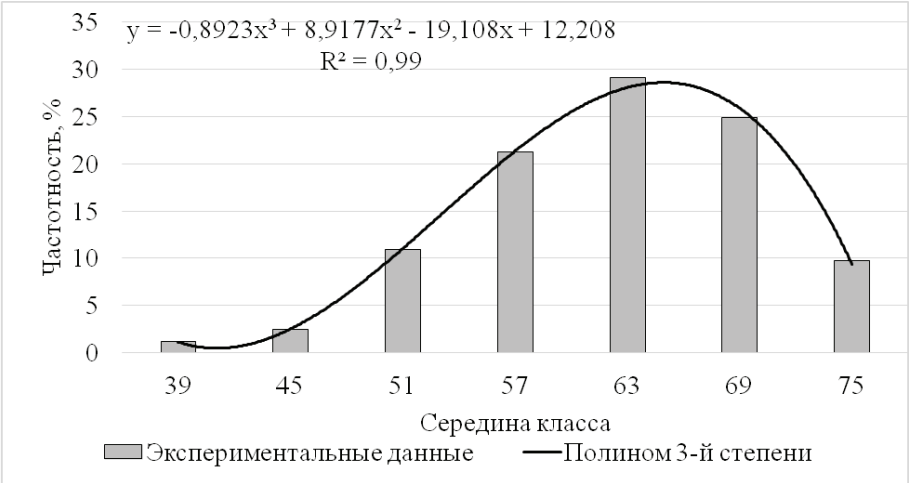


Рис. 2. **Вариация длины листовых пластинок березы повислой**
Fig. 2. Variation of the leaf blades length of *Betula pendula* Roth.

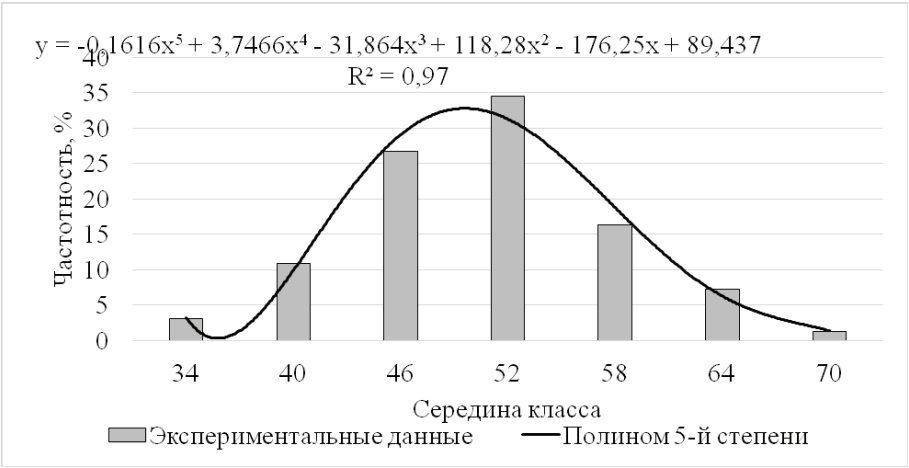


Рис. 3. **Вариация ширины листовых пластинок березы повислой**
Fig. 3. Variation of the width of the leaf blades of *Betula pendula* Roth.

Главным стационарным источником загрязнения являются производственные площадки Стойленского горно-обогатительного комбината, включающие собственно карьер по добыче железной руды, комбинат, отвалы и шламохранилище. Близлежащие жилые дома г. Старый Оскол расположены в 300 м к северу от предприятия по ул. Стойло. В ПНЗ № 1 неоднократно фиксируются превышения по взвешенным веществам, диоксиду серы [1]. Основными видами загрязнения атмосферного воздуха являются запыленность и загазованность. Запыленность атмосферы обусловлена следующими причинами: эрозия поверхности отвалов и уступов, проведение буровзрывных работ, транспортировка и погрузочно-разгрузочные работы, внутрикарьерные дороги, пыление с поверхности хвостохранилищ, цехи горячебрекетированного железа. Загазованность воздуха связана с проведением буровзрывных работ, горением породных отвалов, эксплуатацией технологических машин и механизмов, выбросами из труб фабрики обогатительной и окомкования, а также котельных [14].

В результате работы Стойленского горно-обогатительного комбината (Стойленский ГОК) в атмосферу выбрасывается большое количество металлической пыли, которая содержит в себе частицы марганца, хрома, кадмия, кобальта, меди, свинца, цинка, никеля, молибдена и других металлов. Так, при отборе растительного материала в пункте № 7 визуально было отмечено большое количество пылевидных частиц на поверхности листьев, которые имели серебристый блеск. Ни в одной из других точек такого явления не наблюда-

лось. В. П. Иванов с коллегами [15] отмечает, что эрозия поверхности шлакоотвалов на предприятиях металлургической и горнорудной промышленности с последующим осаждением пылевых фракций является основной причиной повышенного содержания тяжелых металлов на листьях.

Нами установлено, что листья, отобранные вблизи промышленных площадок ЗАО «Осколцемент» (пункт № 6) были покрыты слоем беловатой пыли. Обнаружено, что стебли и листья как травянистых, так и древесных растений были запыленными в этих двух пунктах отбора. Кроме того, на этих участках имеются сухостойные экземпляры березы повислой (рис. 4).

Еще одним стационарным источником загрязнения окружающей среды является АО «Оскольский электрометаллургический комбинат имени Алексея Алексеевича Угарова», который расположен в Южном промышленном районе. Здесь также нами отмечено уменьшение длины и ширины листовых пластинок более чем на 20 % по сравнению с фоновыми значениями.

Вышеназванные предприятия выбрасывают в окружающую среду загрязняющие вещества, содержащие различные соединения тяжелых металлов. Крупные взвешенные частицы как правило быстро оседают, но мелкие частицы пыли остаются в атмосферном воздухе намного дольше. Эти поллютанты влияют на физиологические (фотосинтез и дыхание), морфологические (функция устьиц и площадь листьев), биохимические (содержания хлорофилла и аминокислот) процессы, а также развитие растений в целом. Из-за загрязнения воздуха у древесных растений наблюдаются такие ответные реакции на воздействие, как уменьшение размеров листовых пластинок, прироста, усыхание побегов, а также снижение продолжительности жизни [16]. Эти закономерности подтверждены в наших исследованиях [3; 4] и других ученых [5-11]. Как правило атмосферное загрязнение воздействует на растения непосредственно через фотосинтезирующий аппарат, однако попадая в почву, происходит и поглощение корневыми системами, что дополнительно приводит к интоксикации организма.

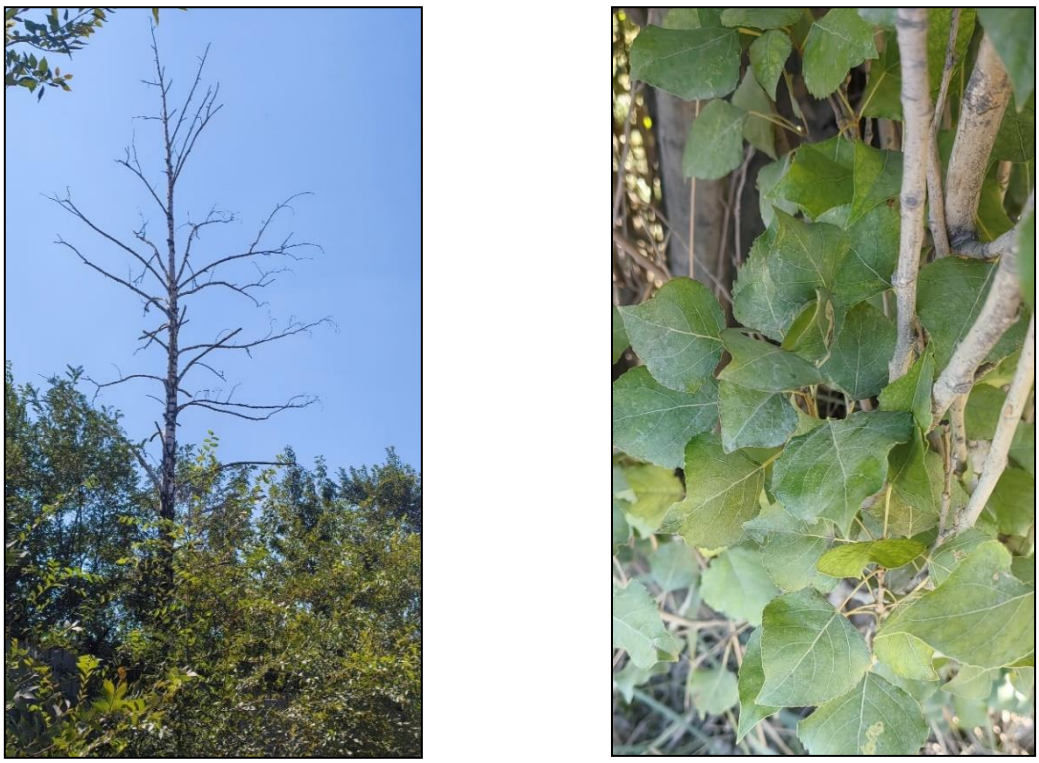


Рис. 4. **Сухостой березы повислой вблизи карьерной площадки Стойленского горно-обогатительного комбината (слева – пункт № 7); пыль на листовых пластинках тополя итальянского вблизи ЗАО «Осколцемент» (справа – пункт № 6) (фото авторов)**

Fig. 4. Deadwood of *Betula pendula* near the quarry site of Stoilensky Mining and Beneficiation Plant (on the left is point No. 7); dust on the leaf blades of the *Populus italica* (Du Roi) Moench) near of CJSC "Oskolcement" (on the right is point No. 6) (photo by the authors)

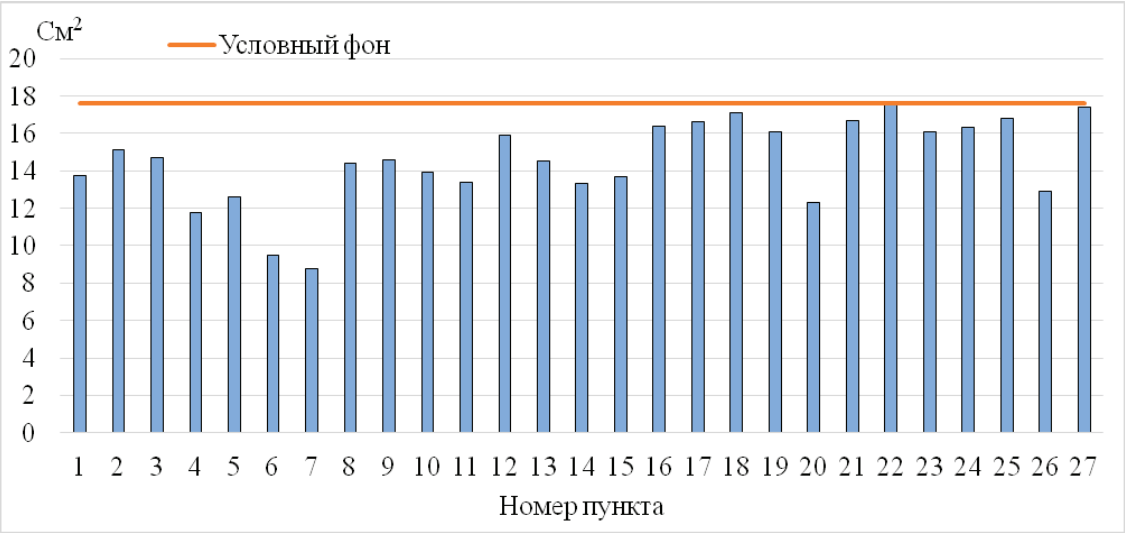


***Рис. 5.* Площадь листовых пластинок березы повислой**
Fig. 5. The area of *Betula pendula* Roth. leaf blades

Таким образом, во всех промышленно-транспортных зонах Старого Оскола наблюдается уменьшение морфометрических параметров листовых пластинок по сравнению с фоновым участком.

Показатель площади листьев березы повислой на исследуемой территории города изменяется от 8,8 до 17,7 см^2 (фон – 18,5 см^2). На рисунке 5 показано распределение данного биоиндикационного параметра относительно условного контроля. Минимизация размеров ассимилирующих органов наблюдается в промышленных зонах Юго-западного, Котельского и Южного административных районов. Так, вблизи промплощадок Стойленского ГОКа средняя площадь листьев березы более чем на 50 % меньше, чем на фоновом участке.

При этом в точке № 26, расположенной в Котельском лесопарке, зафиксировано сокращение площади листьев на 30 %. Несмотря на то, что этот пункт условно отнесен к рекреационной функциональной зоне, здесь древесные растения испытывают явный стресс, обусловленный выбросами предприятий Котельского района: лакокрасочного завода – ООО «Белрегионцентр», производства изделий из пластика – ООО «Оскол-Пласт» и других. При этом на территории лесопарка отсутствует уход за зелеными насаждениями, крайне низкая степень благоустроенности. В точке № 20 по ул. Ватутина 224 а наблюдается также существенное сокращение размеров листьев березы повислой несмотря на то, что зеленые насаждения находятся в жилой зоне (частная застройка), здесь повышена транспортная загруженность и примыкают гаражи.

Удельная листовая поверхность (УЛП) – это площадь свежего листа, деленная на его массу после высушивания в сушильном шкафу. Как отмечает группа ученых [17] в целом, виды, обитающие в постоянно или временно благоприятных местах обитания, как правило, в среднем имеют более высокий уровень УЛП, чем виды, обитающие в стрессовых условиях среды, хотя среди совместно встречающихся видов также могут наблюдаться значительные различия УЛП. На фоновом участке УЛП составило 168 см^2 г$^{-1}$. Выше контроля показатель (172 см^2 г$^{-1}$) отмечен в пункте № 27 (ул. Ублинские горы, 1), где расположены социальные объекты.

А. И. Уткин с коллегами [18] отмечает, что удельная листовая поверхность снижается вследствие увеличения доли механических тканей и углеродных клеточных структур, что связано с влиянием экстремальных факторов окружающей среды как естественного (например, высокая температура, дефицит влаги и т. п.), так и антропогенного происхождения (загрязняющие вещества).

В таблице 2 приведены некоторые выборочные параметры, подтверждающие соответствие данных закону нормального распределения (распределения Гаусса-Лапласа). Варьирование для показателя УЛП малое (V<10 %). Репрезентативность, полученных опытным путем данных, достаточная (P ≤ 5 %) [19].

Таблица 2. **Статистические характеристики показателя удельной листовой поверхности березы повислой**

Table 2. Statistical characteristics of the specific leaf surface area of the *Betula pendula* Roth.

Функциональная зона Functional area	M±m$_M$	X$_{min}$	X$_{max}$	±σ	V, %	P, %
Промышленная	135±2,3	110	148	11,5	8,5	1,7
Транспортная	139±2,1	122	150	10,5	7,6	1,5
Жилая	151±1,2	141	163	6,1	4,1	0,8
Рекреационная	162±2,6	147	172	13,3	8,2	1,6

Примечание: M±m$_M$ – среднее арифметическое ± ошибка среднего арифметического; X$_{min}$ – минимальное значение показателя; X$_{max}$ – максимальное значение показателя; ±σ – среднее квадратическое отклонение; V – коэффициент вариации; P – точность опыта.

Note: M±m$_M$ is arithmetic mean ± error of the arithmetic mean; X$_{min}$ is minimum value of the indicator; X$_{max}$ is maximum value of the indicator; ±σ is standard deviation; V is variation coefficient; P is experimental accuracy.

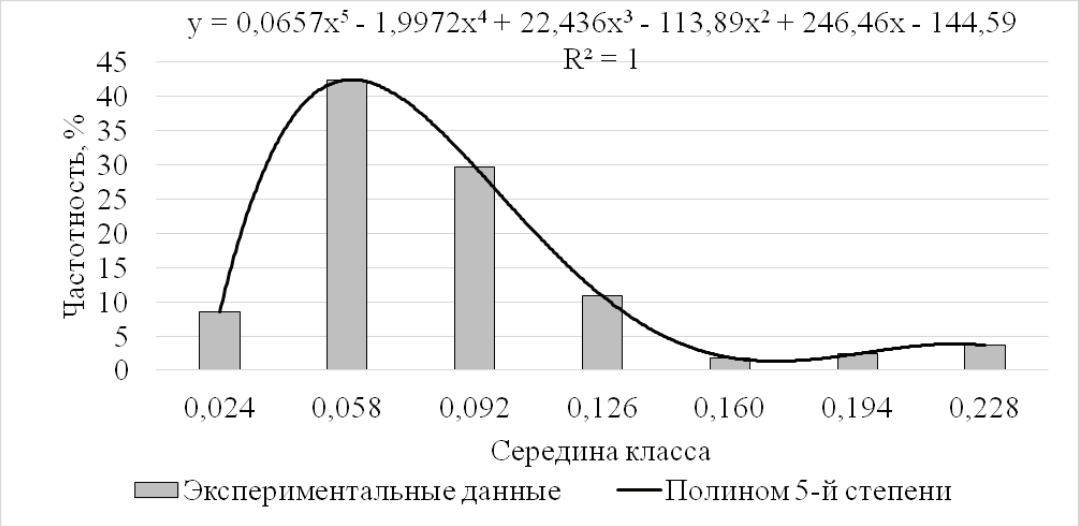


Рис. 6. **Вариационный ряд величины флуктуирующей асимметрии листовых пластинок березы повислой**

Fig. 6. The variational series of the value of fluctuating asymmetry of *Betula pendula* Roth. leaves.

В окрестностях АО «Старооскольский завод автотракторного электрооборудования им. А. М. Мамонова» (далее – АО «СОАТЭ» зафиксировано уменьшение УЛП до 137 см^2 г$^{-1}$, а в зоне промплощадок Стойленского ГОКа – до 110 см^2 г$^{-1}$.

Во всех пунктах нами определена флуктуирующая асимметрия листовых пластинок по пяти признакам, которые измеряются с левой и правой половинки каждого листа. Данный показатель варьирует от 0,008 до 0,084. При этом для каждой точки отбора определен и интегральный показатель, как среднеарифметическое значение по пяти морфометрических параметрам. На рисунке 6 представлена кривая распределения частот данного биоиндикационного параметра.

Распределение данных в выборке может быть представлено полиномом 5-й степени с равным 1 критерием аппроксимации. Данная модель считается адекватной, что подтверждено нами в исследованиях и для других городов Центрального Черноземья [3; 4].

На рисунке 7 представлены значения флуктуирующей асимметрии для некоторых пунктов наблюдений. Наибольшие отклонения отмечены по 1 признаку, а наименьшие – по 5 признаку. При этом, если сравнивать с фоновыми значениями, то наименьшие отклонения наблюдаются и по расстоянию между концами первой и второй жилок, а наибольшие не только по 1 признаку, но и по длине второй от основания жилки. Если рассматривать вклад отдельных признаков в асимметричность, то основную долю вносит 1 признак, а наименьшую 3 и 5 признаки.

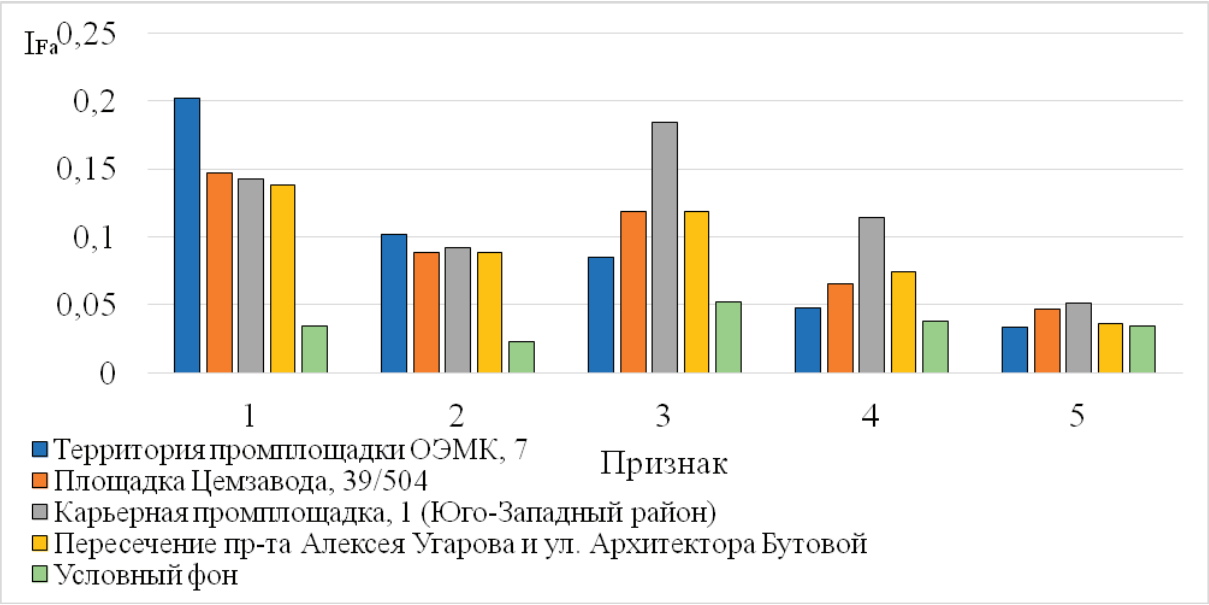


Рис. 7. **Удельный вес асимметрии отдельных признаков листовых пластинок березы повислой в интегральном коэффициенте флуктуирующей асимметрии**

(1– ширина половинки листа; 2 – длина второй от основания жилки второго порядка; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами этих жилок; 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка)

Fig. 7. The specific asymmetry weight of individual features of *Betula pendula* Roth. leaf blades in the integral coefficient of fluctuating asymmetry

(1 is width of the leaf half; 2 is length of the second vein of the second order from the base; 3 is distance between the bases of the first and second veins of the second order; 4 is distance between the ends of these veins; 5 is angle between the main vein and the second vein of the second order from the leaf base)

Наибольший интегральный показатель флуктуирующей асимметрии листовых пластинок березы повислой отмечен в зоне влияния Стойленского ГОКа, цементного завода, а также на некоторых магистральных улицах города (пересечение пр-кта Алексея Угарова и ул. Архитектора Бутовой; Комсомольский пр-кт; пересечение Молодежного пр-кта и ул. Шухова). Минимальные значения асимметричности зафиксированы в жилой зоне, а также в точке № 27 (0,043), расположенной в лесном массиве урочища Ублинские горы.

Как указано в ряде исследований [16; 17], растения, развивающиеся в неблагоприятных местообитаниях, характеризуются высоким уровнем флуктуирующей асимметрии, что указывает на стрессовые условия. Обычно длительное воздействие загрязняющих веществ в течение периода вегетации вызывает хронические повреждения, которые в конечном итоге проявляются в отклонении в развитии тех или иных органов растений (уменьшении размеров, изменении формы и т. п.). В конечном итоге это приводит к визуально различным изменениям в виде хлорозов и некрозов, преждевременному опадению листвы. В первую очередь индикатором такого влияния являются листовые пластинки, как наиболее чувствительный орган к загрязняющим веществам.

Нами зафиксировано увеличение показателя флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой на территории г. Старый Оскол в промышленно-транспортной зоне, уменьшение – в жилой и рекреационной. При этом по балльной шкале для первых участков интегральный коэффициент I_{Fa} соответствует V баллу (критические состояние), а для вторых – II и III (начальный или средний уровень отклонений от нормы).

В каждой точке отбора растительного материала фиксировали количество аэрозольных частиц с помощью анализатора «Атмас». Наибольшая концентрация пыли отмечена для частиц PM2,5. Максимум наблюдался в пункте № 20 – 0,15 мг/м^3. Самые высокие значения PM10 отмечены в

точке № 7 – 0,13 мг/м^3. ПДК максимальная разовая аэрозолей для суммарного взвешенного вещества составляет 0,5 мг/м^3, для частиц PM10 и PM2,5 – 0,3 и 0,16 мг/м^3, соответственно. Единовременные измерения не показали превышения ПДК. При этом на дальнейшем этапе наших исследований будет определено количество пыли, накопленное на листовых пластинках древесных растений. Этот показатель позволит оценить количество пылевидных частиц, оседающих в течение длительного времени. Данное направление актуально и по причине того, что на территории Стойленского ГОКа имеются участки с высокой долей пылевых выбросов – отвалы рыхлой и скальной вскрыши, окисленных железистых кварцитов, хвостохранилище.

Начиная с 2021 г. Старый Оскол относится к городам с высоким уровнем загрязнения. Более 1,0 ПДК отмечается по взвешенным веществам, фенолу и марганцу [20]. В 2023 г. среднегодовая концентрация по взвешенным веществам составила 0,095 мг/м^3 (1,27 ПДК$_{СГ}$) [1]. При этом основным источником загрязнения являются промышленные предприятия. Что касается передвижных источников, то во внутригородских территориях основную долю в загрязнение окружающей среды вносит автотранспорт. При этом для Старого Оскола проблема пробок не стоит так остро, как для других крупных городов Центрального Черноземья. Что объясняется тем, что улицы широкие, зачастую четырехполосные. Заторы встречаются в основном на пересечениях улиц и на светофорах по пр-кту Алексея Угарова, Молодежному пр-кту, пр-кту Губкина, а также в случае аварийных ситуаций. В этих местах формируются участки с высокой концентрацией загрязняющих веществ, связанных с выбросом от автомобилей во время торможения и работы на холостом ходу. В этих зонах мы фиксировали уменьшение морфометрических параметров листовых пластинок и увеличение флуктуирующей асимметрии.

Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Во-первых, наблюдается уменьшение морфометрических параметров, площади листовых пластинок березы повислой, а также удельной листовой поверхности в зоне влияния Стойленского ГОКа, ЗАО «Осколцемент», Оскольского электрометаллургического комбината, АО «СОАТЭ», а также на некоторых перекрестках магистральных улиц (пр-кт Алексея Угарова, Комсомольский пр-кт, ул. Ватутина). В жилой зоне значения параметров ближе к фоновым значениям. Во-вторых, при ухудшении условий произрастания древесных растений наблюдаются отклонения в стабильности развития билатеральных морфологических структур. В зоне влияния выбросов предприятий горнорудной промышленности наблюдается флуктуирующая асимметрия более 0,08, что свидетельствует о влиянии фитотоксикантов, в частности соединений тяжелых металлов, присутствующих в выбросах от Стойленского ГОКа и электрометаллургического комбината. В-третьих, несмотря на то, что измерения количества пыли в воздухе не показало превышений ПДК$_{м.р.}$, в ряде пунктов на поверхности листьев визуально обнаружено существенное количество пыли. Основным источником пылевого загрязнения являются производственные площадки горно-обогатительного комбината, цементного завода, в меньшей степени выбросы автомобильного транспорта.

Таким образом, на территории Старого Оскола наиболее неблагоприятные для произрастания растений следующие зоны: промплощадки Стойленского ГОКа, цементного завода, расположенные в Юго-западном районе, а также Оскольского электрометаллургического комбината и Котельской промбазы. Данные участки являются зонами повышенного экологического риска и требуют ведения периодического мониторинга, а также разработки и внедрения мероприятий по снижению влияния выбросов на окружающую среду. Наименьшие отклонения в биоиндикационных параметрах древесных растений отмечены в обследуемой жилой зоне, а также в рекреационной (за исключением Котельского лесопарка).

Следовательно, проведение биоиндикационных исследований позволяет выявить территории с экстремальными условиями урбанизированной среды и охватить участки, не входящие в систему наблюдений официальных служб.

Список источников

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Белгородской области в 2023 году» // Министерство природопользования Белгородской области. Белгород, 2024. URL: belregion.ru›documents/Госдоклад 2023 год.pdf (дата обращения: 15.08.2024).

2. Гордеев Л. Ю., Корнилов А. Г., Полетаев А. О. О влиянии автотранспорта на загрязнение атмосферного воздуха в горнопромышленных и селитебных районах региона КМА // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2015. № 9(206). С. 168-175. EDN: SHAJAB

3. Клевцова М. А. Биоиндикационная оценка урбанизированных территорий с разной степенью антропогенной нагрузки (на примере города Белгорода) // Астраханский вестник экологического образования. 2022. № 5(71). С. 191-199. DOI: https://doi.org/10.36698/2304-5957-2022-5-191-199. EDN: YBBHQK

4. Клевцова М. А., Михеев А. А. Сравнительная характеристика экологических условий промышленных городов Центрального Черноземья с использованием методов биоиндикации // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2022. № 3. С. 86-96. DOI: https://doi.org/ 10.17308/geo/1609-0683/2022/3/86-96. EDN: KMLBFG

5. Erofeeva EA, Yakimov BN. Change of leaf trait asymmetry type in *Tilia cordata* Mill. and *Betula pendula* Roth under air pollution. *Symmetry*. 2020;12(5):727. DOI: 10.3390/sym12081317

6. Shadrina E, Turmukhametova N, Soldatova V, Vol'pert Y, et al. Fluctuating asymmetry in morphological characteristics of Betula Pendula Roth Leaf under conditions of urban ecosystems: evaluation of the multi-factor negative impact. *Symmetry*. 2020;12(8):1-35. DOI: https://doi.org/10.3390/sym15030700

7. Минакова Е. А., Шлычков А. П., Кустова Л. М. Оценка экологического состояния урбосистемы г. Казань с использованием метода флуктуирующей асимметрии по листовой пластинке березы повислой (*Betula pendula* Roth.) // Журнал экологии и промышленной безопасности. 2013. № 3(59). С. 96-98. EDN: LPDAFP

8. Коротченко И. С., Первышина Г. Г. Оценка качества среды территорий объектов теплоэнергетики Красноярского края по флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.) // Вестник ИрГСХА. 2023. № 114. С. 98-107. DOI: http://doi.org/ 10.51215/1999-3765-2023-114-98-107. EDN: OXLXOO

9. Franiel I. Fluctuating asymmetry of *Betula pendula* Roth leaves – an index of environment quality. *Biodiversity: Research and Conservation*.

References

1. State report "On the state and environmental protection of the Belgorod Region in 2023". Ministry of Natural Resources of the Belgorod Region. Belgorod, 2024. URL: belregion.ru "documents/State Report 2023.pdf (accessed 08.15.2024). (In Russ)

2. Gordeev LYu, Kornilov AG, Poletaev AO. On the influence of motor transport on atmospheric air pollution in mining and residential areas of the KMA region. *Scientific Bulletin of Belgorod State University. Series: Natural Sciences.* 2015(9(206):168-175. (In Russ). EDN: SHAJAB

3. Klevtsova MA. Bioindication assessment of urbanized territories with varying degrees of anthropogenic load (for example of Belgorod city). *Astrakhan Bulletin of Environmental education*. 2022(5(71):191-199. (In Russ). DOI: https://doi.org/10.36698/2304-5957-2022-5-191-199. EDN: YBBHQK

4. Klevtsova MA, Mikheev AA. Comparative characteristics of environmental conditions of industrial cities of the Central Black Soil Region using bioindication methods. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*. 2022(3):86-96. (In Russ). DOI: https://doi.org / 10.17308/geo/1609-0683/2022/3/86-96. EDN: KMLBFG

5. Erofeeva EA, Yakimov BN. Change of leaf trait asymmetry type in *Tilia cordata* Mill. and *Betula pendula* Roth under air pollution. *Symmetry*. 2020;12(5):727. DOI: 10.3390/sym12081317

6. Shadrina E, Turmukhametova N, Soldatova V, Vol'pert Y, et al. Fluctuating asymmetry in morphological characteristics of Betula Pendula Roth Leaf under conditions of urban ecosystems: evaluation of the multi-factor negative impact. *Symmetry*. 2020;12(8):1-35. DOI: https://doi.org/10.3390/sym15030700

7. Minakova EA, Shlychkov AP, Kustova LM. Assessment of the ecological state o Kazan urban system using the method of fluctuating asymmetry on the leaf blade of silver birch (*Betula pendula* Roth.). *Journal of Ecology and Industrial Safety.* 2013(3(59):96-98. (In Russ). EDN: LPDAFP

8. Korotchenko IS, Pervyshina GG. Assessment of the environmental quality of the territories of heat power facilities of the Krasnoyarsk territory by the fluctuating asymmetry of the leaf blade of the hanging birch (*Betula pendula* Roth). *Vestnik Irgsha.* 2023(114):98-107. (In Russ). DOI: http://doi.org/ 10.51215/1999-3765-2023-114-98-107. EDN: OXLXOO

9. Franiel I. Fluctuating asymmetry of *Betula pendula* Roth leaves – an index of environment quality. *Biodiversity: Research and Conservation*. 2008:7-10. (In Russ). DOI: https://doi.org/10.14746/biorc.2008.9-10

2008:7-10. DOI: https://doi.org/10.14746/bi-orc.2008.9-10

10. Gubasheva BE, Idrissova GZ, Tumenov AN, Miftakhov RR. Assessment of the degree of air pollution by fluctuating asymmetry of leaves of various tree species. *Rudn Journal of Ecology and Life Safety.* 2022;30(3):417-427. DOI: http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-3-417-427. EDN: EEPRHD

11. Тюлькова Е. Г., Авдашкова Л. П. Флуктуирующая асимметрия билатеральных признаков листа березы повислой Betula pendula Roth. В техногенных условиях (на примере Гомельского полесья) // Вестник БарГУ. Серия: Биологические науки. Сельскохозяйственные науки. 2018. № 6. С. 106-116. EDN: YAAGUP

12. Клевцова М. А. Создание тематической геоинформационной системы «Городская биота»: этапы, методики, критерии оценки // Региональная экологическая диагностика состояния воздушной среды промышленных городов. Воронеж: Цифровая полиграфия, 2020. С. 148-161.

13. Захаров В. М., Баранов А. С., Борисов В. И. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методологическое руководство для заповедников. М., 2000. 65 с.

14. Бабец А. М., Терентьев М. В., Черкащенко Н. А. Горные работы и экологические проблемы в регионе КМА // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2000. № 9. С.118-122. EDN: MUXEKZ

15. Иванов В. П., Иванов Ю. В., Марченко С. И., Кузнецов В. В. Использование индексов флуктуирующей асимметрии листа березы повислой для диагностики состояния фитоценозов в условиях техногенного загрязнения // Физиология растений. 2015. Т. 62. № 3. С. 368-377. DOI: https://doi.org/10.7868/S0015330315030082. EDN: TPWJHH

16. Mehmood Z, Yang HH, Umer M, Awan F, et al. Effects of air pollution on morphological, biochemical, DNA, and tolerance ability of roadside plant species. *Sustainability.* 2024;16(8):3427. DOI: https://doi.org/10.3390/su16083427

17. Perez-Harguindeguy N, Diaz S, Garnier E, Lavorel S, Poorter H, et al. New handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide. *Australin Journal of Botany*. 2013;61(3):167-234. DOI:10.1071/BT12225

18. Уткин А. И., Ермолова Л. С., Уткина И. А. Площадь поверхности лесных растений: сущность, параметры, использование. Москва: Наука, 2008. 292 с.

19. Куролап С. А., Нестеров Ю. А., Фетисов Ю. М., Смирнова А. А., Клепиков О. В. Практикум по информационным технологиям: учебное пособие. Воронеж: ВГУ, 2008. 265 с.

10. Gubasheva BE, Idrissova GZ, Tumenov AN, Miftakhov RR. Assessment of the degree of air pollution by fluctuating asymmetry of leaves of various tree species. *Rudn Journal of Ecology and Life Safety.* 2022;30(3):417-427. DOI: http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-3-417-427. EDN: EEPRHD

11. Tyulkova EG, Avdashkova LP. The fluctuating asymmetry of the drooping birch *Betula pendula* Roth. Leaves bilateral signs under technogenic conditions (on the example of Gomel Polesye). *Barsu Herald. Series: Biological Sciences. Agricultural Sciences.* 2018(6):106-116. (In Russ). EDN: YAAGUP

12. Klevtsova MA. Creation of a thematic geoinformation system "Urban Biota": stages, methods, evaluation criteria. *Regional Environmental Diagnostics of the Air Quality in Industrial Cities.* Voronezh: Tsifrovaya poligrafiya, 2020:148-161. (In Russ).

13. Zakharov VM, Baranov AS, Borisov VI. Environmental health: assessment methodology. Assessment of the state of natural populations according to the stability of development: a methodological guide for nature reserves. Moscow: Center for Environmental Policy of Russia, 2000:66. (In Russ).

14. Babets AM, Terentyev MV, Cherkashchenko NA. Mining operations and environmental issues in the KMA region. *Mining Information and Analytical Bulletin*. 2000(9):118-122. (In Russ). EDN: MUXEKZ

15. Ivanov VP, Marchenko SI, Ivanov YV, Kuznetsov VV. Application of fluctuating asymmetry indexes of silver birch leaves for diagnostics of plant communities under technogenic pollution. *Fiziologiya Rastenij.* 2015;62(3):368-377. (In Russ). DOI: https://doi.org/10.7868/S0015330315030082. EDN: TPWJHH

16. Mehmood Z, Yang HH, Umer M, Awan F, et al. Effects of air pollution on morphological, biochemical, DNA, and tolerance ability of roadside plant species. *Sustainability.* 2024;16(8):3427. DOI: https://doi.org/10.3390/su16083427

17. Perez-Harguindeguy N, Diaz S, Garnier E, Lavorel S, Poorter H, et al. New handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide. *Australin Journal of Botany*. 2013;61(3):167-234. DOI:10.1071/BT12225

18. Utkin AI, Ermolova LS, Utkina IA. Surface area of forest plants: essence, parameters, use. Moscow: Nauka, 2008:292. (In Russ).

19. Kurolap SA, Nesterov YuA, Fetisov YuM, Smirnova AA, et al. Practical training in information technology: a tutorial. Voronezh: VSU, 2008:265. (In Russ).

20. Ежегодник. Состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2022 г. URL: http://voeikovmgo.ru /images/ stories/ publications/ (дата обращения: 10.05.2024).

20. Yearbook. Air pollution conditions in cities on the territory of Russia for 2022. URL: http://voeikovmgo.ru /images/ stories/ publications/ (accessed 10.05.2024). (In Russ).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Клевцова Марина Александровна, кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды, факультет географии, геоэкологии и туризма, Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия, marin-m@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-2947-4993

Михеев Алексей Александрович, преподаватель кафедры рекреационной географии, страноведения и туризма, факультет географии, геоэкологии и туризма, Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия, alexey.mikheev.88@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-2947-4993

Критерии авторства

Клевцова М. А. – постановка цели и задач, методология, написание статьи, формулировка выводов; Михеев А. А. – проведение полевых и лабораторных исследований, построение графического материала, обработка данных, обзор литературных источников.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 10.09.2024
Одобрена после рецензирования 19.09.2024
Принята к публикации 20.09.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Marina A. Klevtsova, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Geoecology and Environmental Monitoring, Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, Russia, marin-m@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-2947-4993

Alexey A. Mikheev, Lecturer, Department of Recreational Geography, Country Study and Tourism, Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Voronezh State University, Voronezh, Russia, alexey.mikheev.88@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-2947-4993

Contribution of the authors

Klevtsova M. A. – setting aims and objectives, methodology, writing an article, formulating conclusions; Mikheev A. A. – conducting field and laboratory research, building graphic material, data processing, review of literary sources.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 10.09.2024
Approved after reviewing 19.09.2024
Accepted for publication 20.09.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 551.5+504.3
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-52-65
EDN: MNYPPN

Динамика атмосферных осадков и опасные явления гидрометеорологического и гидрологического характера в Чеченской Республике

© 2024 **Корчагина Е. А.**✉
Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук
Нальчик, Россия, helena.a.k@mail.ru✉

РЕЗЮМЕ. Цель настоящего исследования – выявить статистически значимые изменения в режиме атмосферных осадков на территории Чеченской Республики (ЧР) с 1961 г. по настоящее время и сопоставить их с распределением и динамикой опасных природных явлений гидрометеорологического и гидрологического характера, причиняющих ущерб хозяйственной деятельности и безопасности населения. **Методы**. Использованы методы математико-статистического моделирования. Наличие и устойчивость тенденций в рядах месячных и суточных характеристик режима осадков оценивались рядом непараметрических методов с использованием библиотек для научных вычислений языка Python. **Результаты.** Обнаружен статистически значимый рост различных характеристик режима осадков во все сезоны, кроме летнего. Тенденции к снижению месячных и суточных сумм осадков на территории ЧР обнаружены в июле-августе. Динамика числа опасных явлений гидрометеорологического и гидрологического характера (селей и паводков) с 1991 по 2023 г. статистически незначимая. **Выводы.** В летний сезон, наиболее опасный в отношении природных явлений гидрометеорологического и гидрологического характера в ЧР, устойчивых тенденций роста характеристик режима осадков не обнаружено. Выявлено снижение числа дней с осадками низкой интенсивности в августе и большой интенсивности в июле, поэтому можно ожидать снижение числа неблагоприятных явлений в эти месяцы. Одновременно обнаружены тенденции к росту характеристик режима осадков с марта по май, а также в октябре-ноябре, что может привести к появлению или увеличению числа опасных явлений рассматриваемых типов весной и осенью.

Ключевые слова: изменение климата, Чеченская Республика, атмосферные осадки, тенденция временного ряда, непараметрические методы математической статики, опасные природные явления гидрометеорологического и гидрологического характера, сели, паводки.

Формат цитирования: Корчагина Е. А. Динамика атмосферных осадков и опасные явления гидрометеорологического и гидрологического характера в Чеченской Республике // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 3. С. 52-65. 10.31161/1995-0675-2024-18-3-52-65. EDN: MNYPPN

Precipitation Dynamics and Dangerous Phenomena of Hydrometeorological and Hydrological Nature in the Chechen Republic

© 2024 **Elena A. Korchagina**✉
Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
Nalchik, Russia, helena.a.k@mail.ru✉

ABSTRACT. The **aim** of the research is to identify statistically significant changes in the precipitation regime in the Chechen Republic from 1961 to the present and compare them with the annual distribution and dynamics of hydrometeorological and hydrological hazard that cause damage to economic activity and public safety. **Methods.** Weather station data and methods of mathematical and statistical modelling were used.

The presence and stability of trends in the series of monthly and daily characteristics for the precipitation regime were assessed by nonparametric methods using libraries for scientific computing in Python. **Results.** A statistically significant positive trends in various precipitation regime characteristics was found in all seasons except summer. Decreasing tendencies in monthly and daily precipitation amounts in the Chechen Republic were found in July-August. The dynamics of the dangerous hydrometeorological and hydrological phenomena number (mudflows and floods) from 1991 to 2023 is statistically insignificant. **Conclusions.** In the summer season, the most dangerous in terms of natural phenomena of hydrometeorological and hydrological nature in the Chechen Republic, no stable positive trends in precipitation regime characteristics were found out. A decrease in the number of days with low-intensity precipitation in August and high-intensity precipitation in July was revealed, so a decrease in the number of adverse events in these months can be expected. At the same time, increasing trends were detected in precipitation regime characteristics from March to May, as well as in October-November, which may lead to the emergence or increase in the number of hydrometeorological and hydrological hazards in spring and autumn.

Keywords: climate change, Chechen Republic, precipitation, time series trend, nonparametric methods of mathematical statistics, dangerous phenomena of hydrometeorological and hydrological nature, mudflows, floods.

For citation: Korchagina EA. Precipitation Dynamics and Dangerous Phenomena of Hydrometeorological and Hydrological Nature in the Chechen Republic. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(3):52-65. (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-52-65. EDN: MNYPPN

Введение

Современные изменения климата приводят к росту числа опасных явлений гидрометеорологического и гидрологического характера. На территории Северного Кавказа наиболее опасными процессами, которые провоцирует изменение режима осадков в регионе, являются склоновые процессы.

Развитие таких склоновых процессов, как снежные лавины, сели ледникового генезиса, связаны не только с режимом атмосферных осадков, но и с современными изменениями в криосфере. Деградация ледников в горных районах Северного Кавказа приводит к росту лавинной опасности, прорыву ледниковых озер, дамб с разрушениями и жертвами [1].

В работе [2] отмечают, что региональные изменения климата и связанного с ним гидрологического режима характеризуются значительной естественной изменчивостью в десятилетнем масштабе. Вследствие чего сигнал, обусловленный антропогенным воздействием, намного слабее по сравнению с шумом естественной изменчивости и трудно выделяем [2]. Было установлено, что естественная изменчивость климата больше маскирует появление тенденции в локальном масштабе, чем в региональном.

В связи с этим рекомендуется проводить региональные, а не локальные анализы, чтобы минимизировать влияние естественной изменчивости на обнаружение тенденции [3]. Например, в работах Е. А. Корчагиной обнаружены общие региональные тренды суточных и месячных характеристик атмосферных осадков по данным метеостанций Северного Кавказа [4; 5].

В случае долгосрочных трендов изменение происходит постепенно в течение относительно длительного периода времени и предполагается, что направление и скорость изменений сохранится в будущем. Однако, как считают авторы [6], в исследованиях до сих пор уделялось очень мало внимания характеристике тенденций в отношении степени их интенсивности. Масштабы изменений и продолжительность периода, в течение которого они происходят, существенно различаются по последствиям для опасностей гидрологического характера [6].

Атмосферные осадки являются одним из факторов возникновения таких склоновых процессов на территории Чеченской Республики (ЧР), как сели и оползни [7; 8]. Ряды климатических параметров, полученные в результате обработки измерений на метеостанциях, являются основой для оценки текущего состояния климата и прогнозирования его изменений. Они обеспечивают высокую точность, надежность и привязку к конкретным географическим точкам. В отличие от данных, полученных из моделей климата и реанализов, наблюдения с метеостанций не зависят от модельных предположений и ошибок, что делает их более достоверным источником

информации о климате на локальном и региональном уровнях.

Результаты обработки данных метеостанций легли в основу ряда исследований изменений климата в регионе. На территории ЧР обнаружено повышение температуры воздуха за короткий период с 2001 по 2006 г. [9] и более длинный период с 1991 по 2020 г. [10]. При этом в последней работе отмечено, что временной ход осадков за исследованный период претерпел изменения, что проявилось в смещении максимума на май-июнь. В работе [11] исследована долгосрочная динамика как температуры воздуха, так и сумм атмосферных осадков (1951-2005 гг.) на территории ЧР по пятилетним периодам.

Цель настоящего исследования заключается в выявлении статистически значимых изменений в режиме атмосферных осадков на территории ЧР с 1961 г. до настоящего времени, а также в сопоставлении этих изменений с распределением и динамикой опасных природных явлений гидрометеорологического и гидрологического характера, которые наносят ущерб хозяйственной деятельности и безопасности населения.

Материалы и методы исследования

Данные, полученные с метеостанций, являются незаменимыми для анализа многих аспектов климата, которые не могут быть адекватно воспроизведены в климатических моделях. Это касается экстремальных погодных явлений, микроклиматических особенностей, краткосрочных колебаний и долгосрочных трендов. Данные измерений метеорологических станций взяты из базы данных, предоставленной на сайте ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных» [12].

В данных метеостанций Грозный и Гудермес, которые доступны в [12], имеются пропуски. Из-за отсутствия информации с сентября 1994 по апрель 2001 г., а также за 2006 г., результаты расчетов средних декадных значений не могут быть надежными. Но данные метеостанций настолько ценны, что есть необходимость их обработать, не забывая при этом описанные обстоятельства.

Имеющиеся методы исследования могут быть применены при пропусках в наблюдениях или измерениях, однако это влияет на достоверность результатов, которые зависят от того, как отсутствующие данные распределены во времени. При климатологических исследованиях предпочтительно иметь полные комплекты данных. В руководстве Всемирной метеорологической организации (ВМО) отмечается, что многие исследования основываются на данных, полнота которых не превышает 75 % [13]. В таких ситуациях прибегают к расчетным методам для заполнения пробелов в данных измерений на метеостанциях. Исследователи принимают субъективное решение в отношении того, как быть с данной проблемой. В зависимости от выбранного уровня достоверности и метода расчета использование расчетных данных считается приемлемым [13].

Отсутствующие данные в измерениях при составлении временных рядов можно опустить, заменить средними значениями, попытаться интерполировать. В нашем случае трудно оценить, какое искажение внесут расчетные данные, например, средние значения ряда или результаты интерполяции тем или иным методом. В связи с этим, в настоящем исследовании отсутствующие данные опущены во временных рядах, поэтому искажения временных рядов обусловлены только объективными причинами и это надо иметь в виду при рассмотрении результатов.

Статистический анализ является основным инструментом в обработке метеорологических данных, позволяя исследовать тренды, выявлять аномалии, прогнозировать климатические условия и оценивать экстремальные события. Языковая среда для программирования Python предоставляет широкий спектр библиотек, таких как Pandas, NumPy, SciPy, Statsmodels и другие, которые облегчают обработку и анализ метеоданных. Эти инструменты позволяют использовать подходы больших данных при анализе климатических процессов.

Непараметрические методы выявления тенденций не чувствительны к пропускам данных и выбросам. В настоящем исследовании в качестве показателей наличия тенденции и степени полноты ее устойчивости использован коэффициент ранговой корреляции Спирмэна и тау-Кендалла [14; 15].

С целью выявления длительных постепенных изменений составлены ряды с 1961 по 2023 г. для следующих характеристик режима осадков:

P_{Month} – средняя месячная сумма осадков, мм;

P_{Season} – средняя за сезон месячная сумма осадков, мм;

P_{Max} – максимальное за месяц значение суточных сумм осадков, мм;

P_{Avg} – среднее за месяц значение суточных сумм осадков.

А также рассчитаны ряды таких характеристик режима осадков, как число дней с осадками более 1 мм, 5 мм, 10 мм, 15 мм, 20 мм.

Для исследования динамики и годового распределения опасных явлений гидрометеорологического и гидрологического характера на территории ЧР данные взяты из [16]. База данных охватывает период с 1991 по 2023 г.

Результаты и их обсуждение

Динамика осадков 1961-2023 гг.

Метеостанция Грозный расположена на высоте 256 м н. у. м., 43° 15' с. ш., 45° 43'в. д. Динамика годового хода рассчитана для климатически значимых 30-летних периодов с шагом в 10 лет. Для этого были определены климатические нормы для периодов 1961-1990 гг., 1971-2000 гг., 1981-2010 гг. и 1991-2020 гг. (рис. 1).

Годовое распределение имеет ярко выраженный главный максимум, который стабильно наблюдается в июне и составляет 84 мм. В периоде 1961-1990 гг., который принят ВМО как базовый для отслеживания современных изменений климата, а также в следующих двух 30-летних нормах 1971-2000 гг. и 1981-2010 гг., максимум был единственный. Последняя климатическая норма 1991-2020 гг. имеет вторичный максимум в октябре, который составляет 49 мм. Для сравнения, в горной зоне Карачаево-Черкесской Республики годовой ход осадков имеет один максимум в июне на метеостанциях Шаджатмаз и Зеленчукская, тогда как по данным метеостанции Клухорский перевал первичный максимум приходится на октябрь, вторичный максимум наблюдается в апреле [4]. В горной зоне Республики Дагестан по данным метеостанции Ахты главный максимум годового хода, как и в ЧР, приходится на июнь, вторичный обнаружен в сентябре при расчете за 1991-2020 гг. [5].

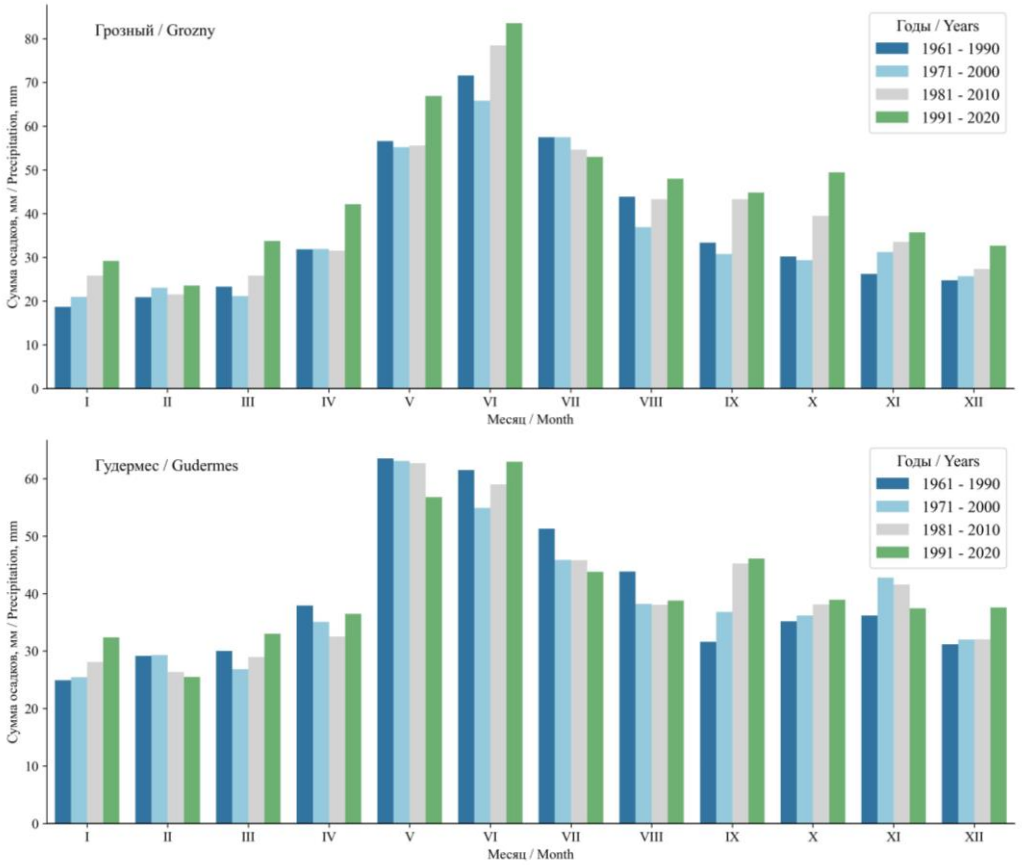


Рис. 1. **Динамика годового хода осадков**
Fig. 1. Dynamics of precipitation distribution by month

Наименьшие суммы осадков в начале исследуемого периода (1961-1990 гг. и 1971-2000 гг.) составляли 19-21 мм и наблюдались в январе. Далее минимум сместился на февраль, стал более выраженным на фоне годового хода и к концу исследуемого периода составил 24 мм.

Метеостанция Гудермес расположена на высоте 74 м н. у. м., 43° 21′ с. ш., 46° 07′ в. д. Динамика годового хода показывает аналогичную Грозному динамику годового минимума осадков, который начиная с 1981-2010 гг. сместился на февраль и в 1991-2020 гг. составляет 25 мм (рис. 1).

Главный максимум по данным метеостанции Гудермес, который начиная с базового периода и до 1981-2010 гг. приходился на май и составлял 63-64 мм, в последнее тридцатилетие 1991-2020 гг. сместился на июнь и составляет 63 мм.

Вторичный максимум годового хода осадков, с 1961 г. приходившийся на ноябрь и составлявший 36-43 мм, с 1981 г. сместился на сентябрь и составляет 46 мм.

Получить представление о величине осредненных за год месячных сумм осадков на территории ЧР и их динамике по десятилетним периодам, также широко используемым при характеристике климата, можно из рисунка 2.

По данным метеостанции Грозный самое обильное осадками десятилетие пришлось на 2001-2010 гг. (49 мм/мес.), тогда как в Гудермесе наибольшее количество осадков выпадало в начале исследуемого периода в 1961-1970 гг. (45 мм/мес.).

Наименьшее количество средних годовых осадков по данным метеостанции Грозный выпадало в 1981-1990 гг. (35 мм/мес.), в Гудермесе – десятилетием ранее в 1971-1980 гг. и составило 37 мм/мес.

Сезонная динамика осадков в ЧР, оказывающая значительное влияние на годовую динамику, подробно представлена на рисунке 3. Для того чтобы отобразить изменения в осадках в сопоставимом масштабе, средние месячные суммы осадков за каждый сезон были подвергнуты z-нормализации, что позволяет более наглядно сравнить колебания осадков и их тенденции в течение исследуемого периода.

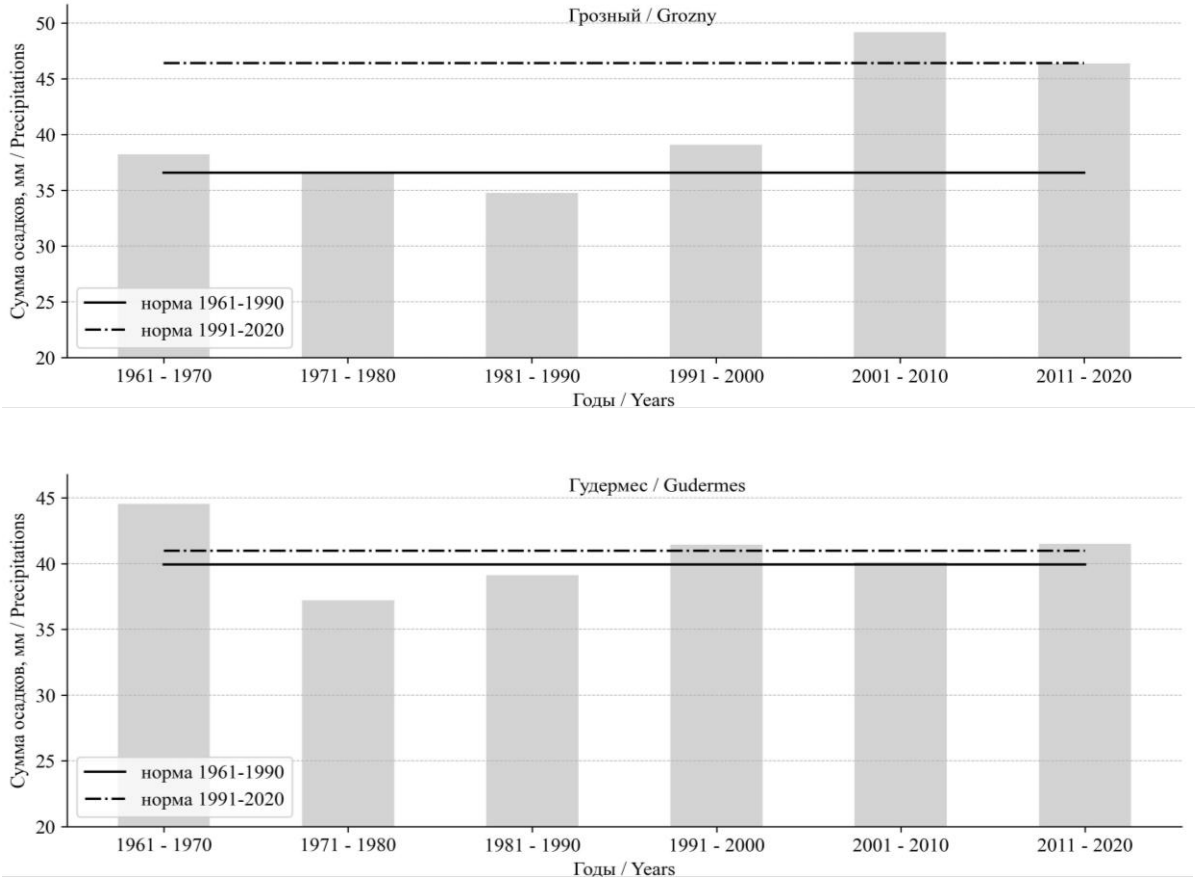


Рис. 2. **Динамика средних за год месячных сумм осадков по 10-летним периодам**
Fig. 2. Dynamics of annual averaged monthly precipitation over a 10-year period

По данным метеостанции Грозный в начале исследуемого периода только летние суммы превышали среднее значение ряда. Зимние осадки устойчиво росли с 1961 г. и с 1981-1990 гг. стали превышать среднее значение, достигнув максимума в 2011-2020 гг. (31 мм/мес.).

С 2001 г. все сезонные аномалии имеют положительный знак. При этом самая большая аномалия принадлежит весенним суммам в 2011-2020 гг.

По данным метеостанции Гудермес динамика средних сезонных сумм осадков имеет как общие тенденции с метеостанцией Грозный, так и локальные особенности. В 1961-1970 гг. весенние суммы имеют положительную аномалию, тогда как в Грозном она отсутствует, т. е. весенние суммы совпадают по значению со средними по временному ряду. Остальные сезонные аномалии на метеостанциях совпадают по знаку. При этом летняя аномалия максимальна для этого сезона. Следующие положительные летние аномалии встречаются уже только в 2001-2010 гг. и 2011-2020 гг., но их значение в 15 раз меньше.

Динамика зимних сумм в целом имеет сходный характер на обеих метеостанциях. Максимальное значение аномалии зимних осадков в Гудермесе, как и в Грозном, приходится на последнее десятилетие. Отличительная особенность осенних сумм в том, что в 2011-2020 гг. осенняя аномалия наибольшая из отрицательных. Самые дождливые осенние сезоны здесь обнаружены в 1991-2000 гг.

Таким образом, максимум годовых осадков на метеостанции Грозный приходится на конец исследуемого периода и обусловлен тем, что все сезонные аномалии положительны. В то время как максимум годовых сумм по данным метеостанции Гудермес находится в начале исследуемого периода и обеспечен осадками весенне-летнего сезона.

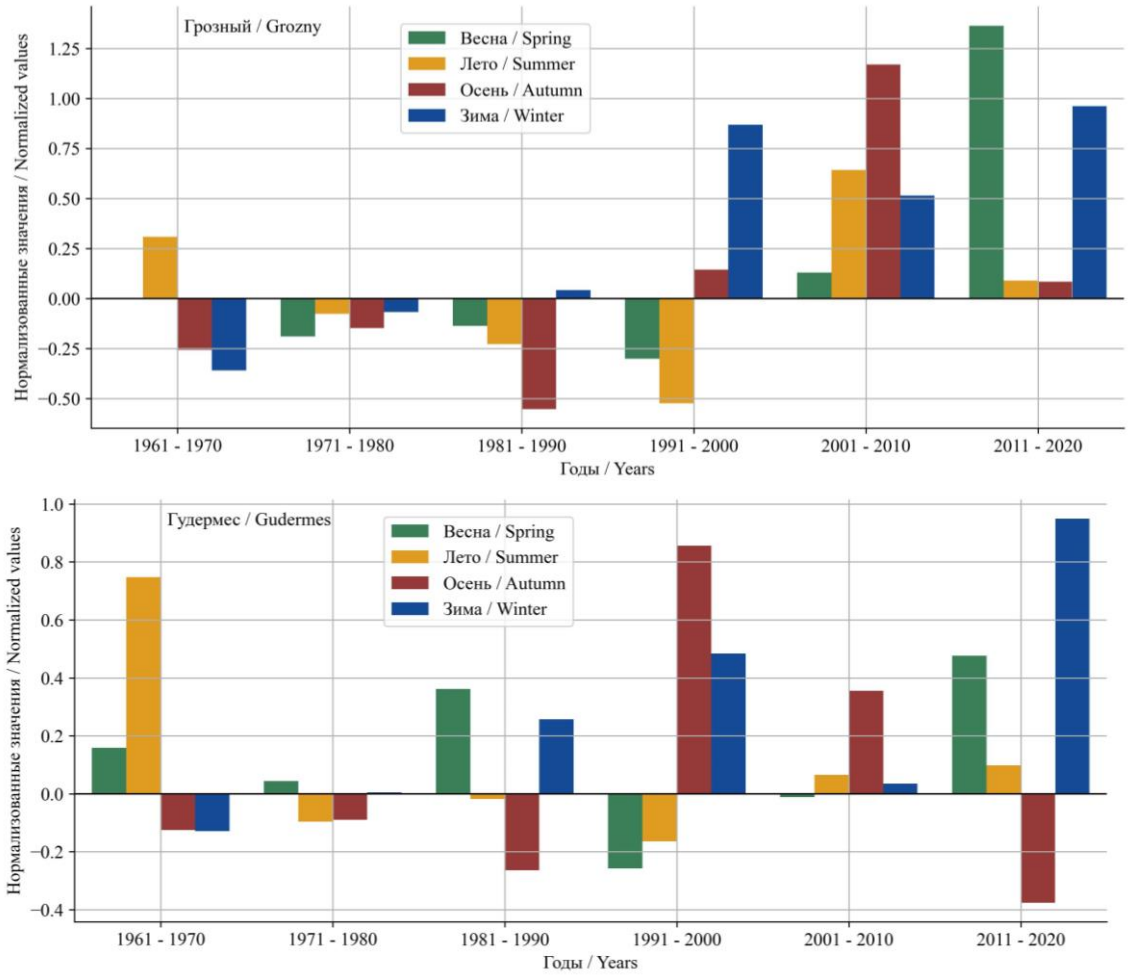


Рис. 3. **Динамика нормализованных среднесезонных сумм по десятилетним периодам**
Fig. 3. Dynamics of normalized seasonal averages over ten-year periods

Статистическая характеристика временных рядов (1961-2023 гг.) месячных сумм осадков по данным метеостанций представлена на рисунке 4, откуда можно получить представление о средних значениях временных рядов, их среднеквадратическом отклонении, межквартильном размахе и количестве выбросов. Количество выбросов важно при выборе методов построения линейной модели тренда ряда. Процент выбросов по данным метеостанции Грозный изменяется от 0 в июле до 6,35 % в декабре и 7,94 % в мае. По данным метеостанции Гудермес процент выбросов составляет от 0 в июне, 1,6 % в феврале-марте и октябре-ноябре, до 6,35 % в декабре-январе. При небольшом проценте выбросов для построения модели линейного тренда хорошо себя показал метод наименьших квадратов (МНК) по сравнению с другими методами подбора оценок тренда. Поэтому наряду с непараметрическими маркерами наличия тенденции во временном ряде (τ-Кендалла, r-Спирмэна) в настоящей работе рассчитаны оценки линейных трендов с использованием МНК.

Результаты расчетов оценок статистически значимых трендов за 1961-2023 гг. для метеостанции Грозный приведены в таблице 1. Рассмотрены тенденции, уровень значимости которых составляет 0,1 и ниже.

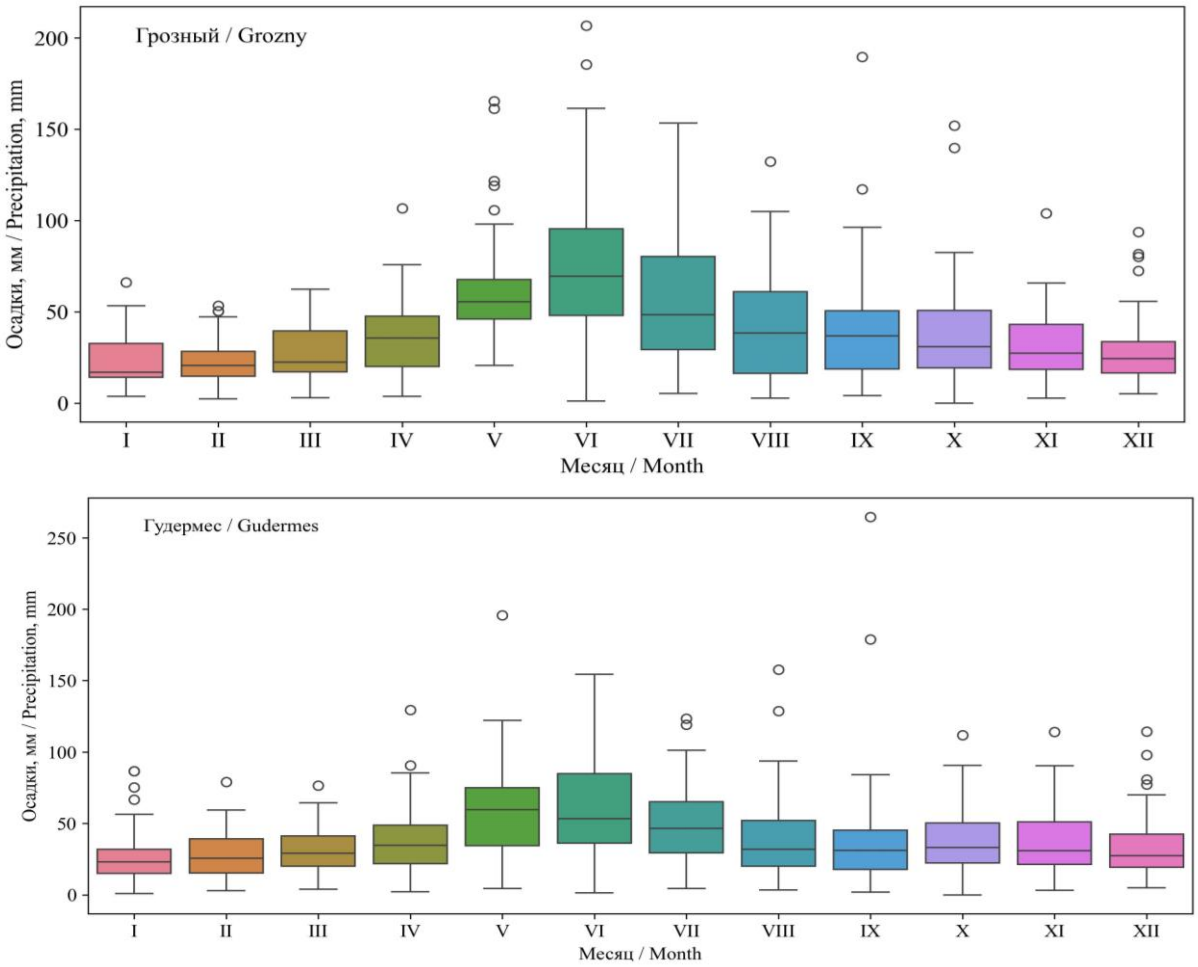


Рис. 4. **Статистическая характеристика временных рядов (1961-2023 гг.) месячных сумм осадков по данным метеостанций**
Fig. 4. Statistical characteristics of time series (1961-2023) of monthly precipitation amounts based on weather stations data

Таблица 1. **Значимые изменения характеристик режима осадков, метеостанция Грозный**

Table 1. Significant changes in precipitation regime characteristics, Grozny Weather Station

Характеристика Characteristics	**Мес./Сез.** Month/Season	I_{mean}	σ	$\tau_{Kendall}$	*p–value*	r_S	*p–value*	b_{Line}	*p–value*	**Normal**
P_{Month}	I	22.64	13.29	0.21	0.0226	0.32	0.0190	2.27	0.0135	False
	III	28.04	15.42	0.26	0.0045	0.37	0.0053	3.00	0.0045	True
	IV	36.23	21.78	0.18	0.0500	0.29	0.0327	2.68	0.0790	True
	V	61.66	29.82	0.15	0.1102	0.24	0.0696	3.87	0.0633	False
	X	38.39	29.00	0.16	0.0950	0.21	0.1214	4.22	0.0365	False
	XI	31.08	19.12	0.18	0.0572	0.27	0.0499	2.52	0.0590	False
P_{Season}	Весна	42.08	15.47	0.25	0.0072	0.38	0.0044	3.22	0.0022	True
	Осень	36.44	16.21	0.23	0.0133	0.35	0.0091	3.04	0.0062	False
	Зима	24.68	8.52	0.31	0.0008	0.44	0.0009	1.97	0.0006	False
	Год	40.82	8.53	0.31	0.0011	0.49	0.0002	2.14	0.0002	True
P_{Max}	I	6.93	4.04	0.16	0.0866	0.22	0.1036	0.56	0.0458	True
	II	7.68	5.47	0.19	0.0403	0.28	0.0340	0.91	0.0160	False
	V	23.08	15.62	0.13	0.1725	0.17	0.2075	2.27	0.0368	False
	X	13.95	9.41	0.13	0.1655	0.18	0.1853	1.29	0.0491	False
	XI	10.58	6.78	0.18	0.0580	0.25	0.0669	1.02	0.0298	False
P_{Avg}	I	0.73	0.43	0.21	0.0240	0.31	0.0200	0.07	0.0135	False
	III	0.90	0.50	0.26	0.0047	0.37	0.0054	0.10	0.0045	True
	VI	1.21	0.73	0.18	0.0508	0.29	0.0330	0.09	0.0790	True
	V	1.99	0.96	0.15	0.1071	0.25	0.0673	0.13	0.0620	False
	X	1.24	0.94	0.15	0.0964	0.21	0.1227	0.14	0.0360	False
	XI	1.04	0.64	0.18	0.0581	0.26	0.0506	0.08	0.0590	False

Примечание: I_{mean} – среднее за указанный период месячное значение суммы осадков, мм;
σ – среднее квадратическое отклонение исследуемого ряда;
$\tau_{Kendall}$ – коэффициент ранговой корреляции Кендалла;
r_S – коэффициент ранговой корреляции Спирмэна;
b_{Linear} – оценки линейной регрессионной модели, мм/10 лет;
p-value – вероятность случайной ошибки при проверке гипотезы;
Normal – маркер соответствия выборки нормальному распределению.
Note: I_{mean} – average monthly precipitation amount for the specified period, mm;
σ – standard deviation of the studied series;
$\tau_{Kendall}$ – Kendall rank correlation coefficient;
r_S – Spearman rank correlation coefficient;
b_{Linea} – estimates of the linear regression model, mm/10 years;
p-value – probability of random error when testing the hypothesis;
Normal – marker of compliance of the sample with the normal distribution.

Из результатов расчетов видно, что все статистически значимые тенденции положительные. В марте рост статистически значим на уровне 0,01, в январе, апреле и ноябре – на уровне 0,05, в мае и октябре – на уровне 0,1. Те ряды, плотность вероятности которых подчиняется нормальному закону распределения, имеют надежные оценки линейных трендов методом МНК и для марта и апреля скорость роста месячных сумм составляет 3 мм/10 лет. Для остальных рядов, для которых тесты на принадлежность нормальному распределению остатков регрессии отрицательны, оценивается степень полноты устойчивости тенденции непараметрическими методами. Коэффициент ранговой корреляции Спирмэна r_S меняется от 0,27 до 0,37, т. е. степень полноты устойчивости тенденции варьируется от слабой до умеренной.

Что касается средних за сезон месячных сумм, то весной они растут со скоростью 3,2 мм/10 лет, средние за год месячные суммы растут со скоростью 2,2 мм/10 лет. Зимой и осенью тенденция роста осадков имеет умеренную степень полноты устойчивости (r_S составляет 0,44 и 0,35, соответственно).

Суточные характеристики P_{Max} и P_{Avg} показывают статистически значимый рост в те же месяцы, что и месячные суммы. Кроме того, суточный максимум показал значимый рост в феврале. Степень полноты устойчивости тенденций слабая.

Статистически значимые тенденции роста числа дней с осадками выше заданного порога по данным метеостанции Грозный приведены в таблице 2. Рост месячных сумм осадков в марте обусловлен увеличением числа дней с осадками более 1-10 мм. Увеличение октябрьских сумм связано с ростом числа дней с осадками более 10-20 мм. Январские осадки растут за счет числа дней с осадками больше 5 мм и 15 мм. В феврале отмечается рост числа дней с осадками большой интенсивности (более 10 мм и 20 мм) параллельно с ростом максимальных за месяц суточных сумм, что объясняет значимый рост осадков зимнего сезона.

Результаты аналогичных расчетов по данным метеостанции Гудермес приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 2. **Динамика числа дней с осадками, метеостанция Грозный**
Table 1. Dynamics of the precipitation days' number, Grozny Weather Station

N	Мес./Сез. Month/Season	I_{mean}	σ	$\tau_{Kendall}$	p–value	r_S	p–value	b_{Line}	p–value	Normal
>1 мм	III	5.05	3.18	0.19	0.0306	0.30	0.0186	0.53	0.0155	True
>5 мм	I	1.05	1.36	0.15	0.1166	0.20	0.1075	0.18	0.0504	False
	III	1.32	1.29	0.16	0.0912	0.24	0.0594	0.19	0.0322	True
>10 мм	II	0.27	0.51	0.16	0.1192	0.20	0.1157	0.07	0.0666	False
	III	0.38	0.63	0.19	0.0646	0.23	0.0640	0.08	0.0689	False
	X	0.89	1.12	0.14	0.1425	0.20	0.1236	0.13	0.0986	False
>15 мм	I	0.03	0.18	0.18	0.0845	0.22	0.0845	0.02	0.0845	False
	II	0.08	0.27	0.20	0.0502	0.25	0.0494	0.04	0.0494	False
	X	0.44	0.76	0.14	0.1545	0.17	0.1734	0.10	0.0588	False
>20 мм	II	0.03	0.18	0.22	0.0377	0.26	0.0366	0.03	0.0366	False
	X	0.17	0.52	0.22	0.0297	0.27	0.0309	0.08	0.0302	False

Примечание: N – число дней с осадками более заданного порога.
Note: N is the number of days with precipitation greater than the specified threshold.

Таблица 3. **Значимые изменения характеристик режима осадков, метеостанция Гудермес**
Table 3. Significant changes in precipitation regime characteristics, Gudermes Weather Station

Характеристика Characteristics	Мес./Сез. Month/Season	I_{mean}	σ	$\tau_{Kendall}$	p–value	r_S	p–value	b_{Line}	p–value	Normal
P_{Season}	Winter	29.80	10.95	0.14	0.1536	0.21	0.1301	1.36	0.0939	True
P_{Max}	I	8.02	5.54	0.21	0.0189	0.30	0.0210	0.92	0.0174	False
P_{Avg}	I	0.88	0.62	0.15	0.1003	0.21	0.1060	0.08	0.0601	False

Таблица 4. **Динамика числа дней с осадками, метеостанция Гудермес**
Table 4. Dynamics of the precipitation days' number, Gudermes Weather Station

N	Мес./Сез. Month/Season	I_{mean}	σ	$\tau_{Kendall}$	p–value	r_S	p–value	b_{Line}	p–value	Normal
>1 мм	VIII	4.56	2.86	-0.11	0.2222	-0.19	0.1465	-0.34	0.0893	True
>5 мм	I	1.43	1.66	0.20	0.0332	0.26	0.0414	0.25	0.0257	False
>5 мм	VIII	2.16	1.89	-0.19	0.0375	-0.26	0.0394	-0.26	0.0495	False
>10 мм	I	0.35	0.74	0.25	0.0126	0.32	0.0118	0.13	0.0120	False
>10 мм	VII	1.35	1.17	-0.22	0.0226	-0.30	0.0161	-0.21	0.0079	True
>10 мм	VIII	1.13	1.16	-0.19	0.0456	-0.25	0.0499	-0.16	0.0452	False
>15 мм	VII	0.78	0.92	-0.21	0.0322	-0.27	0.0302	-0.14	0.0284	False
>20 мм	II	0.08	0.27	0.25	0.0157	0.31	0.0145	0.05	0.0145	False
>20 мм	VII	0.48	0.69	-0.18	0.0816	-0.22	0.0795	-0.09	0.0697	False

Характер динамики по данным метеостанции Гудермес следующий: статистические значимые тенденции временных рядов месячных сумм отсутствуют; тенденции роста обнаружены для зимних осадков, b_{Line} = 1,36 мм/10 лет, которым сопутствует рост суточных характеристик P_{Max} и P_{Avg} в январе, степень полноты устойчивости тенденции слабая (0,21-0,3). Кроме того, в январе обнаружен рост числа дней с осадками более 5 мм и 10 мм.

К локальным особенностям изменения режима осадков по данным метеостанции Гудермес можно отнести снижение числа дней с осадками в июле за счет уменьшения числа дней с осадками большой интенсивности (более 10-20 мм) и августе за счет осадков малой интенсивности (1-10 мм).

Опасные природные процессы гидрометеорологического и гидрологического характера в ЧР.

База данных по опасным природным явлениям, причинившим экономический ущерб с 1991 по 2023 г. [16], послужила исходным материалом для расчета числа опасных явлений гидрометеорологического и гидрологического характера на территории ЧР.

Представленные в наборе данные отфильтрованы по региону исследования. Далее на их основе сформированы ряды опасных явлений гидрометеорологического характера (снег, град, ливень, дождь, смешанные осадки) и опасных природных явлений гидрологического генезиса (паводки и сели). Годовое распределение указанных опасных явлений за 1991-2023 гг. представлено на рисунке 5.

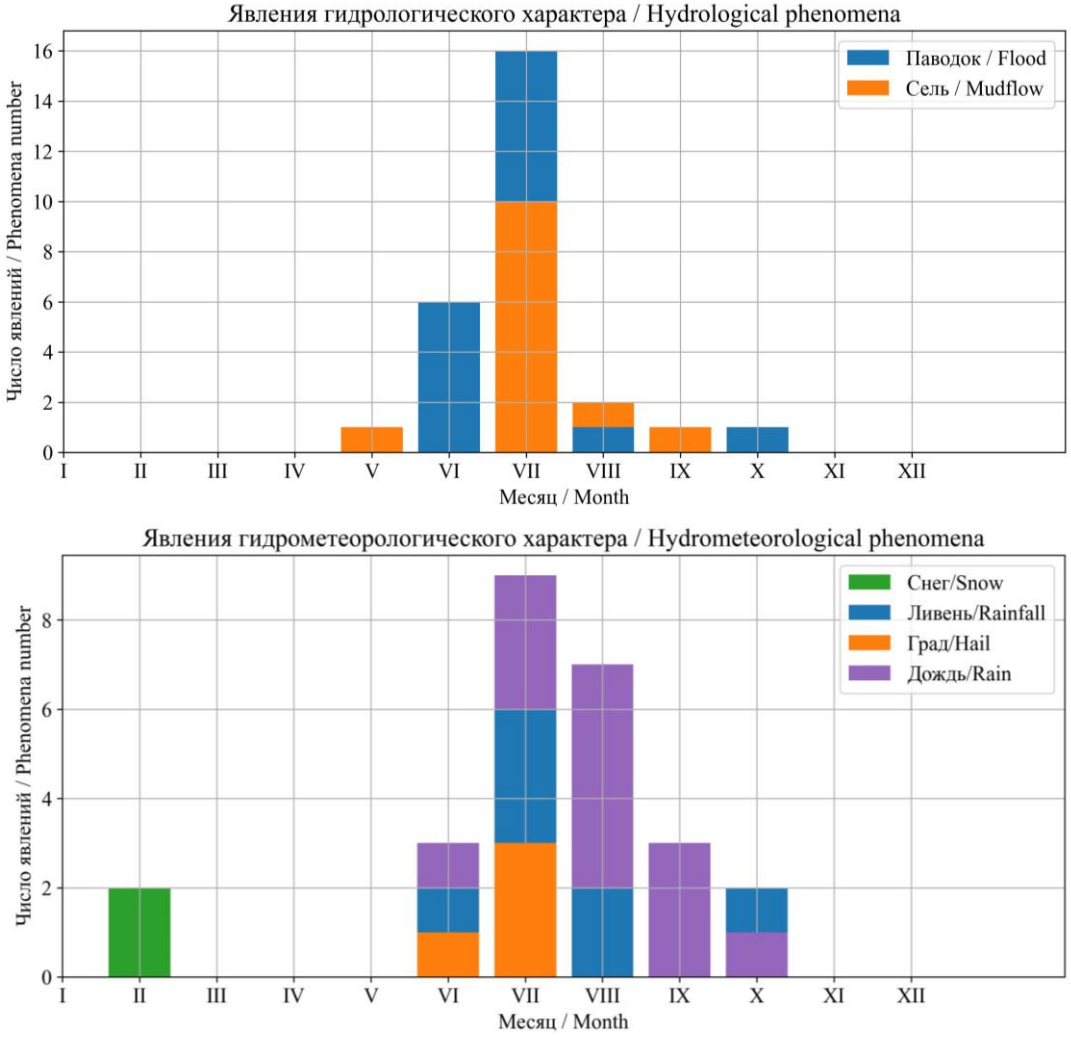


Рис. 5. **Годовое распределение опасных явлений на территории Чеченской Республики по данным 1991-2023 гг.**
Fig. 5. Annual distribution of hazardous phenomena in the Chechen Republic according to data from 1991-2023

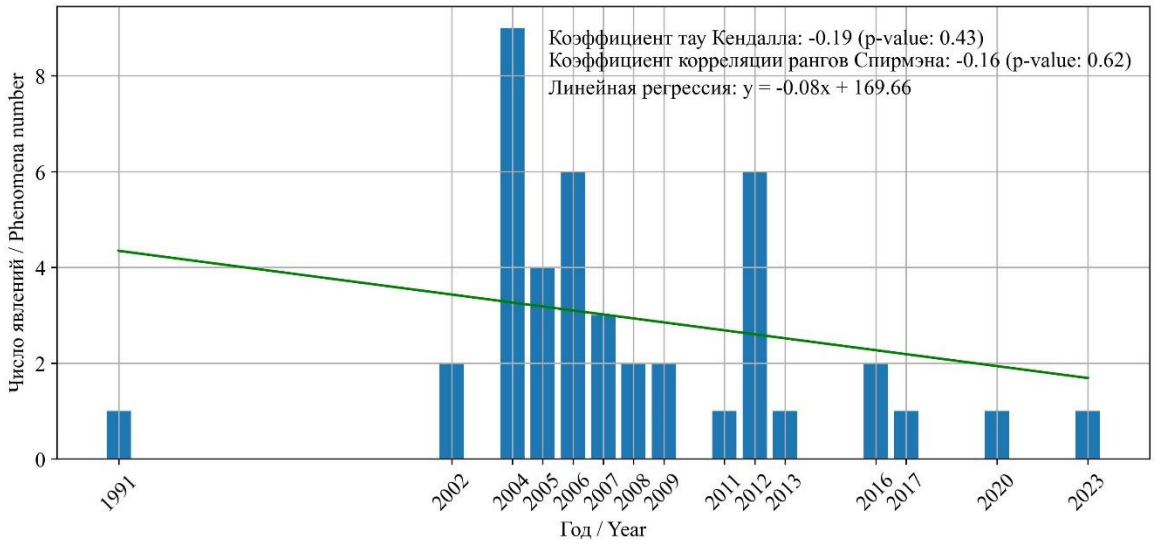


Рис. 6. **Количество неблагоприятных гидрометеорологических явлений, принесших ущерб в 1991-2023 гг. на территории ЧР**
Fig. 6. The number of hydrometeorological hazards that caused damage in the Chechen Republic, 1991-2023

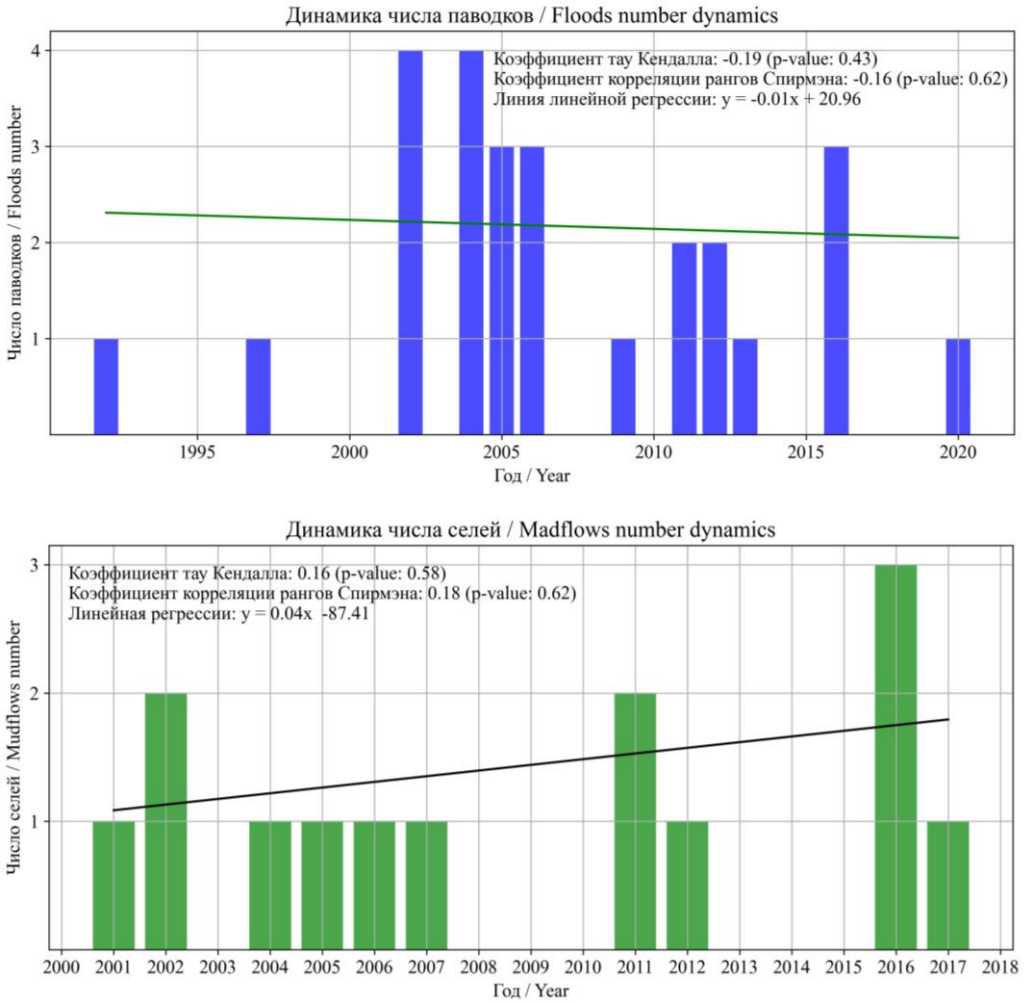


Рис. 7. **Количество неблагоприятных гидрологических явлений, принесших ущерб в 1991-2023 гг. на территории ЧР**
Fig. 7. The hydrological hazards number that caused damage in the Chechen Republic, 1991-2023

Как видно из расчетов, максимальное число гидрометеорологических и инициируемых ими гидрологических бедствий, принесших ущерб в 1991-2023 гг., приходится на июнь. Период опасных дождей и ливней длится с мая по сентябрь, что практически совпадает с периодом паводковой и селевой опасности, которая зафиксирована с апреля по сентябрь. Число паводков почти вдвое превышает число селей.

Из гидрометеорологических бедствий ведущая роль принадлежит дождям, затем ливням. Град приносит ущерб в мае и июне.

Наибольшее число неблагоприятных явлений гидрометеорологического характера зарегистрировано в 2004 (9 явлений), 2006 (6 явлений) и в 2012 гг. (6 явлений). Динамика представлена на рисунке 6.

Ряды демонстрируют слабо устойчивую, статистически незначимую тенденцию к снижению числа принесших ущерб явлений.

Динамика явлений гидрологического характера представлена на рисунке 7. Наибольшее число принесших ущерб селей зарегистрировано в 2016 г. (3 явления), по два явления зарегистрированы в 2002 и в 2011 гг.

Максимальное количество паводков зафиксировано в 2002 и 2004 гг. (по 4 случая). По 3 случая зарегистрированы в 2005, 2006 и в 2016 гг.

Динамика явлений гидрологического характера (селей и паводков) приведена на рисунке 7. Имеющиеся тенденции разнонаправленные: положительная для селей, отрицательная для паводков. Но в обоих случаях тенденция статистически незначимая, когда отклонение от нуля считается случайным.

При анализе результатов следует принимать во внимание, что причиной роста количества явлений, принесших ущерб хозяйству, может служить не только изменение режима осадков, но и возросшая освоенность территории, появление новых инфраструктурных элементов в ранее неосвоенных районах или перенос старых на новое место (например, автодорог) и др. [17].

Заключение

Динамика осадков на рассмотренных метеорологических станциях, расположенных на территории Чеченской Республики, демонстрирует определённые локальные особенности, характеризующие режим осадков для этого региона. В соответствии с последней климатической нормой, охватывающей период с 1991 по 2020 г., наблюдается главный максимум осадков в июне на обеих станциях. Однако вторичные максимумы осадков различаются: в Грозном он приходится на октябрь, в то время как в Гудермесе смещение произошло с ноября на сентябрь, что указывает на специфические различия в распределении осадков в пределах региона.

Сопоставление обнаруженных статистически значимых трендов месячных и суточных характеристик осадков показывает, что рост месячных сумм осадков в марте можно объяснить увеличением числа дней с осадками более 1-10 мм и ростом средних суточных сумм. Т. е. осадки в марте приобретают бóльшую частоту и интенсивность.

В октябре же рост общего количества осадков обусловлен увеличением числа дней с осадками, превышающими 10-20 мм, что говорит о повышении интенсивности осадков в осенний период.

В феврале выявлен рост числа дней с осадками большой интенсивности (более 10 мм и 20 мм), что сопровождается ростом максимальных за месяц суточных осадков. Вместе с ростом количества дней с осадками более 5 мм и 15 мм это объясняет общий значимый рост осадков в зимний сезон, который стал более влажным.

На метеостанции Гудермес, в свою очередь, наблюдается несколько иной характер динамики. Здесь не обнаружено статистически значимых тенденций изменения месячных сумм осадков. Тенденции роста сумм осадков, обнаруженные для зимнего сезона в целом, сопровождаются как увеличением суточных сумм, так и числа дней с осадками более 5 мм и 10 мм в январе.

К локальным особенностям изменения режима осадков по данным метеостанции Гудермес можно отнести снижение числа дней с осадками в июле за счет осадков большой интенсивности и августе за счет осадков малой интенсивности.

Сопоставив обнаруженные тенденции изменения режима осадков в ЧР с годовым распределением опасных явлений, можно прийти к следующим выводам. Летний сезон остаётся ключевым периодом, когда чаще всего происходят опасные явления как гидрометеорологического, так и гидрологического характера (сели и паводки). Однако стоит отметить, что в летние месяцы не выявлено устойчивых тенденций к

увеличению количества осадков. Напротив, в июле зафиксировано уменьшение числа дней с интенсивными осадками, а в августе – со слабыми. Это может привести к снижению вероятности неблагоприятных явлений в этот период.

Одновременно с этим наблюдаются тенденции к росту осадков с марта по май, а также в октябре и ноябре. Эти изменения могут стать причиной увеличения числа опасных явлений весной и осенью, что потребует внимания со стороны специализированных и других заинтересованных служб.

Список источников

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год. М., 2024. 104 с.

2. Zhang H, Delworth TL. Detectability of decadal anthropogenic hydroclimate changes over North America. *Journal of Climate*. 2018;31(7):2579-2597. DOI: 10.1175/JCLI-D-17-0366.1

3. Martel JL, Mailhot Al, Brissette F, Caya D. Role of natural climate variability in the detection of anthropogenic climate change signal for mean and extreme precipitation at local and regional scales. *Journal of Climate*. 2018;31(6):4541-4263. DOI: 10.1175/JCLI-D-17-0282.1

4. Корчагина Е. А. Характеристика суточных сумм атмосферных осадков на Западном Кавказе // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2021. № 3. С. 25-32. DOI: 10.17308/geo.2021.3/3597. EDN: JVFEQX

5. Korchagina EA. Modern changes in the precipitation and air temperature regime in the mountainous regions of the Dagestan Republic. *Russian Journal of Earth Sciences*. 2022;22(5):ES01SI04. DOI: 10.2205/2022ES01SI04

6. Şen Z. Innovative trend analysis methodology. *Journal of Hydrologic Engineering*. 2012;17(9):1042–1046. DOI: 10.1061/(asce)he.1943-5584.0000556

7. Разумов В. В., Беккиев М. Ю., Разумова Н. В., Шагин С. И. Масштабы и опасность наводнений на Северном Кавказе // Наука. Инновации. Технологии. 2018. № 1. С. 143-160. EDN: RTFXJV

8. Гакаев, Р. А. Атмосферные осадки и их интенсивность, как один из факторов возникновения оползней в горной части Чеченской Республики // Сергеевские чтения. Устойчивое развитие: задачи геоэкологии (инженерно-геологические, гидрогеологические и геокриологические аспекты): молодежная конференция. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (Москва, 21–22 марта 2013 г.). Выпуск 15. М.: Российский университет дружбы народов, 2013. С. 110-114. EDN UJEIDF

9. Заурбеков Ш. Ш., Бекмурзаева Л. Р. О динамике температурного режима на территории Чеченской Республики с 2001 по 2006 г. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2008. № 1(143). С. 124-126. EDN: IKPQTL

References

1. Report on the climate features in the territory of the Russian Federation for 2023. Moscow, 2024:104. (In Russ)

2. Zhang H, Delworth TL. Detectability of decadal anthropogenic hydroclimate changes over North America. *Journal of Climate*. 2018;31(7):2579-2597. DOI: 10.1175/JCLI-D-17-0366.1

3. Martel JL, Mailhot Al, Brissette F, Caya D. Role of natural climate variability in the detection of anthropogenic climate change signal for mean and extreme precipitation at local and regional scales. *Journal of Climate*. 2018;31(6):4541-4263. DOI: 10.1175/JCLI-D-17-0282.1

4. Korchagina EA. Characteristics of daily sums of atmospheric precipitation in the Western Caucasus. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*. 2021(3):25-32. (In Russ). DOI: 10.17308/geo.2021.3/3597. EDN: JVFEQX

5. Korchagina EA. Modern changes in the precipitation and air temperature regime in the mountainous regions of the Dagestan Republic. *Russian Journal of Earth Sciences*. 2022;22(5):ES01SI04. DOI: 10.2205/2022ES01SI04

6. Şen Z. Innovative trend analysis methodology. *Journal of Hydrologic Engineering*. 2012;17(9):1042–1046. DOI: 10.1061/(asce)he.1943-5584.0000556

7. Razumov VV, Bekkiev MYu, Razumova NV, Shagin SI. Scales and danger of floods in the North Caucasus. *Science. Innovations. Technologies.* 2018(1):143-160. (In Russ). EDN: RTFXJV

8. Gakaev RA. Atmospheric precipitation and its intensity as one of the factors causing landslides in the mountainous part of the Chechen Republic. *Sergeev Readings. Sustainable Development: Tasks of Geoecology (Engineering-Geological, Hydrogeological and Geocryological Aspects): Youth Conference. Proceedings of the Annual Session of the Scientific Council of the Russian Academy of Sciences on the Problems of Geoecology, Engineering Geology and Hydrogeology (Moscow, March 21-22, 2013).* Iss. 15. Moscow: Peoples' Friendship University of Russia, 2013. Pp. 110-114. (In Russ). EDN UJEIDF

9. Zaurbekov ShSh, Bekmurzaeva LR. On the dynamics of the temperature regime in the territory of the Chechen Republic from 2001 to 2006. *Bulletin of Higher Educational Institutions. North*

10. Братков В. В., Булаева Н. М., Бекмурзаева Р. Х. Современные климатические условия территории Чеченской республики // Мониторинг. Наука и технологии. 2022. № 4(54). С. 32-42. DOI 10.25714/MNT.2022.54.005. EDN RSEUGF

11. Атаев З. В., Братков В. В. Горно-котловинные ландшафты Северо-Восточного Кавказа: современные климатические изменения и сезонная динамика. Махачкала: ДГПУ, 2011. 127 с. EDN: QKKDHN

12. Булыгина О. Н., Разуваев В. Н., Александрова Т. М. Описание массива данных суточной температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (TTTR) – Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620942. URL: http://meteo.ru/data/162-temperature-precipitation#описание-массива-данных (дата обращения 07.08.2024)

13. Руководство для пользователей стандартизированного индекса осадков. Всемирная Метеорологическая Организация, 2012. № 1090. 26 с.

14. Ali R, Kuriqi Al, Abubaker Sh, Kisi O. Long-term trends and seasonality detection of the observed flow in Yangtze River using Mann-Kendall and Sen's innovative trend method. *Water.* 2019;11:1855. DOI: 10.3390/w11091855

15. Panda A, Sahu N. Trend analysis of seasonal rainfall and temperature pattern in Kalahandi, Bolangir and Koraput districts of Odisha, India. *Atmospheric Science Letters*. 2019;20(1). DOI: 10.1002/asl.932

16. Шамин С. И., Бухонова Л. К., Санина А. Т. Сведения об опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлениях, которые нанесли материальный и социальный ущерб на территории России: Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2019621326. Заявка № 2019621213 от 09.07.2019. EDN: SRESYC

17. Корчагина Е. А. Изменения в режиме атмосферных осадков на территории Карачаево-Черкесской Республики // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2023. Т. 17. № 2. С. 45-56. DOI 10.31161/1995-0675-2023-17-2-45-56. EDN OHYZCS

Caucasus Region. Natural Sciences. 2008(1(143):124-126. (In Russ). EDN: IKPQTL

10. Bratkov VV, Bulaeva NM, Bekmurzaeva RKh. *Monitoring. Science & Technologies.* 2022(4(54):32-42. (In Russ). DOI 10.25714/MNT.2022.54.005. EDN RSEUGF

11. Ataev ZV, Bratkov VV. Mountain and depression landscapes of the North-Eastern Caucasus: current climate changes and seasonal dynamics. Makhachkala: DSPU, 2011:127. (In Russ). EDN: QKKDHN

12. Bulygina ON, Razuvaev VN, Aleksandrova TM. Description of the data array of daily air temperature and precipitation at meteorological stations in Russia and the former USSR (TTTR) - Certificate of state registration of the database No. 2014620942. URL: http://meteo.ru/data/162-temperature-precipitation#описание-массива-данных (accessed 07.08.2024). (In Russ)

13. Guide for users of the standardized precipitation index. World Meteorological Organization, 2012(1090):26. (In Russ)

14. Ali R, Kuriqi Al, Abubaker Sh, Kisi O. Long-term trends and seasonality detection of the observed flow in Yangtze River using Mann-Kendall and Sen's innovative trend method. *Water.* 2019;11:1855. DOI: 10.3390/w11091855

15. Panda A, Sahu N. Trend analysis of seasonal rainfall and temperature pattern in Kalahandi, Bolangir and Koraput districts of Odisha, India. *Atmospheric Science Letters*. 2019;20(1). DOI: 10.1002/asl.932

16. Shamin SI, Bukhonova LK, Sanina AT. Information on hazardous and adverse hydrometeorological phenomena that caused material and social damage on the territory of Russia: Certificate of state registration of the database No. 2019621326. Application No. 2019621213 dated 07.09.2019. (In Russ). EDN: SRESYC

17. Korchagina EA. Changes in the atmospheric precipitation regime of the Karachay-Cherkess Republic. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2023;17(2):45-56. (In Russ). DOI 10.31161/1995-0675-2023-17-2-45-56. EDN OHYZCS

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Корчагина Елена Александровна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник центра географических исследований, Кабардино-Балкарский научный центр РАН, Нальчик, Россия, helena.a.k@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-9368-1666

Статья поступила в редакцию 02.09.2024
Одобрена после рецензирования 10.09.2024
Принята к публикации 12.09.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Affiliation

Elena A. Korchagina, Ph.D. (Physics and Mathematics), Senior Researcher, Center for Geographical Research, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russia, helena.a.k@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-9368-1666

The article was submitted 02.09.2024
Approved after reviewing 10.09.2024
Accepted for publication 12.09.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 551.324.63
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-66-73
EDN: TNYPDQ

Трансформация гляциально-гидрологического комплекса в биосферном полигоне Тебердинского национального парка

© 2024 Онищенко В. В.✉, Тохчуков Ш. Ю.
Карачаево-Черкесский государственный университет им. У. Д. Алиева
Карачаевск, Россия, ovv333@mail.ru✉; shamil.ekolog@gmail.com

РЕЗЮМЕ. Цель. Изучение динамики природно-территориальных комплексов горных районов Карачаево-Черкесии на примере механизма формирования и перемещения катастрофического водо-ледово-каменного селя зимой 2022 г. в верховьях долины Аксаут. **Методы** основаны на анализе материалов дистанционного зондирования Земли в сочетании с данными полевого сканирования и результатами мониторинга Высокогорного геофизического института (ВГИ) по аксаутской катастрофе 2022 г. **Результаты.** Выявлены изменения структуры подстилающей поверхности, связанные с климатом, деградацией оледенения и формированием преобразованной геосистемы в рекреационно-горнодобывающем комплексе. **Выводы.** Транзитный туристский маршрут к легендарному Марухскому перевалу и одноименному леднику приобрел новое ландшафтно-эстетическое и экзогенное содержание.

Ключевые слова: климат, оледенение, геоморфология, природно-территориальная система, деградация, скально-глыбовый срыв, катастрофический сель.

Формат цитирования: Онищенко В. В., Тохчуков Ш. Ю. Трансформация гляциально-гидрологического комплекса в биосферном полигоне Тебердинского национального парка // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 3. С. 66-73. 10.31161/1995-0675-2024-18-3-66-73. EDN: TNYPDQ

Transformation of the Glacial-Hydrological Complex in the Biosphere Polygon of the Teberda National Park

© 2024 Vyacheslav V. Onishchenko✉, Shamil Yu. Tohchukov
Umar Aliev Karachay-Cherkess State University
Karachayevsk, Russia, ovv333@mail.ru✉; shamil.ekolog@gmail.com

ABSRTACT. The **aim** of the paper is to research the dynamics of natural-territorial complexes of Karachay-Cherkessia mountainous regions using the example of the mechanism for formation and movement of a catastrophic water-ice-rock mudflow in the winter of 2022 in the Aksaut valley upper reaches. The **methods** are based on the analysis of Earth remote sensing data in combination with field scanning data and monitoring results of High-Mountain Geophysical Institute on the Aksaut disaster of 2022. **Results.** Changes in the structure of the underlying surface associated with climate, glaciation degradation and the formation of a transformed geosystem in the recreational and mining complex were revealed. **Conclusions.** The transit tourist route to the legendary Marukh Pass and the glacier of the same name acquired new landscape-aesthetic and exogenous content.

Keywords: climate, glaciation, geomorphology, natural-territorial system, degradation, rock-block landscape, catastrophic mudflow.

For citation: Onishchenko VV, Tokhchukov ShYu. Transformation of the Glacial-Hydrological Complex in the Biosphere Polygon of the Teberda National Park. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(3):66-73. (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-66-73. EDN: TNYPDQ

Введение

Характерные признаки потепления климата и связанная с ним деградация современного оледенения активизируют катастрофические экзогенные процессы (ледово-каменные лавины, подвижки ледников, селевые потоки) в контактной зоне высокогорий и среднегорий [1].

Среднегорья, применительно к северному склону Западного Кавказа – это горные системы с выраженным рельефом и панорамными лесными пейзажами между Главным, Боковым и частично Передовым хребтами. Границы среднегорий в этом районе достигают 900-2600 м, лесные перевалы и хребты с одной стороны и предгорья части Передового и Скалистого хребтов, включая Пастбищный, с лесистыми горами, переходящими в равнинно-холмистую зону, с другой. В этой статье под среднегорьем следует понимать район верхнего распространения лесных сообществ в долине Аксаут, который не только «средний» в диапазоне высот, но и геоморфологически менее контрастный, чем высокогорье. Физиономически активной контактной зоной среднегорий в условиях изменения климата рассматривается нивально-гляциальная система высокогорий Карачаево-Черкесии.

На протяжении XX и начала XXI столетий ледники северного склона Западного Кавказа в целом отступают, уменьшаясь в размерах и объеме. За вторую половину XX в. ледники Карачаево-Черкесии сократились на 19 %. В текущем столетии за сравнительно короткий срок средний показатель отступания для региона составил 16 % [2]. Сокращение оледенения наблюдается на всем протяжении Кавказской горной системы, причем характерное увеличение его темпа отмечается с запада на восток [3]. Так, на Западном Кавказе общая площадь оледенения сократилась на 21 %. Одновременно масса ледников уменьшилась на 11-13 %, по состоянию начала второй половины XX в. [4].

Материалы и методы исследования

Теоретические методы изучения экзогенных процессов основаны на анализе исследований динамики климатических показателей, погодных условий и колебания ледников в Карачаево-Черкесской республике, обширно представленных в литературных, архивных, фондовых источниках, а также в электронном ресурсе. Экспериментальный материал получен методами экспедиционных и стационарных наблюдений (измерений) в научно-исследовательской лаборатории геоэкологического мониторинга КЧГУ им. У. Д. Алиева. Привлечены данные дистанционного зондирования аксаутской природной катастрофы, полученные в ВГИ и электронных ресурсах, сопряженные с экспедиционными наблюдениями научно-исследовательской лаборатории геоэкологического мониторинга КЧГУ им. У. Д. Алиева 2023 г.

Результаты и их обсуждение

Ледники как любая природная система не остаются неизменными. Их размеры, форма и внутренние процессы находят отражение в изменениях условий функционирования. Периодически происходят колебания ледников, специфичные для каждого ледника. Они зависят от формы ледника и рельефа ложа, баланса процессов аккумуляции и абляции, температурного режима ледника, скорости движения и многих других факторов [5], которые в изменяющемся климате сформировали ситуацию возникновения западно-аксаутской природной катастрофы.

В январе 2022 г. верховья троговой долины Аксаут в Карачаево-Черкесской республике подверглись разрушительному воздействию стремительного потока каменно-ледниково-снежной массы, которая по характерным признакам представляла водо-ледово-каменный сель. Полученные данные не только дополнили сведения о ледниково-каменных процессах в рекреационном районе Домбая и в прилегающих территориях [6] биосферного полигона Тебердинского национального парка, но и меняют устоявшееся представление о возможных причинах возникновения, объемах ледово-снежно-каменных процессов, их разрушительных последствий в регионе.

Экспедиционными исследованиями (сентябрь 2023 г.) с участием региональных специалистов-географов установлены

характерные признаки механизма возникновения и катастрофические последствия изменений структуры, рельефа и подстилающей поверхности ледниково-геоморфологической системы в верховье долины Аксаут протяженностью до 7 км.

Западно-Аксаутский ледник расположен на северо-восточном склоне верховий р. Аксаут (рис. 1). Верхняя узловая вершина ледника [7], на отметке 3446 м возвышается над низко расположенным скальным обрамлением, существенно более выраженным на бортах, у языка ледника. Крутой язык ледника оканчивается на высоте около 2050 м в зоне субальпийского пояса. По морфологическим признакам это долинный ледник узкого, глубокого ущелья северо-восточной экспозиции. Площадь ледника составляет около 1,5 км^2, максимальная протяженность – 3,2 км. Верхняя область питания расположена в цирке ледника, просматриваемого с пологой, срединной его части, где правый борт ледника поворачивает на юг.

«Кульминация» динамики западно-аксаутской природно-климатической и гляциально-геоморфологической системы в течение нескольких зимних дней вызвала каменно-ледниково-снежный обвал, продвинувшийся на расстояние около 7 км, что в значительной степени трансформировало структуру подстилающей поверхности Аксаутского ледниково-гидрографического комплекса.

По свидетельству Ю. В. Ефремова [7], на высоко расположенной ступени «бараньих лбов» левого борта Западно-Аксаутского ледника находился большой висячий каровый ледник, под вершиной Марух-Кая, в едином ледовом поле соединяющимся с основным ледником. В недавнем прошлом соединяющий ледопад разорвал сплошную поверхность ледника, где периодически наблюдался срыв ледяных глыб. Этот ледниковый процесс, около 20-летней давности, можно рассматривать как один из факторов активизации экзогенной деятельности местной ледниково-геоморфологической системы. Последующий срыв зимой 2022 г. и стремительный поток каменно-снежной массы пополнился ледяными глыбами разорванного ледника, образовав каменно-снежно-ледовый сель, который на более низком высотном уровне смешался с водой, превратившись в гигантский водо-ледово-каменный поток.



Рис. 1. **Трансформирующийся Западно-Аксаутский ледник в рельефе Главного Кавказского хребта [8]**

Fig. 1. The transforming West Aksaut Glacier in the relief of the Main Caucasian Range [8]

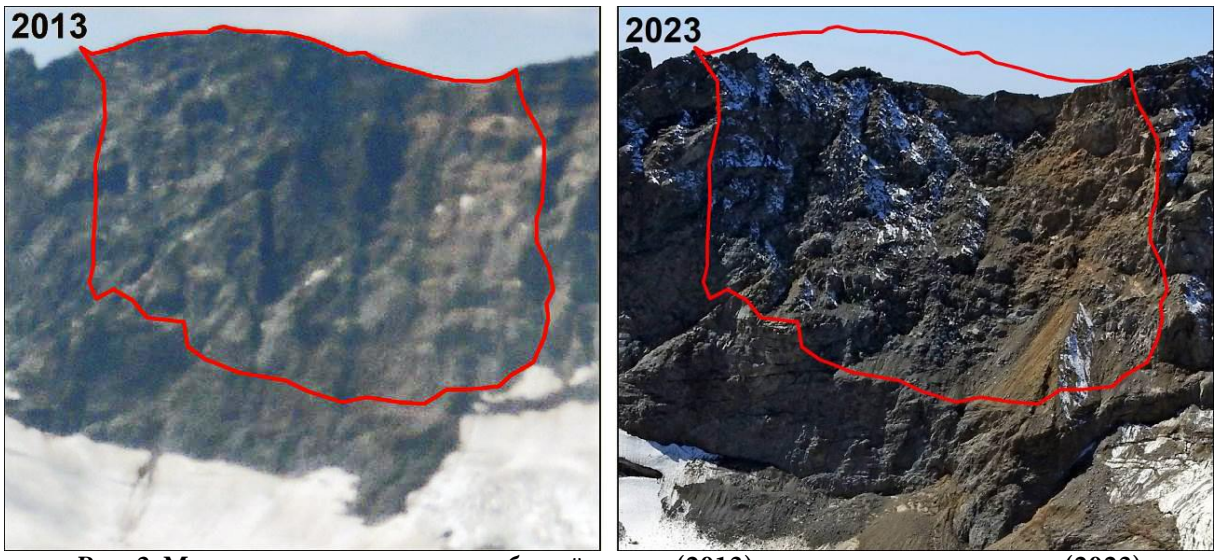


Рис. 2. **Место срыва скально-глыбовой ниши (2013) с понижением участка (2023) Главного водораздела [1]**

Fig. 2. The place of the rock-block niche collapse (2013) with a decrease in the section (2023) of the Main Watershed [1]

Срыв каменно-ледового обвала (лавины) зарегистрирован в наиболее холодный зимний период, когда в верховьях рельефа северного мезосклона и на поверхности сокращающегося ледника накапливается большое количество снега, в том числе перемещенного. Активная лавинная деятельность происходит в «снежной доске», практически не нарушая поверхности ледника. Вполне вероятно, что разрушение и срыв верхней части скально-глыбовой ниши шириной более 600 м могли произойти под действием перекристаллизации накопившейся снежной массы. Тем не менее, первопричиной формирования катастрофического процесса Западно-Аксаутской ледниково-гидрографической системы можно считать региональный характер потепления климата, связанного с перепадами температуры и перераспределением атмосферных осадков [9]. Значительное колебание температуры воздуха, достигающего положительных значений, снижение выпадающих осадков и активизация местной циркуляции ветровых потоков зимой отражаются на режиме функционирования подстилающей поверхности [10].

Характер мощных каменно-ледовых отложений в поперечной долине с включением огромного количества растительных остатков и дернины указывал на подвижку верхней крутой части ледника.

Механизм подвижек ледников полностью еще не раскрыт [11]. В настоящее время главными видами колебаний считаются два: вынужденные, вызываемые климатическими изменениями и автоколебания, возникающие из-за неустойчивых динамических связей в леднике [12]. На Западно-Аксаутском леднике наблюдаются процессы, схожие с признаками и первого, и второго видов подвижек, в соответствии с ходом потепления регионального климата [13]. На данном временном этапе отмечается повышение интенсивности общей деградации Аксаутского ледника. Для колебаний второго типа характерно периодическое резкое ускорение движения с дроблением льда и довольно значительным, иногда на несколько десятков метров, продвижением срывающихся огромных снежно-ледовых частей ледника. Такие пульсирующие ледники, с резкими, в общем неожиданными подвижками представляют большую опасность для хозяйственных объектов, лежащих ниже по долине. Поэтому мониторинг подвижек ледников имеет прямую практическую направленность. Подобные ледники нередки как в целом на Кавказе, так и в Карачаево-Черкесии [14].

Механизм природной катастрофы 2022 г. и динамика линейных показателей водораздела с прилегающим Аксаутским ледником по материалам дистанционного

зондирования представлен в исследованиях авторского коллектива ВГИ [6]. Установлено, что линия водораздела Главного Кавказского хребта после обрушения скального массива отступила вниз на расстояние до 60-75 м (рис. 2). В данном процессе отмечается случай, когда сорвавшаяся каменно-глыбовая часть селевого потока на крутых участках разрушается, устремляясь вниз по леднику. По стремительному пути к истоку поперечной долины он образует гигантский снежно-ледово-глыбовый пласт, увлекающий рыхлую поверхность ледника и скальных обнажений. Но наиболее разрушительные последствия в катастрофе ледника Аксаут имел водо-ледово-каменный поток, сформировавшийся в речной, сравнительно пологой части ледниково-каменной подвижки, кардинально изменивший геоморфологическую структуру верховий долины, по сценарию очень схожий с описанием В. М. Котлякова [15].

Надвинувшиеся массы перемещенного крупного обломочного материала полностью перегородили боковой участок долины Аксаут протяженностью до 4,5 км. Плотина, достигающая в высоту 30-40 м (по свидетельству государственного инспектора лесной охраны И. И. Кипкеева), заполнила одну из временно законсервированных шахт рудника горной разработки. Пройденный путь водо-ледово-каменного селя Аксаут показан на рисунке 3.

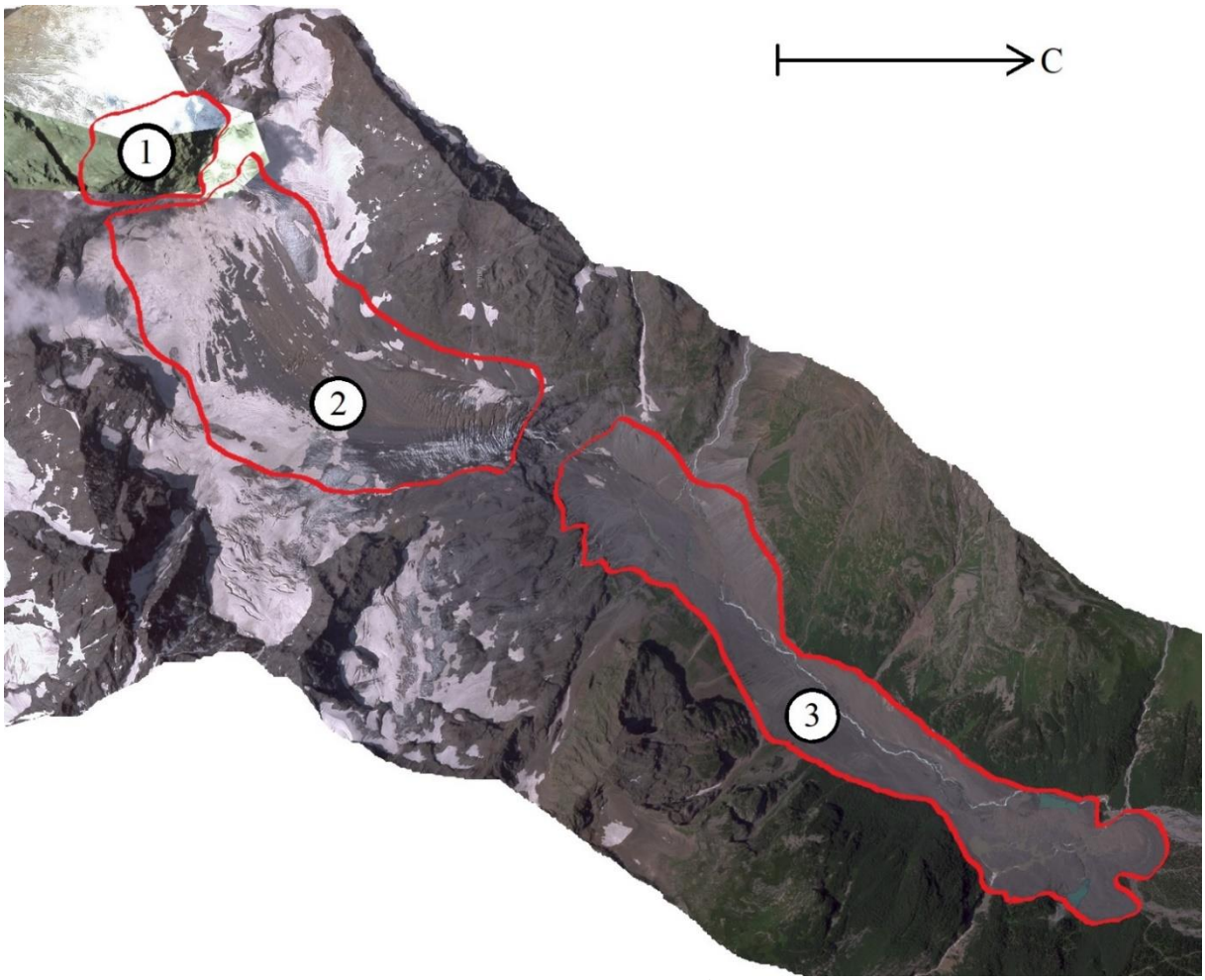


Рис. 3. **Границы природной катастрофы 2022 г. Аксаутской гляциально-геоморфологической системы [8]**
1) Место обрушения скально-глыбовой ниши; 2) Ледниковый поток селя (лавины);
3) Вынос (отложения) перемещенной лавинно-селевой массы.
Fig. 3. Boundaries of the natural disaster 2022 of the Aksaut glacial-geomorphological system [8]
1) Rock and mud cave; 2) Glacial flow of the village (avalanche);
3) Removal (deposition) of displaced lava-sediment mass.



Рис. 4. **Горное озеро и трансформированный ландшафт после ледово-каменного селя 2022 г. в верховье долины Аксаут**
Fig. 4. Mountain lake and transformed landscape of ice-rock mudflow of 2022 in the upper reaches of the Aksaut Valley

Преодолевая резкие повороты, селевые массы выбрасывались на ударные склоны до 200 м и заполняли систему взаимосвязанных резервуаров осадконакопления в рельефе гляциально-гидрологического комплекса. Общий объем перемещенного материала водо-ледово-каменного потока летом 2022 г., по оценкам авторов Высокогорного геофизического института [1], составил до 9,0 млн м^3.

Грязекаменный поток ледника Аксаут в зимнее время не причинил дальнейших разрушений нижерасположенным участкам долины. Не наблюдалось также повышения уровня водного стока в ближайших населенных пунктах. Снежно-ледовая часть перемещенной массы потока растаяла во второй половине 2022 г., а почвенно-грунтовые и каменные нагромождения с растительными остатками и дерниной высотой до 30 м стабилизировались, заполнив поверхность дна верховья Аксаутской долины. Речное русло долинного участка выхода водо-ледово-каменного потока значительно изменило прежние геоморфологические формы и в целом подстилающую поверхность. Границы перемещенных масс застыли на нижних порогах бортовых склонов, полностью изменив дно долины. Уничтожены растительность и почвенный покров. Исчезли куртины хвойных древостоев и выдела верхней границы леса площадью около 11 га.

Возраст отдельных лесных сообществ достигал VIII класса – 80 лет для мягколиственных пород. Ширина перемещенной массы по дну долины составила 500-1000 м, протяженность до 4500 м. Сформированные до катастрофы субальпийские и пойменные биотопы из березы Литвинова, ольхи серой и черной, ивы белой, рябины исчезли как эколого-географическая среда обитания животных.

На поверхности плотины образовались три озера. Самое крупное из них в неустоявшихся границах составило около 1 га (рис. 4).

Воды этих временных озер неизбежно удерживаются осадочными донными отложениями. Изменяющиеся контуры уреза воды свидетельствуют о динамике водного баланса временных озерных водоемов.

Заключение

Последствия водо-ледово-каменной катастрофы на леднике Аксаут – это не только радикальная трансформация гляциально-геоморфологической системы, но и существенные преобразования эколого-географической ситуации на местном уровне.

Исчезновение и разрушение площадей верхней лесной, субальпийской и альпийской зоны нарушило традиционные миграционные пути и биотопическое размещение местной фауны (оленей, серн, кабанов, медведей и т. д.). Стихией уничтожены постоянные места гнездования птиц, в том числе занесенных в Красную Книгу (тетерева кавказского, улара, сокола и других видов).

Транзитный туристский маршрут к легендарному Марухскому перевалу и одноименному леднику приобрел новое ландшафтно-эстетическое и экзогенное звучание.

Участок биосферного полигона Тебердинского национального парка в верховьях долины Аксаут, включающий еще две динамично функционирующие, локальные гляциально-гидрологические системы – Джаловчатскую и Хасаутскую, требует

современных средств комплексного биогеографического мониторинга.

Технологический участок Аксаутского горного рудника, расположенный в гляциально-гидрологической зоне и подвергшийся стихийному воздействию водо-ледово-каменного потока 2022 г. убедительно свидетельствует о повышении эколого-географической опасности в современных условиях высокогорий.

Список источников

1. Докукин М. Д., Савернюк Е. А., Черноморец С. С., Беккиев М. Ю., Калов Р. Х., Шагин С. И. О каменной лавине 01.01.2022 в долине р. Аксаут (Западный Кавказ) и концентрации подобных явлений на локальных участках горных хребтов // Геориск. 2022. Т. 16. № 3. С. 8-19. DOI: 10.25296/1997-8669-2022-16-3-8-19. EDN: AOXWIV

2. Онищенко В. В., Дега Н. С. Экосистемный мониторинг горных районов Карачаево-Черкесии в условиях техногенного прессинга и изменения климата // Безопасность в техносфере. 2009. № 6. С.1 4-18.

3. Бажев А. Б. Ресурсное значение ледников Большого Кавказа // Трансформация горных экосистем Большого Кавказа под влиянием хозяйственной деятельности. М.: ИГ, 1987. С. 8-20.

4. Виноградов О. Н., Коновалова Г. И., Псарева Т. В. Новые данные к гляциогеоморфологической характеристике современных ледников Кавказа и их эволюции в XX веке // Материалы гляциологических исследований: Хроника обсуждений. 1976. Вып. 27. 203 с.

5. Панов В. Д. Эволюция современного оледенения Кавказа. СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. 429 с.

6. Докукин М. Д., Калов Х. М., Савернюк Е. А. Активизация обвальных процессов в высокогорной зоне Западного Кавказа в XXI веке (анализ разновременных космических снимков) // Актуальные направления сбалансированного развития горных территорий в контексте междисциплинарного подхода: материалы I Международной научной конференции (Карачаевск, 27-29 сентября 2019 г.). Карачаевск: КЧГУ им У. Д. Алиева, 2019. С. 61-66. EDN: ETIXHT

7. Ефремов Ю. В., Ильичев Ю. Г., Панов В. Д. Ледяное ожерелье Кубан. Краснодар: Традиция, 2012. 230 с.

8. Спутниковые снимки ESRI. URL: https://retromap.ru (дата обращения: 25.06.2023)

9. Онищенко В. В., Дега Н. С., Тохчуков Ш. Ю. Геоэкологические особенности трансформации современного оледенения Карачаево-Черкесии // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2016. Т. 10. № 1. С. 97-103. EDN: WWVNWJ

10. Тохчуков Ш. Ю., Ильичев Ю. Г., Онищенко В. В. Динамика снежного покрова в высотных зонах Карачаево-Черкесии // Устойчивое развитие горных территорий. 2015. Т. 7. № 1. С. 53-58. EDN: SNADGR

References

1. Dokukin MD, Bekkiev MYu, Kalov RKh, Savernyuk EA, et al. About the rock avalanche on 1 January 2022 in the Aksaut River valley (Western Caucasus) and the concentration of similar phenomena in local areas of mountain ranges. *Georisk World.* 2022;16(3):8-19. (In Russ). DOI: 10.25296/1997-8669-2022-16-3-8-19. EDN: AOXWIV

2. Onishchenko VV, Dega NS. Ecosystem monitoring of mountainous regions in Karachay-Cherkessia under conditions of technogenic pressure and climate change. *Bezopasnost' v Tekhnosfere.* 2009(6):14-18. (In Russ)

3. Bazhev AB. Resource value of the Greater Caucasus glaciers. *Transformation of the Greater Caucasus mountain ecosystems under the influence of economic activity.* Moscow: IG, 1987:8-20. (In Russ)

4. Vinogradov ON, Konovalova GI, Psareva TV. New data on the glaciogeomorphological characteristics of modern glaciers in the Caucasus and their evolution in the 20th century. *Proceedings of Glaciological Studies: Chronicle of Discussions.* 1976(27):203. (In Russ)

5. Panov VD. Evolution of modern glaciation of the Caucasus. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1993:429. (In Russ).

6. Dokukin MD, Kalov HM, Savernyuk EA. Activation of landslide processes in the high-mountain zone of the Western Caucasus in the 21st century (analysis of multi-temporal space images). *Current Directions of Mountain Territories Balanced Development in the Context of an Interdisciplinary Approach: Proceedings of the 1st International Scientific Conference (Karachaevsk, September 27-29, 2019).* Karachaevsk: Umar Aliev KChSU, 2019:61-66. (In Russ). EDN: ETIXHT

7. Efremov YuV, Ilyichev YuG, Panov VD. Ice Necklace of Kuban. Krasnodar: Traditsiya, 2012:230. (In Russ)

8. ESRI Satellite Images. URL: https://retromap.ru (accessed 25.06.2023). (In Russ)

9. Onishchenko VV, Dega NS, Tokhchukov ShYu. Geoecological features of recent glaciation transformation in Karachay-Cherkessia. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2016;10(1): 97-103. (In Russ). EDN: WWVNWJ

10. Ilyichev YuG, Onishchenko VV, Tokhchukov ShYu. Dynamics of snow cover in high-altitude zones of Karachay-Cherkessia. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2015;7(1):53-58. (In Russ). EDN: SNADGR

11. Ильичев Ю. Г., Салпагаров А. Д. Малые формы оледенения. Распространение, режим и динамика (на примере Западного Кавказа) // Труды Тебердинского государственного заповедника. Вып. 34. 2003. 127 с.

12. Котляков В. М., Хромова Т. Е., Носенко Г. А., Муравьев А. Я., Никитин С. А. Ледники в горах России (Кавказ, Алтай, Камчатка) в первой четверти XXI века // Лёд и снег. 2023. Т. 63. № 2. С. 157-173. DOI: https://doi.org/10.31857/S2076673423020114

13. Онищенко В. В. Динамика климатических условий на особо охраняемых природных территориях Северного Кавказа // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2004. № 1. С. 108-112.

14. Дега Н. С., Онищенко В. В., Тохчуков Ш. Ю. Озерно-гляциальный баланс Восточно-Клухорского рекреационного комплекса // Современное состояние естественных и технических наук: материалы XI Международной научно-практической конференции (14 июня, 2013 г.). М.: Спутник+, 2013. С. 76-84.

15. Котляков В. М. Главные задачи географического изучения природных стихийных процессов // Известия АН СССР. Серия географическая. 1977. № 5. 144 с.

11. Ilyichev YuG, Salpagarov AD. Minor glaciation forms. Distribution, regime and dynamics (on the example of the Western Caucasus). *Trudy Teberdinskogo Gosudarstvennogo Zapovednika.* 2003(34):127. (In Russ)

12. Kotlyakov VM, Khromova TY, Nosenko GA, Muraviev AY, et al. Glaciers in the Russian Mountains (Caucasus, Altai, Kamchatka) in the First Quarter of the 21st Century. *Ice and Snow.* 2023;63(2):157-173. (In Russ). DOI: https://doi.org/10.31857/S2076673423020114

13. Onishchenko VV. Dynamics of climatic conditions in specially protected natural areas of the North Caucasus. *Ispol'zovanie i Ohrana Prirodnyh Resursov v Rossii*. 2004(1):108-112. (In Russ)

14. Dega NS, Onishchenko VV, Tokhchukov ShYu. Lake-glacial balance of the East Klukhori recreational complex. *Current State of Natural and Technical Sciences: Proceedings of the 11th International Scientific-Practical Conference (June 14, 2013).* Moscow: Sputnik+, 2013:76-84. (In Russ)

15. Kotlyakov VM. Main tasks of the geographical study of natural spontaneous processes. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya.* 1977(5):144. (In Russ)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Онищенко Вячеслав Валентинович, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования, Карачаево-Черкесский государственный университет им. У. Д. Алиева, Карачаевск, Россия, ovv333@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-0810-9698

Тохчуков Шамиль Юсуфович, ассистент кафедры физической и экономической географии, Карачаево-Черкесский государственный университет им. У. Д. Алиева, Карачаевск, Россия, shamil.ekolog@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-3084-906X

Критерии авторства

Онищенко В. В. – постановка цели и задач, методология, написание статьи, формулировка выводов; Тохчуков Ш. Ю. – проведение полевых и лабораторных исследований, построение графического материала, обработка данных, обзор литературных источников.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 22.08.2024
Одобрена после рецензирования 19.09.2024
Принята к публикации 20.09.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Vyacheslav V. Onishchenko, Doctor of Science (Geograpy), Professor, Head of the Department of Ecology and Nature Management, Umar Aliev Karachay-Cherkess State University, Karachayevsk, Russia, ovv333@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-0810-9698

Shamil Yu. Tohchukov, Assistant, Department of Physical and Economic Geography, Umar Aliev Karachay-Cherkess State University, Karachayevsk, Russia, shamil.ekolog@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-3084-906X

Contribution of the authors

Onishchenko V. V. – setting aims and objectives, methodology, writing a paper, formulating conclusions; Tokhchukov Sh. Yu. – field and laboratory research, building graphic material, data processing, review of references.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 22.08.2024
Approved after reviewing 19.09.2024
Accepted for publication 20.09.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 332.33
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-74-84
EDN: PRTZAZ

Инвестиционный земельный потенциал в развитии агротуризма в Приморско-Ахтарском районе Краснодарского края на основании данных дистанционного зондирования

© 2024 Перов А. Ю., Кондрашова А. В., Макаренко Е. Ю.✉, Шульжевский И. С.
Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина
Краснодар, Россия, flick-media@yandex.ru; kondrashova.A2022@yandex.ru;
natalia.makaren@yandex.ru✉; Ilya1245335@gmail.com

РЕЗЮМЕ. Целью данного исследования является оценка экономического развития туристической отрасли на территории Приморско-Ахтарского района Краснодарского края, а именно – агротуризма. **Методы.** Проведено маркетинговое исследование и описаны его результаты в рамках оценки потенциального спроса на выбор агротуристического комплекса в рассматриваемом районе. Предлагается инвестиционный проект, связанный со строительством на выбранной территории комплекса с созданием искусственного пруда для рыбной ловли. Для достижения поставленной цели использованы методы статистической обработки данных и математического анализа. **Результаты.** Выявлен земельный участок, подходящий для реализации предложенного проекта. Обоснованы экономические показатели данного проекта. Разработан вариант размещения объектов агротуристического комплекса на исследуемом земельном участке. **Выводы.** Разработан бизнес-проект по созданию агротуристического комплекса. Рассчитаны экономические показатели целесообразности данного проекта.

Ключевые слова: туристическая отрасль, земельный участок, инвестиционный проект, агротуризм, агротуристический комплекс, развитие, санаторно-туристический комплекс.

Формат цитирования: Перов А. Ю., Кондрашова А. В., Макаренко Е. Ю., Шульжевский И. С. Инвестиционный земельный потенциал в развитии агротуризма в Приморско-Ахтарском районе Краснодарского края на основании данных дистанционного зондирования // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 3. С. 74-84. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-74-84. EDN: PRTZAZ

Investment Land Potential in the Agrotourism Development in Primorsko-Akhtarsky District of the Krasnodar Territory (Based on Remote Sensing Data)

© 2024 Aleksandr Yu. Perov, Anna V. Kondrashova, Elizaveta Yu. Makarenko✉, Ilya S. Shulzhevsky
I. T. Trubilin Kuban State Agricultural University
Krasnodar, Russia, flick-media@yandex.ru; kondrashova.A2022@yandex.ru;
natalia.makaren@yandex.ru✉; Ilya1245335@gmail.com

ABSTRACT. The **aim** of the paper is to assess the economic development of the tourism industry in Primorsko-Akhtarsky District of the Krasnodar Territory, namely, agrotourism. **Methods.** It was conducted a marketing study and its results were described in the context of assessing the potential demand for the choice of the agrotourism complex in the area under consideration. It is proposed an investment project, related to

the construction of a complex on the selected territory with the creation of an artificial pond for fishing. To achieve this aim, statistical data processing and mathematical analysis methods were used. **Results.** It has been found a land plot suitable for the implementation of the proposed project. The economic indicators of this project have been substantiated. An option for placing agritourism complex facilities on the studied land plot has been developed. **Conclusions.** It has been developed a business project for the creation of an agritourism complex. The economic indicators of the feasibility for this project have been calculated.

Keywords: tourism industry, land plot, investment project, agrotourism, agrotourism complex, development, health resort and tourism complex.

For citation: Perov AYu, Kondrashova AV, Makarenko EYu, Shulzhevsky IS. Investment Land Potential in the Agrotourism Devel-opment in Primorsko-Akhtarsky District of the Krasnodar Territory (Based on Remote Sensing Data). *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(3):74-84. (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-74-84. EDN: PRTZAZ

Введение

Современный экономический сектор страны характеризуется разнообразием входящих в него отраслей и направлений хозяйствования, одним из которых является туризм. Данное направление определяется созданием рекреационных условий для граждан того или иного государства, используя природный потенциал страны. Туристическая отрасль привлекает внимание современного человека, поскольку туризм является одним из вариантов проведения досуга, кроме того, учитывая повышенный спрос на туристические услуги, данное направление обладает существенной инвестиционной привлекательностью для частных инвесторов или других заинтересованных лиц, желающих вложить свои средства и извлечь экономическую выгоду.

Ввиду текущей геополитической ситуации, внутренний туризм (развитие туристической отрасли внутри страны) стал достаточно популяризирован в сравнении с предыдущим десятилетием, что является преимуществом для экономики страны. Чем больше туристических объектов, тем больше новых рабочих мест, больше привлеченных инвестиций, а в соответствии с этим – рост доходности. Данная отрасль развивается быстрыми темпами, соответственно, стоит полагать, что она является достаточно привлекательной для инвесторов [1].

Существует много видов туризма. Как правило, они формируются на основании потребностей и желаний потребителей. Туристическая деятельность регулярно меняется, зарождаясь новыми направлениями. Одним из таких является агротуризм, который активно развивается на юге страны, в частности – в Краснодарском крае.

Агротуризм как одно из направлений туристической отрасли представляет собой вовлечение отдыхающих в процесс «производства продукта» без извлечения материальной, экономической выгоды. Такой вид досуга позволяет попробовать себя в совершенно разных направлениях сельскохозяйственной деятельности: начиная от процесса уборки винограда и заканчивая посадкой той или иной культуры на конкретной территории. При этом стоит учитывать разнообразие агротуризма: участники программ могут посещать не только теплицы и фермы, но и отправиться на ранчо, цех, завод. Также часто организуются экскурсии по окрестностям, где туристы могут познакомиться с историческими и культурными достопримечательностями [2].

Материалы и методы исследования

В данной работе анализируется современное состояние земельного участка под инвестиционный проект, рассматриваются публичная кадастровая карта, технологии дистанционного мониторинга, единая система мониторинга и роль спутниковых технологий.

В качестве объекта исследования был выбран земельный участок земли в Приморско-Ахтарском районе Краснодарского края, который выделяется своим значительным рекреационным потенциалом, а также возможностью для разнообразных видов отдыха и туристической привлекательности. Основными критериями для этого выбора стали высокая популярность Приморско-Ахтарского района, наличие известных туристических объектов и стабильные потоки туристов.

Агротуризм способствует развитию сельских районов, создавая новые рабочие места и привлекая инвестиции в сельское хозяйство, что является немаловажным аспектом для привлечения внимания общественности к данной отрасли [3]. Как относительно новое направление туризма в

России агротуризм способствует сохранению традиционных сельских промыслов и культуры, а также популяризации экологически чистых продуктов. Данный вид досуга будет иметь спрос не только у иностранцев, но и среди коренных жителей России, поскольку причисляется к активному отдыху (рис. 1).

Анализируя статистику с 2019 по 2023 г. по Краснодарскому краю, видно, что туристические поездки увеличились в связи с популярностью данной отрасли.

Для туристов агротуризм открывает обширный спектр возможностей отдыха от городской суеты, так, человек может ознакомиться с процессом возделывания культур, сбора и обработки урожая напрямую. Он также позволяет познакомиться с новыми традициями, расширить кругозор и получить незабываемые впечатления, что является основной целью для туристов.

Опираясь на вышеописанное, необходимо отметить, что агротуризм обладает рядом преимуществ:

1) удобное территориальное расположение;
2) адаптивность к разным возрастным категориям туристов;
3) создание новых рабочих мест и стимулирование экономического роста в сельской местности;
4) сохранение местной культуры и традиций;
5) способствование устойчивому развития отрасли в регионе;
6) повышение осведомленности о важности сохранения природных ресурсов [4; 5].

В рамках тематики исследования рассмотрим инвестиционные вложения в развитие агротуризма на территории Краснодарского края.

На территории края достаточно много перспективных районов, которые пригодны для возведения рекреационных объектов, а также создания условий для проведения туристических мероприятий. В их числе – Приморско-Ахтарский район. Необходимо отметить, что, как и по всей территории Краснодарского края, выбранный объект исследования обладает мягким климатом, умеренной влажностью (данный факт обусловлен близким расположением Азовского моря), а также плодородностью почв и разнообразностью флоры и фауны [6].

Обладая таким перечнем преимуществ, необходимо рационально использовать имеющиеся ресурсы, в частности, необходим внушительный объем инвестиций.

Развитию туристической отрасли на выбранной территории будут способствовать природные богатства, а также удобность расположения водных ресурсов, среди которых – выход в Азовское море. Однако в современных реалиях туристический сектор претерпевает ряд трудностей, что сопряжено с высоким спросом на получение данного вида услуг и сравнительно низким предложением.

На следующем рисунке представлен Приморско-Ахтарский район, в котором расположены туристические базы: «38 попугаев», «Ахтарский дворик», «Абрау-Дюрсо на плавнях», «Афалина» (рис. 2).

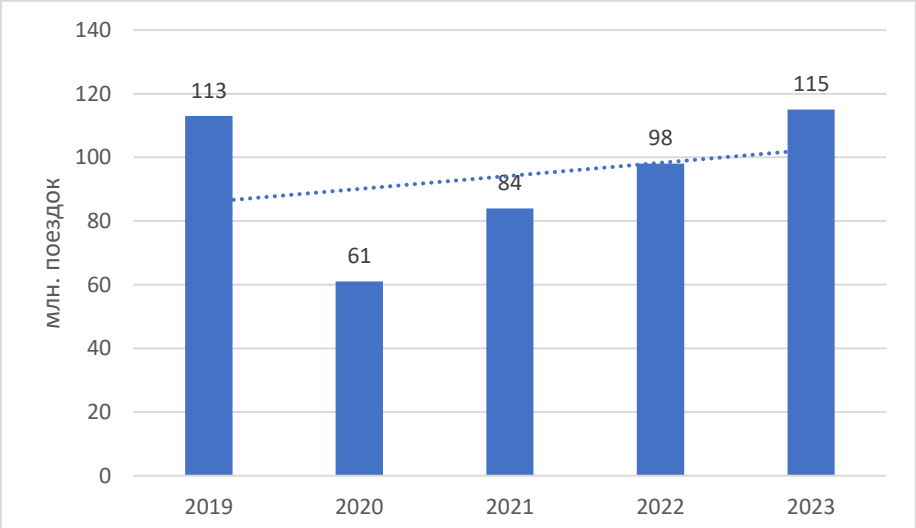


Рис. 1. **Статистика туристических поездок по Краснодарскому краю**
Fig. 1. Statistics of tourist trips in the Krasnodar Territory

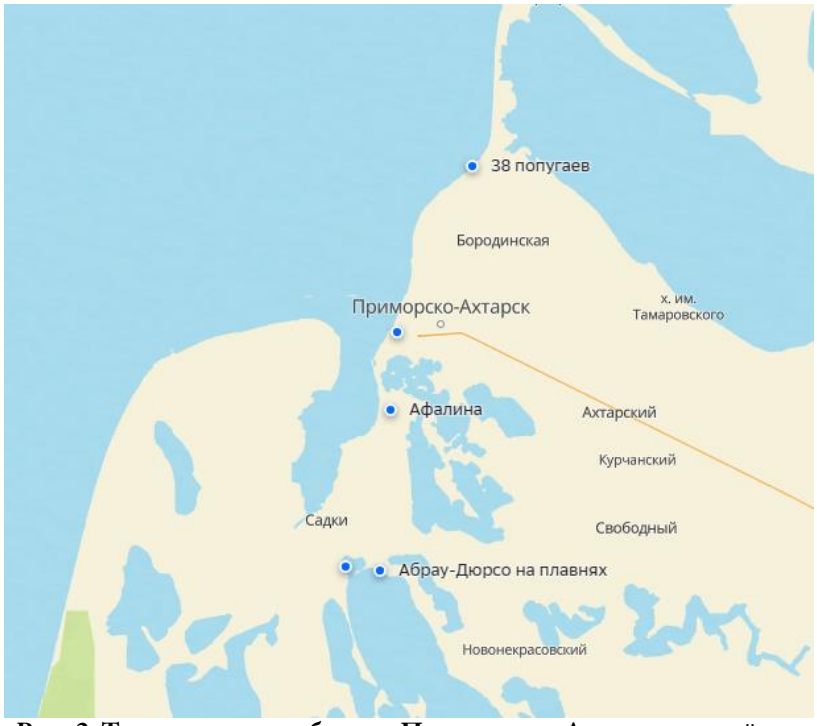


Рис. 2. **Туристические базы в Приморско-Ахтарском районе**
Fig. 2. Tourist bases in Primorsko-Akhtarsky Bistrict

Возможности	Ограничения
– наличие в районе естественных площадей плавней и лиманов дает возможность для организации такого досуга, как охота и рыбалка, активного приключенческого туризма; – увеличившийся поток отдыхающих и туристов в крае говорит о необходимости развития данного направления и реалистичности поставленной цели.	– слабая информационная и маркетинговая работа по продвижению курорта в информационном пространстве; – небольшой объем количества туристических услуг на основе использования всех видов природных ресурсов, объектов туристического показа, туристических и экскурсионных маршрутов; – недостаточно высокий уровень качества предоставляемых услуг и сервиса для отдыхающих в санитарно-курортном комплексе в целом (в сравнении с российскими и мировыми стандартами обслуживания); – слабо развитая инфраструктура туризма – необустроенные и труднодоступные объекты туристического показа, требующие реставрации и реконструкции исторические и архитектурные памятники, отсутствие в отдалённых рекреационных территориях средств размещения туристов; – отсутствие высококвалифицированных специалистов по обслуживанию туристов, отсутствие соответствующих учебных центров; – сложности с реализацией инвестиционных проектов на земельных участках лесного фонда.

Рис. 3. **Возможности и ограничения реализации проекта по созданию туристического объекта в Приморско-Ахтарском районе**
Fig. 3. Opportunities and limitations of the project to create a tourist facility in Primorsko-Akhtarsky District

Возведение туристических и рекреационных объектов в выбранной зоне позволит не только повысить инвестиционную привлекательность района, но и привлечь внимание общественности к развитию внутреннего туризма, что является преимуществом для развития данного сектора экономики в целом. Экономическая сторона вопроса достаточно привлекательна, поскольку позволит повысить заинтересованность и вовлеченность [7].

На этапе планирования проектов по возведению туристических и рекреационных объектов необходимо рассмотреть возможности и ограничения реализации данных мероприятий. Отразим возможности и ограничения создания туристического объекта в Приморско-Ахтарском районе на рисунке 3.

Анализируя рисунок 3, необходимо отметить, что объем ограничений преимущественно больше, чем возможностей, что в большей мере сопряжено с недостатком внимания к туристической отрасли в Приморско-Ахтарском районе. Однако для того чтобы привлечь внимание общественности и нивелировать текущие ограничения, необходима поступательная реализация проектов подобного рода. Именно поэтому нами предлагается строительство и эксплуатация агротуристического комплекса на земельном участке с кадастровым номером 23:25:0109000:20 с целью повышения инвестиционной привлекательности в Приморско-Ахтарском районе Краснодарского края.

В легенде карты зон с особыми условиями использования территории х. Садки Приморско-Ахтарского района продемонстрированы территориальные зоны, которые определяют допустимость расположения объектов туристической деятельности (рис. 4).

В рамках исследования для развития туристической деятельности был рассмотрен земельный участок с кадастровым номером 23:25:0109000:20, с видом разрешенного использования – отдых (рекреация) (рис. 5).

Согласно документу, утверждающему Правила землепользования и застройки Приморско-Ахтарского района, для развития курортной деятельности регламенты о предельных размерах земельных участков под данный вид разрешённого использования не установлены.

Выбор такого участка обоснован равнинностью рельефа, а также близким расположением Азовского моря и доступностью транспортной инфраструктуры. (рис. 5)

В рамках исследования данный земельный участок подходит для развития агротуризма.

Далее, в таблице 1 отразим сведения об анализируемом в рамках исследования земельном участке.

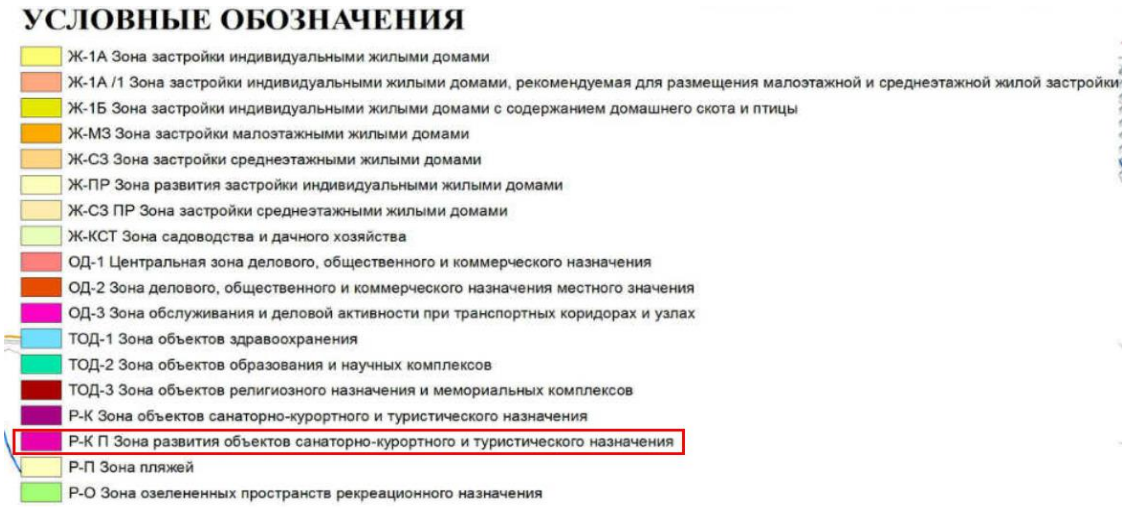


Рис. 4. **Легенда карты зон с особыми условиями использования территории х. Садки Приморско-Ахтарского городского поселения Приморско-Ахтарского района Краснодарского края**

Fig. 4. Legend for the map of zones with special conditions for the use of Sadki village territory in Primorsko-Akhtarsky urban settlement, Primorsko-Akhtarsky District of the Krasnodar Territory



Рис. 5. **Земельный участок с кадастровым номером 23:25:0109000:20**
Fig. 5. Land plot with cadastral number 23:25:0109000:20

На земельном участке с кадастровым номером 23:25:0109000:20 планируется реализация бизнес-проекта по созданию агротуристического комплекса, который будет включать в себя комплекс из 7 зданий, подъездную дорогу с парковкой и искусственный водоем для рыбалки.

Проект характеризуется значительными финансовыми затратами и длительным периодом окупаемости, но одновременно предполагает низкий уровень рисков. Общий объем инвестиций составляет 18,8 млн рублей. Ключевым конкурентным достоинством данного проекта выступает высокий стандарт качества предоставляемых услуг, а также наличие разнообразных дополнительных сервисов.

Общая площадь комплекса составляет 1189 м^2. Инвестиции в строительство и отделку составляют 10,8 млн рублей, а оснащение зданий и территории – около 3 млн рублей, создание искусственного пруда обойдется в 5 млн рублей. В итоге инвестиции составят 18,8 млн рублей, которые планируется взять в кредит на 18 месяцев.

Основной услугой комплекса является размещение гостей на короткий срок, обычно до 10 дней, с предоставлением сопутствующих услуг для повышения конкурентоспособности (табл. 2) [8].

Таблица 1. **Данные о земельном участке с кадастровым номером 23:25:0109000:20**
Table 1. Data on the land plot with cadastral number 23:25:0109000:20

Тип Type	**Объект недвижимости** Property
Вид	Земельный участок
Кадастровый номер	23:25:0109000:20
Кадастровый квартал	23:25:0109000
Адрес	Краснодарский край, р-н Приморско-Ахтарский, г. Приморско-Ахтарск, в северной части х. Садки
Площадь уточненная	550 012 м^2
Статус	Учтенный
Категория земель	Земли населённых пунктов
Вид разрешенного использования	отдых (рекреация)
Форма собственности	–
Кадастровая стоимость	86 170 380,04 руб.
Дата определения	01.01.2022
Дата внесения сведений	23.08.2023
Дата применения	01.08.2023

Анализируя представленную информацию в таблице 2, стоит отметить, что спектр услуг, предоставляемый агротуристическим комплексом, достаточно обширный и сочетает в себе множество «активностей», подходящих для разных возрастных групп, что позволит обеспечить высокий уровень конкурентоспособности среди других рекреационно-туристических объектов в Приморско-Ахтарском районе. При этом становится ясно, что при таком разнообразии услуг проект требует внушительных инвестиционных вложений, которые в общей сложности составят 13,8 млн руб. Однако, учитывая ожидаемый экономический эффект от реализации данного проекта, вложения в строительство комплекса можно считать рациональными.

На этапе застройки объекта необходимо основательно подойти к вопросу выбора подрядчика, поскольку от прочности «конструкции» и отделки помещений будет зависеть приток туристов. Согласно потребительским предпочтениям, дистанционное бронирование номеров пользуется повышенным спросом, все больше людей, выезжая на отдых, выбирают более комфортные номера класса «люкс», что говорит о желании отдыхать в комфортных условиях. Именно поэтому рациональным решением является предусмотрение большего количества номеров повышенного уровня комфорта.

Таблица 2. **Услуги агротуристического проектируемого комплекса в Приморско-Ахтарском районе**

Table 2. Services of the agrotourism complex designed in Primorsko-Akhtarsky District

№	**Наименование** Name	**Описание товара или услуг** Description of goods or services	**Стоимость единицы, руб.** Unit price, rub
Услуги по размещению в гостевом доме			
1	Номер двухместный «Стандартный»,	Аренда стандартного номера на 2 спальных места	2500 сутки/ номер
2	Номер четырехместный «Стандартный»,	Аренда стандартного номера на 4 спальных места	3500 сутки/номер
3	Номер двухместный «Люкс»,	Аренда номера повышенной комфортности на 2 спальных места	4000 сутки/номер
4	Номер четырехместный «Люкс»,	Аренда номера повышенной комфортности на 4 спальных места	4000 сутки/номер
5	Корпоративное размещение	Размещение для коллективов организаций	договорная
Питание			
6	Питание (завтрак)	Завтрак	500/сутки
7	Питание (двухразовое)	Завтрак и ужин	1 000/сутки
Аренда туристического и спортинвентаря			
8	Аренда велосипеда	Аренда прогулочного велосипеда	200/час 2500/сутки
9	Аренда лодки	Аренда весельной лодки	500/час 5000/сутки
10	Аренда спортивного туристического и рыболовного снаряжения	Аренда палаток, спальников, волейбольной сетки, удочек, мячей, рюкзаков, защитного инвентаря	3000/сутки
Организация экскурсий (в теплый сезон)			
11	1-дневный сплав на лодках	1-дневный сплав на лодках без ночевки	2 500
12	1-дневный велопробег	1-дневный велопробег по маршруту №1 без ночевки	2 000
13	1- дневной велопробег	1-дневный велопробег по маршруту №2 без ночевки	2 000
14	2-дневный велопробег	2-дневный велопробег по маршруту № 3 с ночевкой в палатках	4 000
Дополнительные услуги			
15	Рыбалка	Рыбалка на озере	150/час
16	Русская баня	Русская баня на дровах (до 6 человек)	500/час
17	Мангал	Самостоятельное приготовление пищи на мангале, пользование уличными беседками и столиками	бесплатно
18	Бассейн	Купание в бассейне	бесплатно
19	Парковка	Крытая парковка на территории усадьбы, круглосуточное видеонаблюдение	бесплатно
20	Wi-Fi	Услуги бесплатного беспроводного интернета	бесплатно

Кроме того, стоит отметить, что на территории комплекса предлагается широкий спектр развлечений: рыбная ловля на озере, купание в бассейне, самостоятельное приготовление пищи в мангальной зоне, русская баня на дровах, путешествие по велотрассе на соответствующем транспорте, сплав на лодках. Описанные предложения составлены с учетом разных возрастных групп, поскольку чаще всего потенциальные туристы путешествуют семьями, соответственно, необходимо предусматривать досуг не только для взрослых, но и для детей [3].

Таблица 3. **Штатное расписание и размер фонда оплаты труда**

Table 3. Staffing schedule and size of salary

Должность Position	**Кол-во чел.** Number of people	**Фиксированная оплата труда, руб.** Fixed salary, rub.
Горничная/ уборщица	4	25000
Прачка	1	20000
Кухарка	1	25000
Итого		145000

Кроме расчета общих издержек на реализацию проекта, необходимо привлечь

сотрудников для отлаженного функционирования агротуристического комплекса. Отразим это в таблице 3.

К затратам подготовительного этапа относят инвестиции в строительство и отделку помещений, а также создание вебсайта проекта – 13,8 млн рублей. Затраты на обустройство агротуристического комплекса составляют 1,8 млн рублей, что включает в себя кровать, телевизор, шкаф, стол, систему отопления. Основные расходы включают оплату коммунальных услуг, зарплаты нанятых и аутсорсинговых сотрудников, комиссии туристических агентств, систем бронирования и посредников, а также малые и труднопрогнозируемые затраты на дополнительные услуги.

Учитывая развитие научно-технического прогресса и цифровизацию экономической системы в целом, дистанционное бронирование номеров является одним из наиболее рациональных вариантов размещения туристов. Необходимо отметить, что так удается избежать множества проблем, которые могли бы возникнуть при отсутствии свободных мест для отдыхающих:

1) скопление желающих заселиться в фойе комплекса, трата времени на ожидание;

2) недовольство отсутствием свободных номеров, конфликтные ситуации с персоналом.

Преимущество дистанционного бронирования заключается в том, что отдыхающие могут ознакомиться с условиями размещения и правилами поведения на территории комплекса, рассмотреть прейскурант предоставляемых услуг, а также выбрать наиболее подходящие варианты в соответствии с бюджетом, который они готовы «заложить» на отдых. Необходимо также предварительно указать количество человек, которые планируют заезд, выбрать интересующие даты, а также заранее записаться на досуговые мероприятия, поскольку некоторые из них подразумевают групповой, командный характер. Так, менеджеру или администратору комплекса удастся вовремя проинформировать туристов о наличии свободных номеров, а также проконсультировать отдыхающих по вопросам размещения и заезда, не создавая неловких ситуаций и избегая негативных последствий.

Результаты и их обсуждение

Необходимо рассмотреть показатели эффективности проекта, поскольку, анализируя данную составляющую, удастся выяснить насколько целесообразна реализация идеи и принесет ли она экономический эффект в будущем, или же, наоборот – будет убыточной. Показатели рассчитаны для пятилетнего периода (табл. 4).

Анализируя таблицу 4, можно заметить, что затраты на инвестиции в строительство и отделочные работы зданий составляют 10,8 млн рублей. Оборудование зданий и территории оценивается примерно в 3,0 млн рублей, а на создание и благоустройство искусственного пруда планируется потратить 5,0 млн рублей. В сумме это составляет 18,8 млн рублей. Ежегодные расходы на содержание пруда составляют 2,07 млн рублей в год.

Таблица 4. **Расчет эффективности инвестиционного проекта по строительству агротуристического комплекса в Приморско-Ахтарском районе**
Table 4. Calculation of the investment project efficiency for the construction of the agrotourism complex in Primorsko-Akhtarsky District

Год Year	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**Итого**
Капитальные затраты, млн руб.	–	-18,8	-2,07	-2,07	-2,07	-2,07	-27,08
Инвестиционная деятельность с учетом дисконтирования, млн руб.	–	-15,93	-1,48	-1,25	-1,06	-0,90	-20,65
Ожидаемая прибыль от реализации проекта, млн руб.	–	0	7,4	9,62	12,50	16,25	45,78
Ожидаемая прибыль от реализации проекта с учетом дисконтирования, млн руб.	–	0	6,27	6,90	7,61	8,38	29,17
Поток чистых выгод по всем видам деятельности, млн руб.	–	-18,8	5,33	7,55	10,43	14,18	18,70
Поток чистых выгод по всем видам деятельности с учетом дисконтирования, млн руб.	–	-15,93	3,82	4,59	5,38	6,20	4,07
Поток чистых выгод по всем видам деятельности с учетом дисконтирования и нарастающим итогом, млн руб.	–	-15,93	-12,10	-7,50	-2,12	4,07	–
NPV							4,1
IRR							27,9
Pi							1,4

Таблица 5. **Показатели эффективности инвестиционного проекта по строительству агротуристического комплекса в Приморско-Ахтарском районе**
Table 5. Performance indicators of the investment project for the construction of the agrotourism complex in Primorsko-Akhtarsky District

№	Показатель Indicator	Значение Value
1	Ставка дисконтирования, %	18
2	Чистая приведённая стоимость (NVP), руб.	4,1
3	Срок окупаемости (PP), мес.	36
4	Дисконтированный срок окупаемости (DPP), мес.	42
5	Внутренняя норма рентабельности (IRR), %	27,9
6	Индекс рентабельности (PI)	1,4

Срок возврата денежных средств по проекту составляет 36 месяцев, а дисконтированный срок – 42 месяца. Учитывая необходимость обслуживания кредита, проект начинает приносить прибыль с пятого года своего осуществления. Далее отражены показатели эффективности инвестиционного проекта по строительству агротуристического комплекса в Приморско-Ахтарском районе (табл. 5).

Предложенный инвестиционный план отражает положительные значения по результатам экономического анализа с учетом современных реалий. Риски, связанные с осуществлением проекта, незначительны, ограничения, описанные на рисунке 3, нивелируются за счет предоставления перечня возможностей. Уменьшение рисков также обусловлено выбором среднего сегмента рынка при высоком уровне качества услуг. В случае необходимости повышения прибыльности проекта, увеличивать стоимость услуг можно на 20 % без значительного влияния на эластичность спроса.

Рассматривая нынешнюю геополитическую ситуацию и опираясь на экономическую обстановку, стоит отметить, что спрос на внутренний туризм не будет сокращаться в ближайшие года, что является гарантом востребованности проекта по строительству агротуристического комплекса в Приморско-Ахтарском районе.

На рисунке 6 продемонстрировано размещение объектов агротуристического комплекса в границах рассматриваемого земельного участка для реализации представленного бизнес-проекта.



Рис. 6. **Расположение агротуристического комплекса на земельном участке 23:25:0109000:20**
Fig. 6. Location of the agrotourism complex on the land plot 23:25:0109000:20

Заключение

На земельном участке с кадастровым номером 23:25:0109000:20, расположенном в Приморско-Ахтарском районе, целесообразно разместить агротуристический комплекс площадью 1189 м^2, а также искусственный водоем площадью 2,3 га, что является одним из перспективных вариантов для развития агротуризма в Краснодарском крае, поскольку обладает всеми необходимыми ресурсами для обеспечения отдыхающих качественным досугом. Мягкий климат, природное разнообразие и удобное территориальное расположение позволят обеспечить высокий поток туристов, а в соответствии с этим – повысить инвестиционную привлекательность региона в целом.

Список источников

1. Пьянкова С. Г., Линин В. В. Агротуризм в России: ретроспективный анализ развития и преобразований // Современные подходы к трансформации концепций государственного регулирования и управления в социально-экономических системах: сборник научных трудов 13-й Международной научно-практической конференции (Курск, 27-28 февраля 2024 г.). Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. С. 81-85. EDN: JPJQFW

2. Саранчин Д. А., Семенкова С. М. Потенциал российского агротуризма // Мир Инноваций. 2021. № 2. С. 42-47. EDN: FSLIGI

3. Родюкова А. С., Кириллова С. С. Тенденции развития агротуризма в современных условиях // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах, книга 2 (Барнаул, 07–08 февраля 2019 Г.). Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2019. С. 414-416. EDN: AVATVM

4. Слинкова О. К. Агротуризм в системе мирового туристского рынка // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. 2017. Т. 3. № 3. С. 74-82. DOI: 10.18413/2408-9346-2017-3-3-73-81. EDN: YZNSUP

5. Юрченко К. А. Упорядочение землевладений (землепользований) на основе проведения комплекса землеустроительных работ // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2018. № 9(164). С. 36-41. EDN: VABGUQ

6. Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: сборник статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции / отв. за вып. Е. В. Яроцкая. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. 459 с.

7. Гайсин Р. И. Природные территории для развития агротуризма // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук: сборник научных трудов второй заочной Международной конференции профессорско-преподавательского состава (Казань, 12 марта 2018 г.). Казань: ООО "Печать-Сервис-XXI век", 2018. С. 109-114. EDN: XMMOKL

8. Бизнес-план агроусадьбы. URL: https://www.openbusiness.ru/biz/business/biznes-plan-agrousadby/ (дата обращения: 26.08.2024)

References

1. Pyankova SG, Linin VV. Agrotourism in Russia: a retrospective analysis of development and transformations. *Modern Approaches to the Transformation of Concepts for State Regulation and Management in Socio-Economic Systems: Collection of Scientific Papers of the 13th International Scientific and Practical Conference (Kursk, February 27-28, 2024).* Kursk: Universitetskaya kniga ZAO, 2024:81-85. (In Russ). EDN: JPJQFW

2. Saranchin DA, Semenkova SN the potential of Russian agrotourism. *World of Innovation.* 2021(2):42-47. (In Russ). EDN: FSLIGI

3. Rodyukova AS, Kirillova SS. Trends in the development of agritourism in modern conditions. *Agrarian Science - to Agriculture: Proceedings of the 14th International Scientific and Practical Conference. In 2 books, book 2 (Barnaul, February 7-8, 2019).* Barnaul: Altai State Agrarian University, 2019:414-416. (In Russ). EDN: AVATVM

4. Slinkova OK. Agroturism in the system of the world tourism market. *Research Result. Business and Service Technologies.* 2017;3(3):74-82. (In Russ). DOI: 10.18413/2408-9346-2017-3-3-73-81. EDN: YZNSUP

5. Yurchenko KA. Streamlining of land tenures by land management activities. *Zemleustroystvo, Kadastr i Monitoring Zemel'.* 2018;9(164):36-41. (In Russ). EDN: VABGUQ

6. Yarotskaya EV (ed.). Current issues and prospects for the development of land and property relations: Collection of Papers Based on the Proceedings of the 3rd All-Russian Scientific and Practical Conference. Krasnodar: I. T. Trubilin Kuban State Agricultural University, 2021:459. (In Russ)

7. Gaisin RI. Natural areas for the development of agritourism. *Actual Issues of the Humanities and Natural Sciences: Collection of Scientific Papers of the Second Correspondence International Conference of the Faculty (Kazan, March 12, 2018).* Kazan: Pechat-Service-XXI Century OOO, 2018:109-114. (In Russ). EDN: XMMOKL

8. Business plan of the agro-estate. URL: https://www.openbusiness.ru/biz/business/biznes-plan-agrousadby/ (accessed 26.08.2024). (In Russ)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
Принадлежность к организации

Перов Александр Юрьевич, кандидат географических наук, доцент кафедры землеустройства и земельного кадастра, землеустроительный факультет, Кубанский государственный аграрный

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Affiliations

Aleksandr Yu. Perov, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Land Management and Land Cadastre, Faculty of Land Management, I. T. Trubilin Kuban State Agricultural University,

университет им. И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия, flick-media@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-2422-7528

Кондрашова Анна Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры институциональной экономики и инвестиционного менеджмента, Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия, Kondrashova.A2022@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-3840-8530

Макаренко Елизавета Юрьевна, магистрант, кафедра землеустройства и земельного кадастра, землеустроительный факультет, Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия, natalia.makaren@yandex.ru.

Шульжевский Илья Сергеевич, магистрант, кафедра землеустройства и земельного кадастра, землеустроительный факультет, Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия, Ilya1245335@gmail.com.

Критерии авторства

Перов А. Ю. – постановка цели и задач; Кондрашова А. В. – разработка инвестиционного проекта; Макаренко Е. Ю. – методология, написание статьи, обзор литературных источников; Шульжевский И. С. – построение графического материала, обработка данных, формулировка выводов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 05.09.2024
Одобрена после рецензирования 19.09.2024
Принята к публикации 20.09.2024

Krasnodar, Russia, flick-media@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-2422-7528

Anna V. Kondrashova, Ph.D. (Economics), Associate Professor, Department of Institutional Economics and Investment Management, I. T. Trubilin Kuban State Agricultural University, Krasnodar, Russia, kondrashova.A2022@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-3840-8530

Elizaveta Yu. Makarenko, Master's student, Department of Land Management and Land Cadastre, Faculty of Land Management, I. T. Trubilin Kuban State Agricultural University, Krasnodar, Russia, natalia.makaren@yandex.ru.

Ilya S. Shulzhevsky, Master's student, Department of Land Management and Land Cadastre, Faculty of Land Management, I. T. Trubilin Kuban State Agricultural University, Krasnodar, Russia, Ilya1245335@gmail.com.

Contribution of the authors

Perov A. Yu. – setting aims and objectives; Kondrashova A. V. – development of an investment project; Makarenko E. Yu. – methodology, writing a paper, reviewing references; Shulzhevsky I. S. – construction of graphic material, data processing, formulation of conclusions.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 05.09.2024
Approved after reviewing 19.09.2024
Accepted for publication 20.09.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 528.88
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-2-85-92
EDN: RDOUYR

Проблемы опустынивания Нефтекумского округа Ставропольского края

© 2024 **Полушковский Б. В.**✉, **Белова А. В., Минаев А. К.**
Северо-Кавказский федеральный университет
Ставрополь, Россия, boris_pol@rambler.ru✉; gis_anna@mail.ru; art.min4ev@yandex.ru

РЕЗЮМЕ. Цель – оценка деградации почв и актуального состояния почвенного покрова в Нефтекумском муниципальном округе Ставропольского края с использованием открытых данных дистанционного зондирования. **Методы.** С использованием картометрического метода и визуального дешифрирования был проведен анализ данных дистанционного зондирования для Нефтекумского округа Ставропольского края. При оценке состояния почвенного покрова использовался анализ статистической информации. **Результаты.** По общедоступным космоснимкам проведено косвенное дешифрирование почвенного покрова территории Нефтекумского округа. Выявлены зоны опустынивания, проведена их оцифровка в геоинформационной системе для фиксации их на карте и определения площади. **Выводы.** Сложные климатические условия на востоке Ставропольского края оказывают негативное влияние на почвенный покров. Предложенную в работе методику исследования и оценки деградации почв и выявления процессов опустынивания можно использовать для других восточных районов Ставропольского края.

Ключевые слова: геоинформационные системы, деградация почв, опустынивание, данные дистанционного зондирования, дешифрирование.

Формат цитирования: Полушковский Б. В., Белова А. В., Минаев А. К. Проблемы опустынивания Нефтекумского округа Ставропольского края // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 3. С. 85-92. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-85-92. EDN: RDOUYR

Desertification Problems of the Neftekumsk District (Stavropol Territory)

© 2024 **Boris V. Polushkovsky**✉, **Anna V. Belova, Artem K. Minaev**
North Caucasus Federal University
Stavropol, Russia, boris_pol@rambler.ru✉; gis_anna@mail.ru; art.min4ev@yandex.ru

ABSTRACT. The **aim** is to assess soil degradation and the current state of the soil cover in the Neftekumsk Municipal District of the Stavropol Territory using open data from remote sensing. **Methods.** It was carried out the analysis of remote sensing data for the Neftekumsk District of the Stavropol Territory using the cartometric method and visual interpretation. The analysis of statistical information was used to assess the state of the soil cover. **Results.** It was carried out an indirect interpretation of the soil cover in the Neftekumsk District based on the publicly available satellite images. Desertification zones were identified and digitized in a geographic information system to record them on a map and determine the area. **Conclusions.** The difficult climatic conditions in the east of Stavropol District have a negative impact on the soil cover. The methodology for studying and assessing soil degradation and identifying desertification processes proposed in the paper can be used for other eastern regions of Stavropol District.

Keywords: geographic information systems, soil degradation, desertification, remote sensing data, interpretation.

For citation: Polushkovsky BV, Belova AV, Minaev AK. Desertification Problems of the Neftekumsk District (Stavropol Territory). *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(3):85-92. (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-85-92. EDN: RDOUYR

Введение

Опустынивание является одной из наиболее серьезных экологических проблем современности. Согласно определению Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием этот процесс представляет собой «деградацию земель в аридных, субаридных и засушливых субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека» [1].

Опустынивание имеет серьезные последствия, приводит к утрате обширных территорий и угрожает жизни миллионов людей и животных. Утрата плодородных земель снижает эффективность сельскохозяйственного производства. Также страдает биоразнообразие, поскольку множество видов растений и животных теряют свои естественные места обитания. Люди также сталкиваются с социальными и экономическими последствиями опустынивания, такими как потеря жизненного пространства и ухудшение условий жизни.

Исторический опыт показывает, что опустынивание связано с неконтролируемым использованием природных ресурсов, изменениями климата и неэффективным земледелием. В последние десятилетия проблема только усугубилась из-за роста населения, увеличения потребления ресурсов и изменения климата в результате глобального потепления. Это стимулирует формирование новых опустевших зон, которые затрудняют обеспечение продовольствием и приводят к миграционным волнам.

Опустынивание является одной из глобальных экологических проблем, которая затрагивает множество регионов по всему миру. В Ставропольском крае в последние десятилетия также наблюдается рост интенсивности распространения процессов опустынивания и значительное увеличение площадей, занятых песками. Особенно актуальной является проблема опустынивания для востока края [2]. К районам, попадающим в «грушу риска» относится и Нефтекумский муниципальный округ. В последние десятилетия этот округ столкнулся с рядом проблем, связанных с процессом опустынивания, который оказывает серьезное влияние на природные, экономические и социальные аспекты.

Материалы и методы исследования

В ходе проведения работы по изучению деградационных процессов в Нефтекумском округе Ставропольского края использовались следующие методы:

– анализ статистики, текстовых материалов, схем, графиков, карт и т. д., публикуемых в докладах «О состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае», «Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель» [3; 4];

– анализ климатических данных, в частности о скорости и направлении ветра для построения актуальной розы ветров района исследования [5];

– анализ картографических материалов, представленных в «Атлас земель Ставропольского края», с целью выявления существующих агроклиматических зон в регионе [6];

– дешифрирование космических снимков ресурса Google Maps, получаемых с аппаратов Landsat 8, WorldView и QuickBird;

– результаты оцифровки зон, где были выявлены процессы опустынивания для дальнейшего определения их площади.

Результаты и их обсуждение

Нефтекумский муниципальный округ (ранее – район) расположен в юго-восточной части Ставропольского края, на Терско-Кумской низменности. Для Нефтекумского округа исторически характерна сельскохозяйственная специализация, но из-за деградации земель сельскохозяйственного назначения в последние годы район имеет низкий потенциал земельных ресурсов [7].

Нефтекумский муниципальный округ достаточно крупный, территория его занимает 5,7 % от общей земельной площади Ставропольского края и составляет 379,7 тыс. га. В составе земельного фонда района преобладающими являются земли сельскохозяйственного назначения.

В Нефтекумском округе общая площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет 86,09 % от общей площади района (всего 326,893 тыс. га). Из них 218,9 тыс. га. составляют пастбища, 96,75 тыс. га относится к пашне, 1,88 тыс. га – залежь, 334 га – многолетние насаждения, 8,98 тыс. га – сенокосы (рис. 1) [8].

Земли Нефтекумского округа находятся не в очень хорошем состоянии. Это обусловлено тем, что в почве присутствует высокое содержание обменного калия, очень низкое содержание гумуса. На территории округа чаще преобладают почвы каштанового типа, относительно обеспеченные бором и марганцем, содержащимися в пахотном слое. При этом почвы округа в сильной степени подвержены ветровой эрозии.

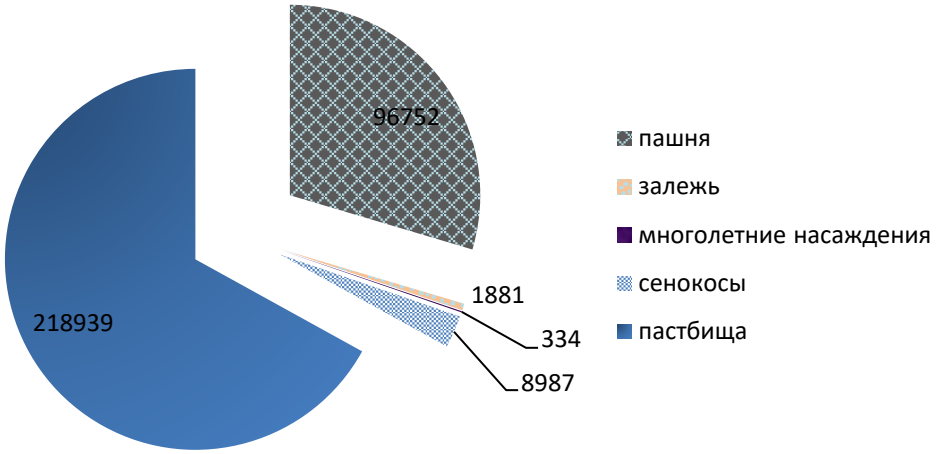


Рис. 1. **Земли сельскохозяйственного назначения Нефтекумского округа, площадь по категориям**
Fig. 1. Agricultural lands of the Neftekumsk District, area by category

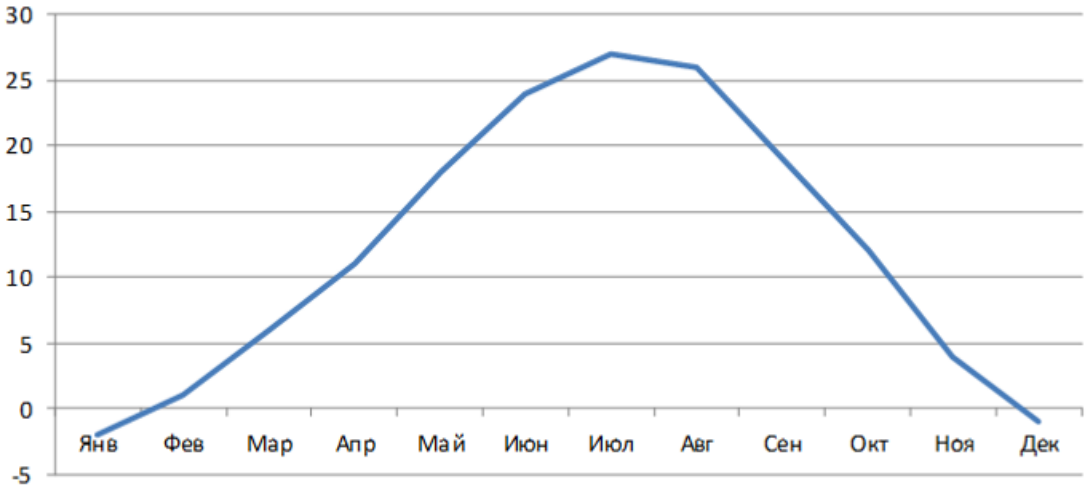


Рис. 2. **Среднемесячная температура в Нефтекумском округе за 2021 г.**
Fig. 2. Average monthly temperature in the Neftekumsk District for 2021

В связи со сложившейся сельскохозяйственной специализацией восточных районов Ставропольского края, большое распространение имеет скотоводство. Большая часть земель Нефтекумского округа используется как пастбища, а процент пашни от общей площади сельскохозяйственных угодий в районе составляет 30-50 %.

Одновременно с антропогенной нагрузкой большое влияние на почвы оказывают климатические условия округа. Нефтекумский округ расположен в юго-восточной части Ставропольского края. Географическое положение обуславливает умеренно-континентальный климат муниципального округа. Средняя месячная температура воздуха составляет + 26 °С летом и до –2 °С зимой (рис. 2) [5]. Зима, как и весна, в данном регионе характеризуется короткой продолжительностью, осень обычно сухая и теплая. Летний период продолжительный, с частыми суховеями.

Территория Ставропольского края характеризуется непростыми агроклиматическими условиями, и условно весь край можно разделить на следующие агроклиматические зоны: крайне засушливая, засушливая, зона неустойчивого увлажнения

и зона достаточного увлажнения. Нефтекумский округ, как и ряд остальных восточных районов края, относится к засушливой зоне [5]. По условиям влагообеспеченности Нефтекумский округ делится на две агроклиматические зоны. К первой зоне относится северо-восточная часть округа, а ко второй – юго-западная часть.

Данные зоны являются очень засушливыми. За год на этой территории выпадает в среднем всего около 300-375 мм. осадков (рис. 3) [5].

Осадки во многом влияют на влажность, а так как в Нефтекумском округе они выпадают достаточно редко, то коэффициент влагообеспеченности территории варьируется от 0,5 до 0,7. Впоследствии это оказывает большое влияние на почвы округа (рис. 4).

Используя многолетние данные по направлению господствующих ветров, было выявлено, что в Нефтекумском округе преобладает восточный ветер (рис. 5) [5]. При этом его средняя скорость составляет 13,4 км/ч, что по шкале Бофорта является слабым.

Господствующий восточный ветер способствует дальнейшему переносу песков с территории соседней Республики Дагестан на сельскохозяйственные земли Нефтекумского округа.

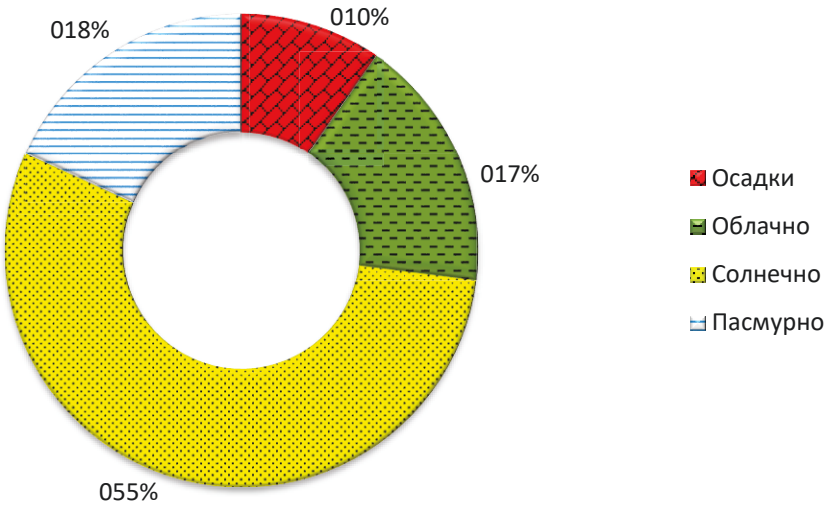


Рис. 3. **Вероятность осадков в течение года (за 2021 г.)**
Fig. 3. Probability of precipitation during the year (for 2021)

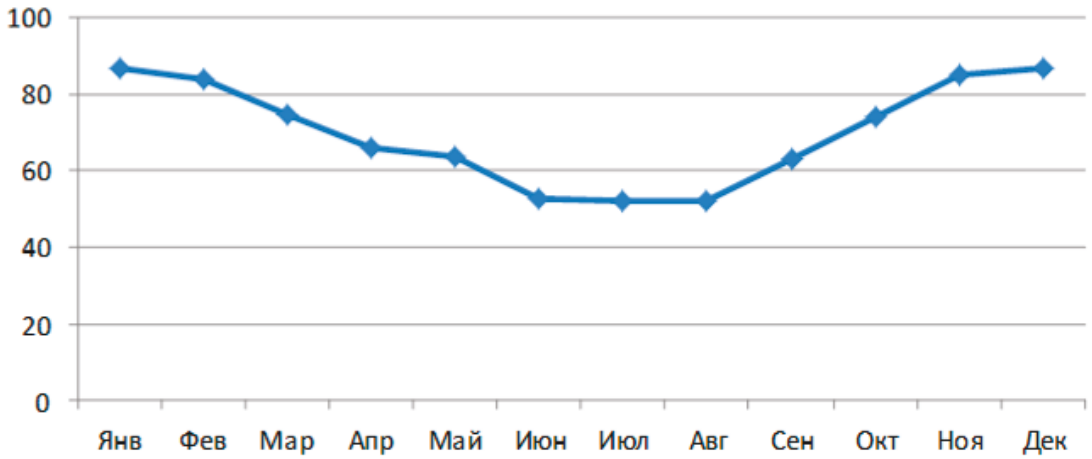


Рис. 4. **Средние показатели влажности по месяцам (за 2021 г.)**
Fig. 4. Average humidity values by month (for 2021)

В ходе работы с данными дистанционного зондирования был проведен анализ и дешифрирование снимков территории Нефтекумского округа. Для этих целей применялось программное обеспечение Google Earth Pro, позволяющее получать работать с космоснимками интересующего нас района. Данное ПО применялось с целью наложения на снимок границ муниципальных образований, а также для первичного определения территорий, подверженных опустыниванию. После этого полученные данные в форматах kml (kmz) передавались в ГИС MapInfo Professional для объединения объектов и построения тематических карт. Выбор в качестве ГИС MapInfo Professional обусловлен наличием ее лицензионной версии в ведущей организации. В перспективе для дальнейших исследований возможен переход на другие ГИС со схожим функционалом.

Для определения районов опустынивания необходимо использовать снимки, полученные в теплое время года, чтобы почвенный покров не перекрывался снегом. Проведение оцифровки и визуального дешифрирования позволило определить по снимкам границы простирания нарушенных земель. В нашем случае установлено, что почти 17 тыс. га земель Нефтекумского округа заняты песками (5,2 % от общей площади земель сельскохозяйственного назначения в округе) (рис. 6).

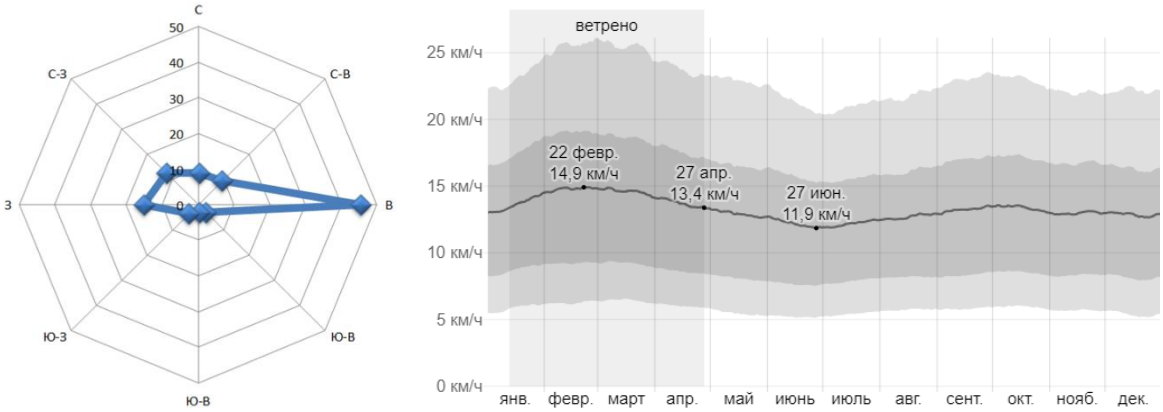


***Рис. 5.* Роза ветров и средняя скорость ветра в Нефтекумском округе на 2022 г.**
Fig. 5. Windrose and average wind speed in the Neftekumsk District for 2022

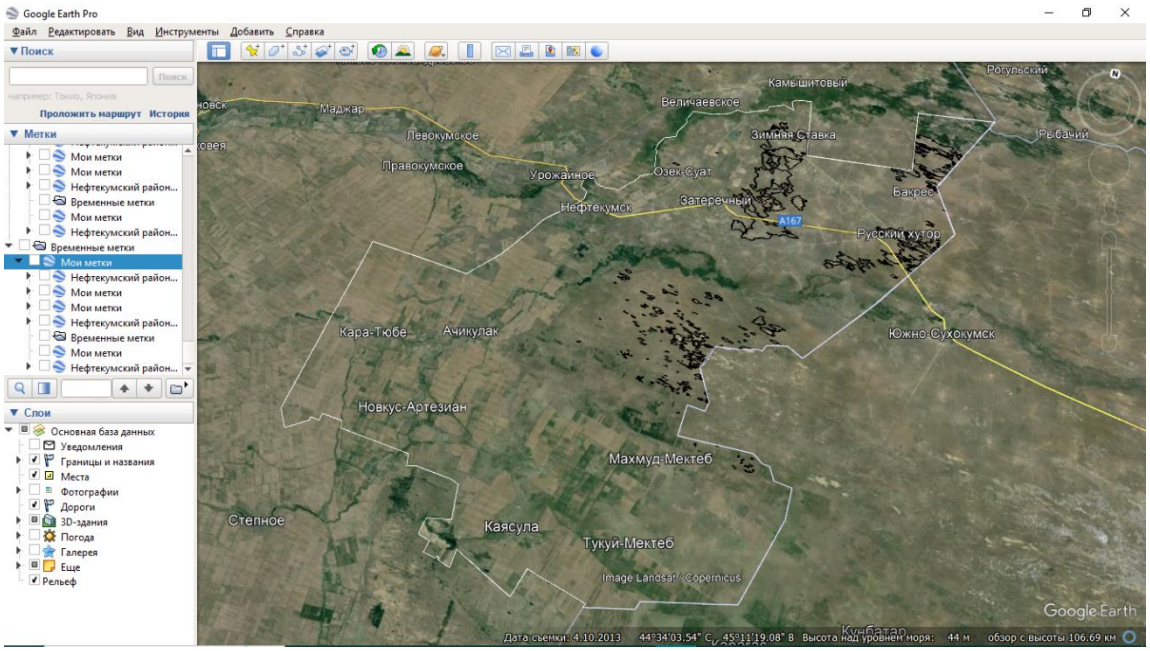


***Рис. 6.* Нефтекумский округ на космоснимках Google с оцифрованными фрагментами, покрытыми песками**
Fig. 6. Neftekumsk District on Google satellite images with digitized fragments covered with sand

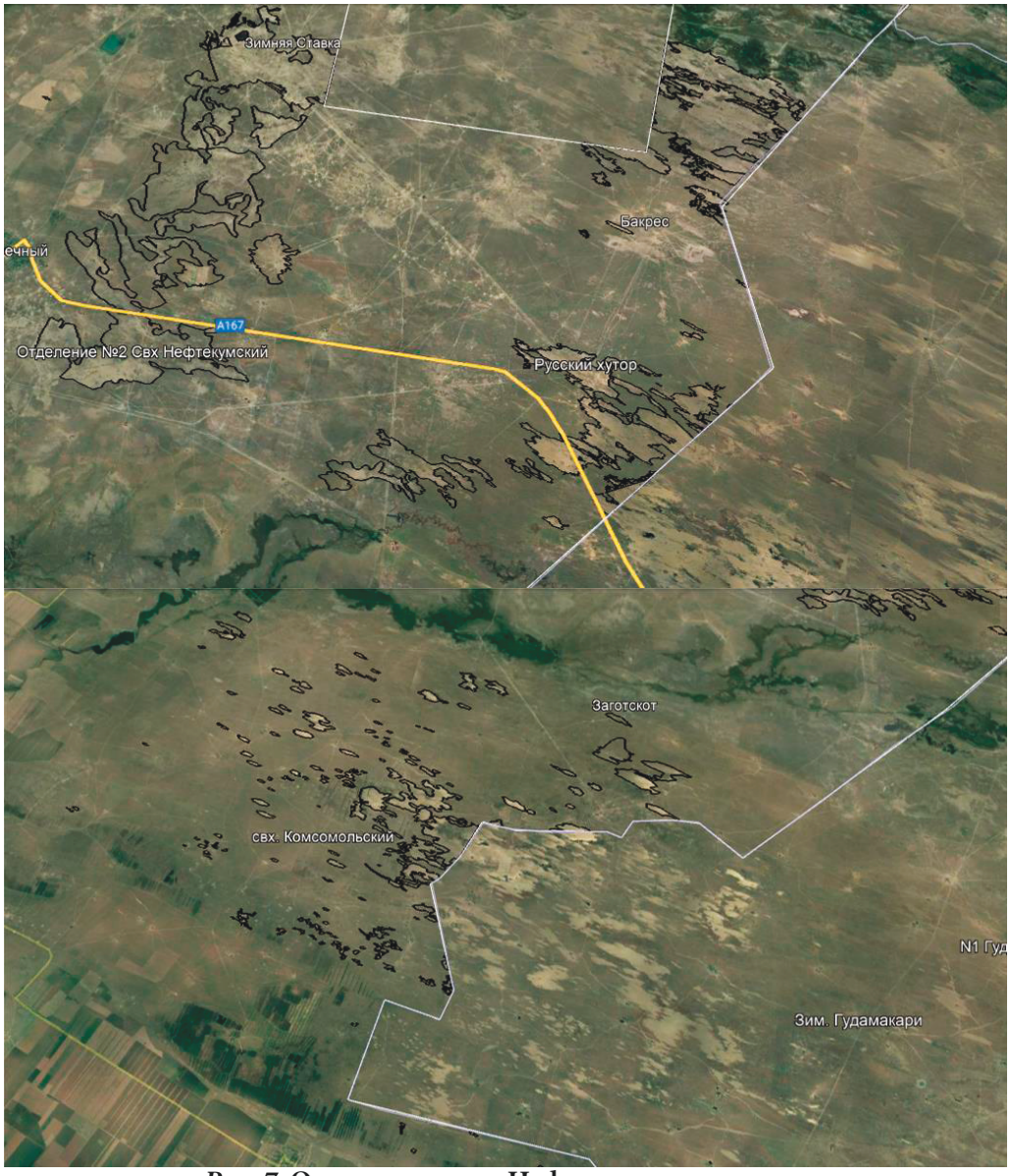


Рис. 7. **Опустынивание Нефтекумского округа**
Fig. 7. Desertification of the Neftekumsky Disrtrict

Дешифрирование снимков проводилось визуально. Ряд авторов [9; 10] отмечают, что на снимках, полученных в оптическом диапазоне спектра электромагнитных излучений, почвы не дешифрируются напрямую, однако нарушенные земли достаточно хорошо распознаются и картируются. Земли, подверженные опустыниванию, имеют характерный желтоватый оттенок. На рисунке 7 можно заметить, что большая часть земель, подверженных опустыниванию, расположена в восточной части округа. Это обусловлено одновременно как природными факторами, так и антропогенными. К природным факторам относятся направление и скорость ветра, температурный режим, которые способствуют переносу песков с востока на запад. Антропогенные факторы представлены отсутствием лесозащитных насаждений на восточной границе Ставропольского края и, в меньшей степени, выпасом скота, уничтожающим травянистый растительный покров. Данные процессы в совокупности приводят к тому, что пески перемещаются западнее и захватывают территорию Нефтекумского округа.

Выявленные на снимках площади, занятые песками, одновременно с этим являются очагами опустынивания на территории округа.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование показало, что процессы опустынивания, нарушенные земли, занятые песками территории на востоке Ставропольского края могут быть выявлены с использованием геоинформационных технологий и визуального дешифрирования космических снимков, находящихся в открытом доступе. При этом подобный анализ нарушенных земель сельхозназначения позволяет выявить как качественные (цветовой тон земель, занятых песком, отличается от цветового тона земель с растительностью), так и количественные (количество очагов и их площадь) характеристики объектов.

По результатам дешифрирования космических снимков в Нефтекумском округе можно обозначить следующие актуальные проблемы:

– отсутствие защитных лесополос на востоке Ставропольского края и, в частности, на территории Нефтекумского муниципального округа;

– деградационные почвенные процессы, которые ведут к снижению плодородия.

Проблема опустынивания в Нефтекумском муниципальном округе Ставропольского края является очень острой, требует немедленного вмешательства и принятия эффективных мер. Одно из мероприятий, которое возможно проводить в кратчайшие сроки, это массовая высадка деревьев и кустарниковой растительности в районах, подверженных опустыниванию, с целью восстановления и сохранения зеленых насаждений. Высадка деревьев помогает предотвратить эрозию почвы и задерживать влагу, что является важным фактором для поддержания уровня подземных вод и сохранения биоразнообразия. Однако данные мероприятия являются чрезвычайно затратными для местного и регионального бюджетов, и поэтому решение проблемы опустынивания в Нефтекумском округе требует комплексного подхода и совместных усилий как государства, так и частных инвесторов.

Список источников

1. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке. URL: https://docs.cntd.ru/document/901893003 (дата обращения: 29.11.2024)

2. Дорошенко В. В. Геоинформационный анализ развития процессов опустынивания в Ставропольском крае // Научно-агрономический журнал. 2022. № 3(118). С. 31-36. DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.004.31-36. EDN: UXZDWO

3. О состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае. URL: http://www.mpr26.ru/deyatelnost/otchety-doklady/o-sostoyanii-okruzhayushchey-sredy-i-prirodopolzovanii-v-stavropolskom-krae (дата обращения: 29.08.2024)

4. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель. URL: https://rosreestr.gov.ru/activity/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-rossiyskoy-federatsii/ (дата обращения: 29.11.2024)

5. Погода в России по месяцам, архив погоды в России. URL: https://world-weather.ru/archive/russia/ (дата обращения: 09.09.2024)

6. Атлас земель Ставропольского края. Ставрополь, 2000. 118 с. URL: http://mshsk.ru/dzz/atlasSK.pdf (дата обращения: 29.08.2024)

References

1. UN Convention to combat desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. URL: https://docs.cntd.ru/document/901893003 (accessed 29.11.2024). (In Russ)

2. Doroshenko VV. Geoinformation analysis of the desertification processes development in the Stavropol Region. *Nauchno-Agronomicheskiy Zhurnal.* 2022(3(118):31-36. (In Russ). DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.004.31-36. EDN: UXZDWO

3. On the state of the environment and nature management in Stavropol Territorry. URL: http://www.mpr26.ru/deyatelnost/otchety-doklady/o-sostoyanii-okruzhayushchey-sredy-i-prirodopolzovanii-v-stavropolskom-krae (accessed 29.08.2024). (In Russ)

4. State (national) report on the state and use of lands. URL: https://rosreestr.gov.ru/activity/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-rossiyskoy-federatsii/ (accessed 29.11.2024). (In Russ)

5. Weather in Russia by month, weather archive in Russia. URL: https://world-weather.ru/archive/russia/ (accessed 09.09.2024). (In Russ)

6. Atlas of Stavropol Territory lands. Stavropol, 2000:118. URL: http://mshsk.ru/dzz/atlasSK.pdf (accessed 29.08.2024). (In Russ)

7. Бадахова Г. К., Кнутас А. В. Ставропольский край: современные климатические условия. Ставрополь: Краевые сети связи, 2007. 272 с.

8. Администрация Нефтекумского муниципального округа. URL: https://anmosk.gosuslugi.ru/o-munitsipalnom-obrazovanii/ (дата обращения: 29.08.2024)

9. Ермолаев О. П., Медведева Р. А., Платончева Е. В. Методические подходы к мониторингу процессов эрозии на сельскохозяйственных землях Европейской части России с помощью материалов космических съемок // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2017. Т. 159. № 4. С. 668-680. EDN: YODEXN

10. Сабиров А. Т., Галилулин И. Р., Кокутин С. Н., Колесникова Е. Р. Экологическая оценка эрозионных ландшафтов с использованием космических снимков // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2007. Т. 2. № 1(5). С. 74-79. EDN: KWHMUN

7. Badakhova GK, Knutas AV. Stavropol Territory: Recent Climatic Conditions. Stavropol: Kraevye seti svyazi, 2007:272. (In Russ)

8. Administration of Neftekumsk Municipal District. URL: https://anmosk.gosuslugi.ru/o-munitsipalnom-obrazovanii/ (дата обращения 29.08.2024). (In Russ)

9. Ermolaev OP, Medvedeva RA, Platoncheva EV. Methodological approaches to monitoring erosion processes on agricultural lands of the European part of Russia using space imagery materials. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki.* 2017;159(4):668-680. (In Russ). EDN: YODEXN

10. Sabirov AT, Galilulin IR, Kokutin SN, Kolesnikova ER. Ecological assessment of erosion landscapes using space images. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2007;2(1(5):74-79. (In Russ). EDN: KWHMUN

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Полушковский Борис Викторович, кандидат географических наук, доцент базовой кафедры ведения Единого государственного реестра недвижимости, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия, boris_pol@rambler.ru, https://orcid.org/0009-0004-9951-6898

Белова Анна Валерьевна, кандидат географических наук, доцент, заведующий базовой кафедрой ведения Единого государственного реестра недвижимости, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия, gis_anna@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-7028-9790

Минаев Артем Константинович, магистрант департамента географии и геоинформатики, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия, art.min4ev@yandex.ru

Критерии авторства

Полушковский Б. В. – введение, материалы и методы исследования, результаты и их обсуждение, заключение; Белова А. В. – материалы и методы исследования, заключение; Минаев А. К. – введение, материалы и методы исследования, результаты и их обсуждение, оформление списка источников.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 30.08.2024
Одобрена после рецензирования 10.09.2024
Принята к публикации 12.09.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Boris V. Polushkovsky, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Basic Department of Maintaining the Unified State Register of Real Estate, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, boris_pol@rambler.ru, https://orcid.org/0009-0004-9951-6898

Anna V. Belova, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Head of the Basic Department of Maintaining the Unified State Register of Real Estate, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, gis_anna@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-7028-9790

Artem K. Minaev, Master's student, Department of Geography and Geoinformatics, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, art.min4ev@yandex.ru

Contribution of the authors

Polushkovsky B.V. – introduction, materials and research methods, results and their discussion, conclusion; Belova A.V. – materials and research methods, conclusion; Minaev A.K. – introduction, materials and research methods, results and their discussion.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 30.08.2024
Approved after reviewing 10.09.2024
Accepted for publication 12.09.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 314.1
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-93-104
EDN: WUQZLM

Демографические изменения в национально-территориальных образованиях России в XX-XXI вв.

© 2024 **Трифонова З. А.**✉
Югорский государственный университет
Ханты-Мансийск, Россия, zoyatrifonova@mail.ru✉

РЕЗЮМЕ. Цель. Провести анализ демографических изменений, произошедших в национально-территориальных образованиях (НТО) России в конце XX – начале XXI в. **Методом** исследования стал анализ динамики изменения численности населения НТО России с 1989 по 2020 г. на основе темпов прироста численности населения. Проводится группировка регионов по темпам прироста населения. **Результаты.** Получена картосхема, отражающая три группы НТО с разной динамикой численности титульного населения. Обсуждаются факторы демографических изменений. Выявлена связь между темпами прироста численности населения и темпами прироста титульных народов исследуемых регионов. **Выводы.** В исследуемых регионах наблюдается высокий размах вариации в величинах удельного веса титульных народов в общей численности населения. Для анализа пространственной дифференциации демографических изменений требуется анализ этно-демографической ситуации на муниципальном уровне.

Ключевые слова: население, процессы воспроизводства, национально-территориальные образования, географическое пространство, прирост населения, урбанизация, миграция.

Формат цитирования: Трифонова З. А. Демографические изменения в национально-территориальных образованиях России в XX-XXI вв. // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 3. С. 93-104. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-93-104. EDN: WUQZLM

Demographic Changes in the National-Territorial Entities of Russia in the 20-21st Centuries

© 2024 **Zoya A. Trifonova**✉
Yugra State University
Khanty-Mansiysk, Russia, zoyatrifonova@mail.ru✉

ABSTRACT. Aim. To analyze the demographic changes in the national-territorial entities (NTEs) of Russia in the late 20th – early 21st centuries. The research **method** was the analysis of the changes dynamics in the population of the NTEs of Russia from 1989 to 2020 based on the population growth rate. The regions are grouped by population growth rate. **Results.** A schematic map has been obtained that reflects three groups of NTEs with different dynamics of the titular population. The factors of demographic changes are discussed. A relationship has been revealed between the population growth rates and the growth rates of the titular peoples in the studied regions. **Conclusions.** There is a high range of variation in the values of the titular peoples' proportion in the total population in the regions under study. It is required an analysis of the ethno-demographic situation at the municipal level to analyze the spatial differentiation of demographic changes.

Keywords: population, reproduction processes, national-territorial entities, geographical space, population growth, urbanization, migration.

For citation: Trifonova ZA. Demographic Changes in the National-Territorial Entities of Russia in the 20-21st Centuries. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(3):93-104. (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-93-104. EDN: WUQZLM

Введение

Будучи крупнейшим по площади государством в мире, Российская Федерации отличается высокой природной, социально-экономической, демографической и этнической дифференциацией. Дифференциация пространства может исследоваться в разных плоскостях. Со времен М. В. Ломоносова дифференциация российского пространства изучалась по векторам «север – юг» или «запад – восток» [1]. Позднее, в том числе с учетом развития урбанизации, появились исследования, выявляющие центробежные и центростремительные векторы распространения различий в пространстве [2], например, в сельско-городской системе расселения. В настоящее время пространственный подход позволяет сравнивать социальные процессы, в том числе демографические изменения, в подсистемах различного иерархического уровня.

Объектом нашего исследования являются 22 республики, 4 автономных округа и автономная область – всего 27 субъектов Российской Федерации. Выбор этих регионов обусловлен наличием этнического компонента (в исследование не вошли Донецкая Народная Республика и Луганская Народная Республика). Наряду с русскими и другими народами, в них проживают титульные народы, определившие этническую уникальность региона. По отношению к таким регионам применяется термин «национально-территориальные образования», которые образованы и действуют благодаря национально-территориальному принципу федеративного устройства страны. Большинство национально-территориальных образований в многонациональной России существует более 100 лет. Это значительный период, позволяющий анализировать данные регионы с позиций демографических изменений в подсистемах различного иерархического уровня. На их долю приходится 19,7 % населения Российской Федерации, согласно данным переписи 2020 г. [3].

Отметим, что сравнительного анализа демографических изменений в национально-территориальных образованиях России ранее не проводилось. Выбранные для исследования регионы отличаются характером демографических процессов. Среди республик и округов имеются как регионы с численно растущим населением, так и регионы с численно убывающим населением. Важно понять каковы причины этих изменений, какова роль этнического фактора в демографических изменениях. Понимание этих процессов позволит принимать на региональном и муниципальном уровнях соответствующие управленческие решения, в том числе по национальным проектам «Демография», «Здоровье», «Семья и дети».

Материал и методы исследования

Отметим, что вопросу изучения факторов демографических изменений в стране и регионах России посвящено немало трудов. В книге В. И. Козлова представлена методология этнодемографического исследования, проведен анализ демографических процессов в первой половине XX в. Обратим внимание на различия в естественном приросте у народов, проживавших в Европейской части. Так, естественный прирост у мордвы составлял 23,8 ‰, марийцев – 12,3, коми – 12,7, чувашей – 15,7, удмуртов – 14,9, калмыков – 16,3, карелов – 16,5. Русские имели естественный прирост равный 21,9 ‰, выше показатель был у башкир – 25,2 и татар – 28,6 [4]. Причина таких существенных различий в те годы определялась высокими различиями в смертности, в то время как рождаемость у всех народов была высокой и превышала 40 ‰. На рубеже XX-XXI вв. фактор смертности значительно ослабил влияние на различия в естественном движении населения. В связи с этим рождаемость и оценка факторов, определяющих изменение ее величины, в настоящее время являются актуальной исследовательской задачей. Следует отметить фундаментальную работу коллектива ученых, посвященную демографическому самочувствию регионов России [5]. Одновременно ведутся сравнительные исследования по демографической ситуации в регионах страны и анализу этнической компоненты в НТО [6-9]. Исследуя динамику численности и динамику процессов вос-

производства населения, авторы рассчитывают темпы прироста, а также анализируют показатели естественного и миграционного движения населения [5]. При этом большинство исследований ведется на основе данных, отражающих среднерегиональные величины воспроизводства населения. Детальное исследование «центр-периферийных» различий в естественном и миграционном движениях населения в регионах России требует предварительного сбора информации в территориальных органах. Поэтому целостного исследования на муниципальном уровне по стране еще не проводилось. Однако имеются интересные работы на материалах нескольких регионов [10; 11]. Оригинальными выводами исследований является объяснение внутрирегиональных отличий воспроизводства населения влиянием этнического фактора [12-14; 6]. Подобные выводы формулируются на основе понимания внутрирегиональной этногеографии и сопоставления показателей естественного движения населения в районах и городах региона.

Одной из очевидных причин демографических различий между регионами страны и внутрирегиональных различий является показатель рождаемости. Подробные сравнительные исследования рождаемости населения провела, например, О. А. Родина. В ходе кластеризации и группировок регионов этнические регионы демонстрируют самые высокие показатели рождаемости [15].

Результаты и их обсуждение

За 30-летний период в России численность населения практически не изменилась. Согласно данным переписей 1989-2020 гг. общий прирост населения в стране составил 0,1 %. Определенным образом на изменение численности населения влияют, как известно, административные преобразования, естественный и миграционные приросты.

Для удобства сравнительного исследования между национально-территориальными образованиями абсолютные показатели численности населения приведены относительно численности населения Российской Федерации. Отметим, что по всем 27 исследуемым регионам суммарно доля населения увеличилась незначительно: с 19,5 % в 1989 г. до 19,7 % в 2020 г. При этом НТО показали разную динамику удельного веса численности населения. Это позволило выделить три группы регионов (рис. 1; табл. 1).

Во-первых, укажем на 7 регионов с выросшей долей населения. Особенно впечатляет Дагестан, удельный вес населения республики с 1989 г. увеличился почти в 2 раза, составив к 2020 г. 2,2 %. Дагестан наряду с Башкортостаном и Татарстаном являются крупными по численности населения национально-территориальными образованиями России, удельный вес которых превышает 2 % от общей численности населения страны. Для сравнения, самые многочисленные регионы России: Москва, Московская область, Краснодарский край, Санкт-Петербург, Ростовская область имеют удельный вес населения 9; 5,9; 3,9; 3,8; 2,8 %, соответственно. А средняя величина удельного веса одного из 89 регионов России составляет 1,1 %. Итак, первая группа – это НТО с растущей численностью населения и соответственно долей в общей численности населения страны. В нее вошли 4 восточные республики Северного Кавказа (Дагестан, Чеченская Республика, Кабардино-Балкария, Северная Осетия – Алания), две самые крупные по численности и по площади республики Урало-Поволжья (Татарстан и Башкортостан), а также Ханты-Мансийский автономный округ – Югра.

Вторая группа объединила 11 республик со стабильной величиной удельного веса численности населения республик в общей численности населения страны. В них эта величина за 30 лет не изменилась. Интересно, что в этой группе оказались как республики с численно растущим населением (Алтай, Тыва, Адыгея и Карачаево-Черкессия), так и регионы с убывающим населением (Калмыкия, Марий Эл, Бурятия, Хакасия, Якутия и Еврейская автономная область). В эту же группу включена Ингушетия, которая показала стабильную величину и положительный прирост после образования Ингушской Республики (рис. 1).

Третья группа представлена девятью регионами с уменьшившейся в них долей населения. В состав этой группы вошли в основном небольшие по численности населения регионы, их доля менее 0,5 % (исключениями являются Республика Крым, Удмуртия и Чувашия). Также обратим

внимание на принадлежность большинства титульных народов этих регионов к финно-угорской языковой группе, за исключением Чувашии, Крыма и Чукотского автономного округа (табл. 1).

Исключив фактор административно-территориальных преобразований в исследуемых регионах, сосредоточимся на анализе естественного и миграционного движения с 1995 по 2020 г. через 5-летние интервалы.

Анализ абсолютных величин естественного прироста населения показал совпадение различий между регионами. Выявилась группа республик и автономных округов с положительным естественным приростом населения. Это восточные республики Северного Кавказа, а также Калмыкия, Алтай, Тыва, Якутия и все автономные округа (рис. 2). Именно эти регионы продемонстрировали прирост численности населения за 30 лет (табл. 1).

Обратим внимание на автономные округа, сохраняющие положительный естественный прирост населения (рис. 2). Это регионы с особой возрастной структурой населения, где понижена доля лиц старше трудоспособного возраста, например, в Югре их доля составляет 16,6 % (в среднем в России – 25 %). В Югре, на Ямале, Чукотке и в Ненецком автономном округе высока доля молодежи и трудоспособного населения, для Югры – это 22,6 % и 60,9 %, соответственно. Сюда приезжают на работу, не все, но многие остаются жить, образуют семьи, т. к. здесь действуют существенные северные доплаты. Роль этнического фактора также не стоит забывать. В регионах проживают коренные народы Севера – ненцы, ханты, манси, чукчи. Их доля в общей численности жителей регионов различная. Самый высокий удельный вес наблюдается на Чукотке, где доля чукчей составляет 28 % от численности населения округа, а самый низкий в Югре – на долю ханты и манси приходится суммарно 1,9 % согласно переписи 2020 г. Тем не менее, в семьях титульных народов рождаемость остается высокой.

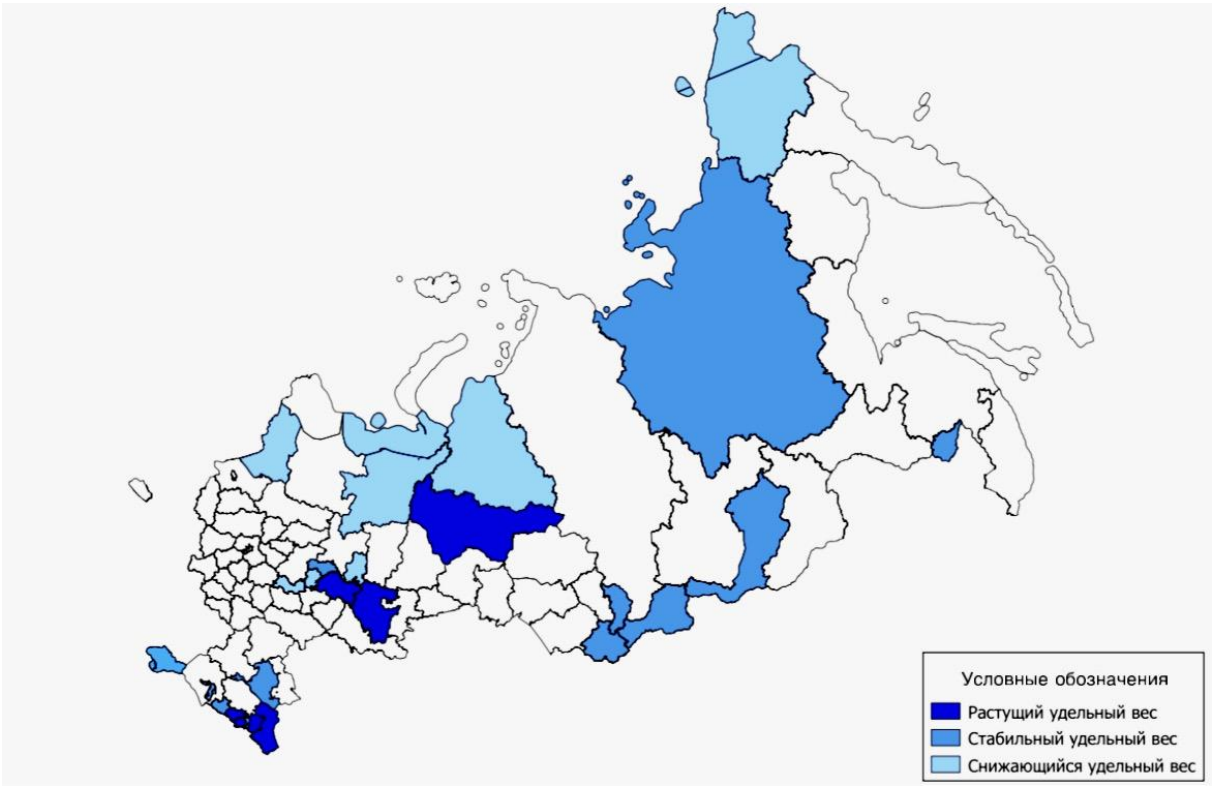


Рис. 1. **Группировка национально-территориальных образованиях по динамике удельного веса населения региона в численности населения России с 1989 по 2020 г.**
(рассчитано автором по итогам переписей 1989, 2002, 2010, 2020 гг. [3; 16-18])
Fig. 1. Grouping of national-territorial entities by the dynamics of the proportion of the regions' population in the population of Russia from 1989 to 2020
(calculated by the author based on the results of the censuses in 1989, 2002, 2010, 2020 [3; 16-18])

Таблица 1. **Динамика численности населения в национально-территориальных образованиях России**
Table 1. Population's dynamics in national-territorial entities of Russia

Регионы Regions	**Удельный вес регионов в общей численности населения страны, %** Share of regions in the total population of the country, %				**Темпы прироста/ убыли 1989-2020** Rates of growth/decrease 1989-2020
	1989 г.	**2002 г.**	**2010 г.**	**2020 г.**	
Российская Федерация Russian Federation	**100**	**100**	**100**	**100**	**0,1**
Регионы с выросшей величиной удельного веса					
Республика Дагестан	1,2	1,8	2,04	2,2	76,6
Кабардино-Балкарская Республика	0,5	0,6	0,6	0,6	20
Республика Северная Осетия – Алания	0,4	0,5	0,5	0,5	8,7
Чеченская Республика	0,9*	0,8	0,9	1	18,9
Республика Башкортостан	2,7	2,8	2,9	2,8	3,4
Республика Татарстан	2,5	2,6	2,7	2,7	10
Ханты-Мансийский автономный округ - Югра	0,9	1	1,1	1,2	33,5
Регионы со стабильной величиной удельного веса					
Республика Адыгея	0,3	0,3	0,3	0,3	15
Карачаево-Черкесская Республика	0,3	0,3	0,3	0,3	13,2
Республика Алтай	0,1	0,1	0,1	0,1	10,5
Республика Тыва	0,2	0,2	0,2	0,2	9,1
Республика Калмыкия	0,2	0,2	0,2	0,2	-17,2
Республика Марий Эл	0,5	0,5	0,5	0,5	-9,7
Республика Бурятия	0,7	0,7	0,9	0,7	-5,7
Республика Хакасия	0,4	0,4	0,4	0,4	-5,7
Республика Саха (Якутия)	0,7	0,7	0,7	0,7	-9
Еврейская автономная область	0,1	0,1	0,1	0,1	-29,7
Республика Ингушетия	0,9*	0,3	0,3	0,3	-59,9
Регионы с уменьшившейся величиной удельного веса					
Республика Мордовия	0,7	0,6	0,6	0,5	-18,7
Удмуртская Республика	1,1	1,1	1,1	1	-9,5
Чувашская Республика	0,9	0,9	0,9	0,8	-11,3
Ямало-Ненецкий автономный округ	0,4	0,4	0,4	0,3	3,2
Республика Карелия	0,5	0,5	0,5	0,4	-32,5
Республика Коми	0,9	0,7	0,6	0,5	-41
Ненецкий автономный округ	0,04	0,03	0,04	0,03	-23,1
Чукотский автономный округ	0,1	0,04	0,04	0,03	-71
Республика Крым	1,4	1,4**	1,4***	1,3	-6,4

Источники: Оценки на основе переписей 1989, 2002, 2010 и 2020 гг. [3; 16-18].

Примечание: * – Данные на 1989 г. даны по Чечено-Ингушской АССР; ** – Согласно данным Всеукраинской переписи 2001 г.; *** – Согласно текущим данным Росстат.

Sources: Estimates based on the 1989, 2002, 2010 and 2020 censuses [3; 16-18].

Note: * – Data for 1989 are given for the Chechen-Ingush ASSR; ** – According to data from the 2001 All-Ukrainian Census; *** – According to current data from Rosstat.

Интересен состав республик, показавших переменные значения естественного прироста и естественной убыли населения – это Северная Осетия – Алания, республики Урало-Поволжья: Башкортостан, Татарстан, Удмуртия и Чувашия, а также Бурятия и Хакасия (рис. 3). Отметим, что в этой группе титульные народы 5 республик относятся к тюркской группе алтайской языковой семьи, удмурты – к финно-угорской, а буряты к монгольской. При этом в конфессиональном плане титульные тюркоязычные народы Осетии, Чувашии и Хакасии исповедуют православие, а народы Башкортостана и Татарстана ислам. Буряты исповедуют буддизм. Такое

сложное сплетение традиций и многовековой опыт совместного проживания в многонациональной стране несомненно наложили отпечаток на демографическое поведение жителей республик. При естественной убыли в 1995-2005 гг., в 2010-2020 гг. регионы продемонстрировали естественный прирост населения, обусловленный ростом рождаемости (рис. 3). Очевидно, что государственная политика по стимулированию рождаемости в этих регионах повлияла на демографическое поведение и способствовала росту рождаемости.

7 из 27 регионов сохраняли естественную убыль населения. Наряду с 4 финно-угорскими республиками (Карелия, Коми, Марий Эл и Мордовия), сюда вошли единственная северо-кавказская республика – Адыгея, а также Крым и Еврейская автономная область (рис. 4). Большинство семей указанных регионов перешли к малодетной модели семьи одновременно с русским народом. На фоне существенно изменившейся возрастной структуры населения и повышенной доли пожилого населения, естественная убыль населения сохранилась даже в 2010-е гг. Незначительный естественный прирост в 2005 г. показали Карелия и Марий Эл (рис. 4). Ранее проведенный региональный анализ старения населения показал, что наряду с северо-западными и центральными регионами страны вышеперечисленные регионы также демонстрировали высокий уровень старения [19].

Как известно, не менее важным фактором изменения численности населения региона или страны являются миграции. Анализ величины миграционного прироста в исследуемых регионах с 1995 по 2020 г. показал, что лишь 3 республики продемонстрировали стабильный миграционный прирост, сохраняя его и в настоящее время – это Татарстан, Адыгея и Ингушетия. Причины миграционного прироста в эти республики разные. На фоне этнического фактора, следует отметить успехи социально-экономического развития Татарстана, определившие миграции населения в эту республику из соседних регионов. Интересна ситуация с Адыгеей. Миграционный прирост объясняется соседством республики с Краснодарским краем, мягкими природными условиями и транспортной доступностью, определившими выбор мигрантов в пользу Адыгеи. Здесь живут, но работать выезжают в соседний Краснодарский край. Неслучайно Адыгея входила в тройку регионов-лидеров по количеству трудовых мигрантов, наряду с Московской областью и Чувашской Республикой [20].

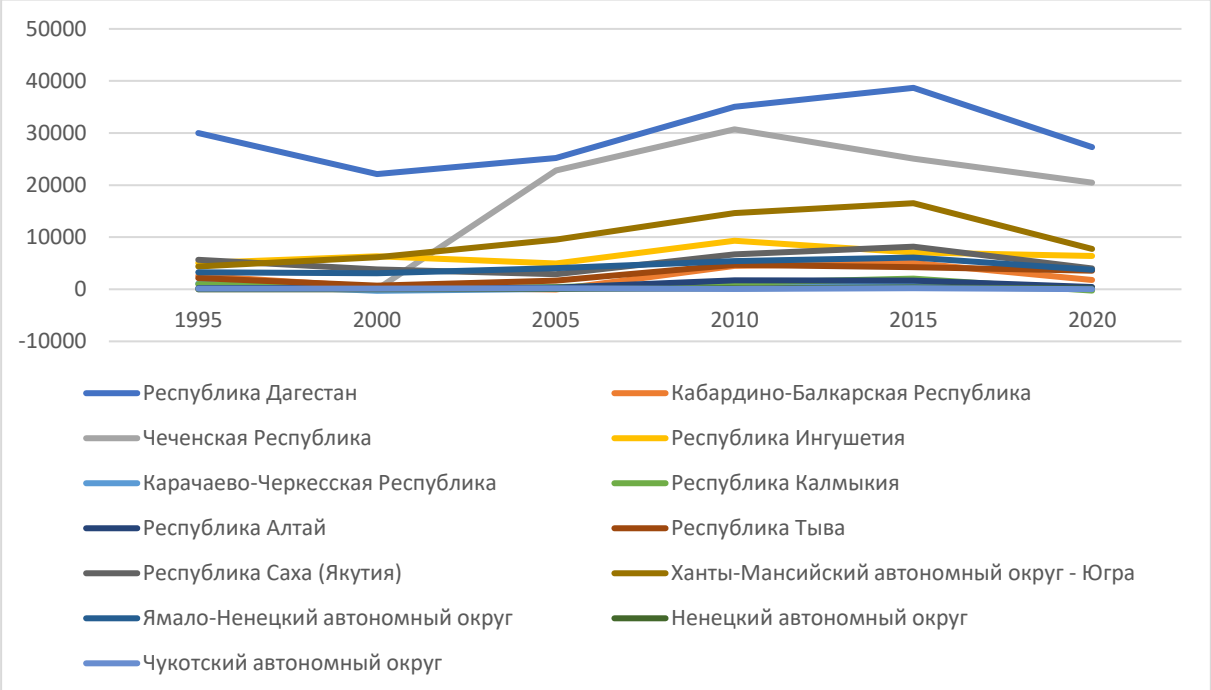


Рис. 2. **Естественный прирост населения (чел.) в республиках и автономных округах**
Fig. 2. Natural population's growth (people) in republics and autonomous districts

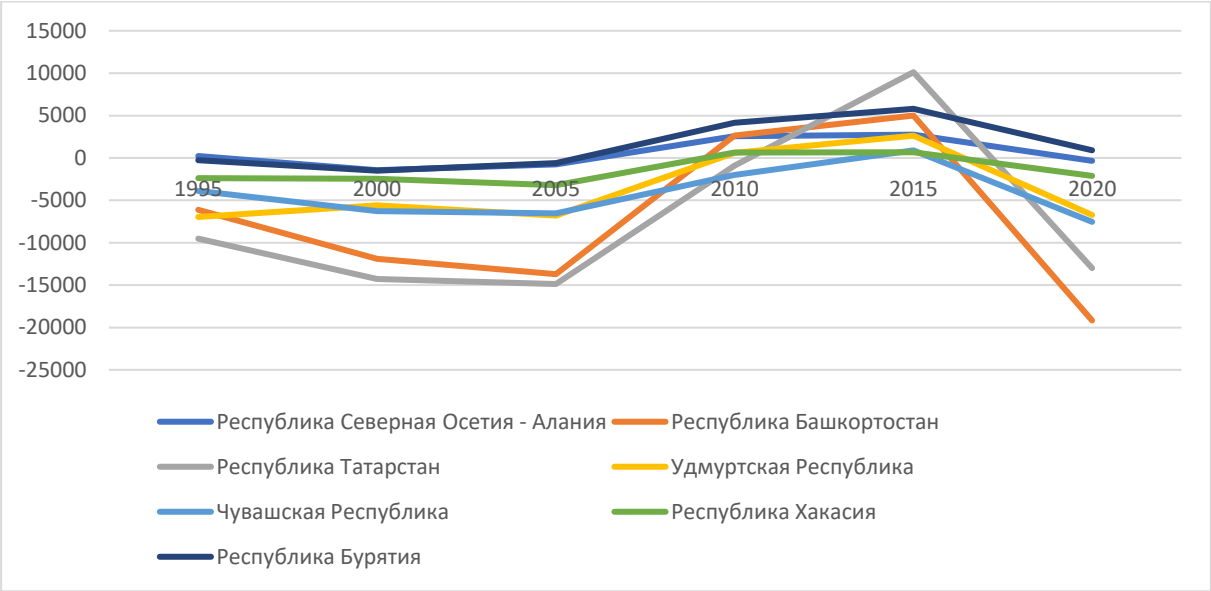


***Рис. 3.* Естественный прирост и естественная убыль населения (чел.)**
Fig. 3. Natural increase and natural decrease of population (people)

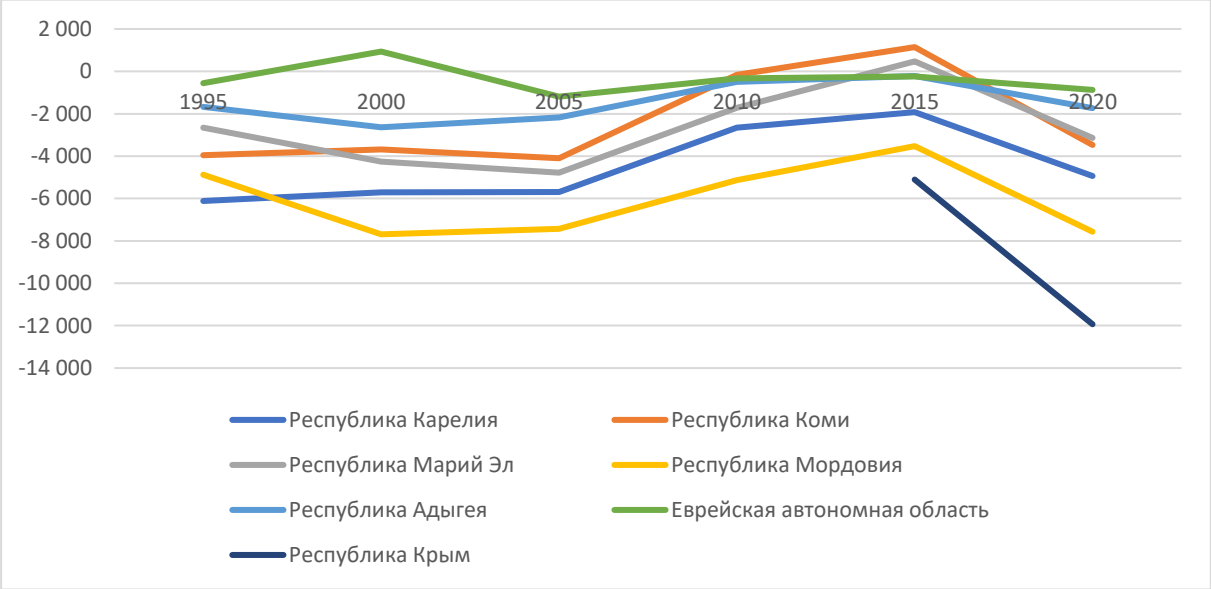


***Рис. 4.* Естественная убыль населения (чел.)**
Fig. 4. Natural population decline (people)

Укажем также на 5 регионов, показавших за исследуемый период стабильную миграционную убыль: Дагестан, Чеченская Республика, Калмыкия, Коми и Еврейская автономная область. Причины оттока населения в каждой из этих территорий индивидуальны. Однако доминирующим фактором выезда населения из этих регионов следует указать высокую социально-экономическую напряженность, обусловленную дотационным характером экономики регионов и низкими доходами населения.

Остальные регионы показали нестабильную величину миграционного прироста/убыли населения. Анализ миграционной активности населения и ее влияния на демографическое развитие России, проведенный Л. Л. Рыбаковским, не коснулся национальных регионов страны. Интенсивность выездных миграций постепенно снижалась от периферийных регионов страны к регионам, соседствующим с федеральным центром или городами-миллионерами и экономически успешными регионами [21]. Этнический компонент требует дополнительного исследования.

Таблица 2. **Динамика численности титульного народа в национально-территориальных образованиях России**

Table 2. Dynamics of the titular people's number in the national-territorial entities of Russia

Регионы Regions	**Удельный вес титульных народов в общей численности населения регионов, %** Proportion of titular peoples in the total population of regions, %				**Темпы прироста/убыли титульных народов в 2002-2020 гг.** Rates of increase/decrease of titular peoples in 2002-2020
	1989 г.	**2002 г.**	**2010 г.**	**2020 г.**	
Регионы с растущей величиной удельного веса титульных народов					
Республика Дагестан*	72,4	78,6	79,7	80,3	95,8
Кабардино-Балкарская** Республика	57,6	67	69,7	67	43,6
Республика Северная Осетия – Алания	53	62,7	64,5	64	20,9
Чеченская Республика		93,5	95,1	96,4	41,2***
Республика Ингушетия		77,3	93,5	92,9	43,6***
Карачаево-Черкесская Республика**	40,9	49,8	52,5	56,3	55,8
Республика Башкортостан	21,9	29,8	47,6	31	41,6
Республика Татарстан	48,5	52,9	53,2	52,2	7,7
Республика Алтай	31	31	33,4	34,7	12,1
Республика Бурятия	24	27,8	29,5	30,2	25,5
Республика Тыва	64,3	77	81	83,1	29,2
Республика Калмыкия	45,4	53,3	56,2	60	31,3
Республика Саха (Якутия)	33,4	45,5	48,7	47,1	41,2
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра**	1,4	2,9	2	1,9	66
Чукотский автономный округ	7,3	23,5	25,3	28	12
Ямало-Ненецкий автономный округ	4,2	5,2	5,7	7	66,4
Регионы с нестабильной величиной удельного веса титульных народов					
Республика Адыгея	22,1	24,2	24,3	19,7	-10,6
Республика Мордовия	32,5	32	39,9	37,1	14,1
Республика Хакасия	11,1	12	12	10,3	-7
Ненецкий автономный округ	11,9	18,7	17,8	16,2	36
Регионы с уменьшающейся величиной удельного веса титульных народов					
Удмуртская Республика	30,9	29,3	27	20,6	-33,3
Чувашская Республика	67,8	67,7	65,1	57,7	-14,9
Республика Карелия	10	9,2	7,1	4,9	-51,4
Республика Марий Эл	43,3	42,9	41,8	36,4	-15,9
Республика Коми	23,3	25,2	22,5	17,2	-26,1
Еврейская автономная область	4,2	1,2	0,9	0,6	-86,6
Республика Крым**	27,3			20,5	-40

Источники: Оценки на основе переписей 1989 г., 2002 г, 2010 г. и 2020 г. [3; 16-18].

Примечание: * – Данные по Дагестану суммировались по самым крупным 5 народам (аварцы, даргинцы, кумыки, лезгины, лакцы); ** – Данные по регионам суммировались по двум титульным народам; *** – Прирост титульных народов по Чеченской Республике и Ингушской Республике рассчитывался с 2002 по 2020 г.

Sources: Estimates based on the 1989, 2002, 2010 and 2020 censuses [3; 16-18].

Note: * – Data for Dagestan were summed up for the 5 largest peoples (Avars, Dargins, Kumyks, Lezgins, Laks); ** – Data for regions were summed up for the two titular peoples; *** – The increase in the titular peoples in the Chechen Republic and the Ingush Republic was calculated from 2002 to 2020.

Очевидный этнический фактор в национально-территориальных образованиях, как правило, сложно поддается формализованному анализу. Необходимо понимать, что исследуемые регионы существенно отличаются удельным весом титульных народов. Размах вариации очень велик и составляет 93,9 %. Так, в Дагестане доля пяти самых многочисленных народов составляет 95,8 % (аварцы, даргинцы, кумыки, лезгины и лакцы), а в Ханты-Мансийском автономном округе на долю ханты и манси прихо-

дится 1,9 %. В связи с этим оценка роли этнического фактора в демографических процессах на региональном уровне затруднительна. Однако, выявленная корреляционная зависимость между темпом прироста населения регионов и темпом прироста титульных народов исследуемых регионов (коэффициент корреляции равен 0,6 единиц) демонстрирует наличие связи. Очевидно, что в регионах с высоким удельным весом титульного народа (более 80 %) – в Тыве, Дагестане, Ингушетии, Чеченской Республике демографические процессы протекают на фоне этнической компоненты (табл. 2). Эти республики имеют высокий естественный прирост, который в Дагестане, Тыве и Чеченской республике даже компенсирует величину миграционной убыли. В итоге эти республики являются регионами с численно растущим или стабильным населением.

На другом полюсе находится Югра. Коренными жителями Югры являются ханты и манси (финно-угорская группа). Однако доля ханты в Югре составляла 1,1 % по переписи 2020 г., доля манси – 0,6 %. А в городах округа еще меньше: ханты – 0,5 %, манси – 0,3 %. Следовательно, тренды естественного движения формирует не титульный народ. Основным фактором роста населения является миграционный прирост. Югра остается лидером нефтегазовой индустрии России, что обуславливает высокие доходы региона и его привлекательность для мигрантов. Как следствие, удельный вес населения Югры в общей численности населения страны увеличился с 0,9 % в 1989 г. до 1,2 % в 2020 г. А по величине темпа прироста населения Югра является вторым после Дагестана национально-территориальным образованием, 33,5 % с 1989 по 2020 г. (табл. 1). При этом отметим сравнительно высокий темп прироста ханты и манси за период с 2002 по 2020 г. (табл. 2). По мнению экспертов, этот факт объясняется наличием экономических (денежных или ресурсных) стимулов, направляемых представителям коренных малочисленных народов Севера, что определяет заинтересованность жителей Югры, родившихся в смешанных браках, самоопределять свою национальность в пользу ханты или манси. Таким образом, не демографические процессы (естественный или миграционный прирост), а возможность самоопределения своей национальности обусловили высокий темп прироста титульных народов Югры с 2002 по 2020 г.

Во многих национально-территориальных образованиях Урало-Поволжья и Сибири доля титульных народов около 50 или менее 50 %. В связи с этим сохраняющийся высокий прирост титульного населения нивелируются на фоне низкого естественного прироста русского народа. По мнению В. А. Тишкова, три важнейших фактора определяют этнический состав населения России: естественное движение населения, миграции и смена идентичности. Причем роль двух последних возрастает, а первого – снижается [22].

Заключение

Итак, при исследовании демографических изменений в НТО выявлено, что они отличаются темпами роста численности населения.

Регионы с численно растущим населением демонстрируют высокий естественный прирост. В то же время этническая компонента в этих регионах представлена с самым высоким размахом вариации. В одной группе с численно растущим населением находятся Дагестан и Югра, в которых доля титульных народов составляет 95,8 и 1,9 %, соответственно.

Необходимо изучение этно-конфессиональной дифференциации НТО и роли столиц – центральных городов исследуемых регионов в демографической дифференциации пространства регионов.

Список источников

1. Александровская О. А. М. В. Ломоносов и создание сочинений о географии России. Из фонда рукописей библиотеки Вольтера // Вестник Академии наук СССР. 1987. Т. 57. № 5. С. 116-125. EDN: RNDJZR

2. Грицай О. В., Иоффе Г. В., Трейвиш А. И. Центр и периферия в региональном развитии. М.: Наука, 1991. 167 с.

References

1. Aleksandrovskaya OA. M. V. Lomonosov and the creation of works on the Geography of Russia. From the manuscript fund of the Voltaire library. *Vestnik Akademii Nauk SSSR.* 1987;57(5):116-125. (In Russ). EDN: RNDJZR

2. Gritsay OV, Ioffe GV, Treyvish AI. Center and Periphery in Regional Development. Moscow: Nauka, 1991:167. (In Russ)

3. Росстат. Всероссийская перепись населения – 2020. Население наиболее многочисленных национальностей по возрастным группам и полу. URL: https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5_NacionalInyj_sostav_i_vladenie_yazykami (дата обращения: 20.08.2024)

4. Козлов В. И. Динамика численности народов. Методология исследования и основные факторы. М.: Наука, 1969, 407 с.

5. Демографическое самочувствие регионов России. Национальный демографический доклад-2021 / под ред. Т. К. Ростоцкой, А. А. Шабуновой. М.: ФНИСЦ РАН, 2021. 138 с. DOI: 10.19181/monogr.978-5-89697-369-0.2021

6. Архангельский В. Н., Козлова О. А., Калачикова О. Н. Региональные различия показателей рождаемости в реальных поколениях России (по данным переписи населения 2020 г.) // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2023. Специальный выпуск 2. С. 1165-1170. DOI: 10.32687/0869-866X-2023-31-s2-1165-1170. EDN: BZDXKU

7. Бородина Т. Л., Корнеева Н. Д. Динамика демографической ситуации в регионах России в начале XXI века и ее особенности в субъектах с этническим компонентом // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2020. Т. 6. № 3. С. 14-26. DOI: 10.37279/2309-7663-2020-6-3-14-26. EDN: JOWWL

8. Сущий С. Я. Калмыки РСФСР в последепортационный период (конец 1950-х – 1980-е годы): демографические, расселенческие, гендерные аспекты // Демографическое обозрение. 2022. Т. 9. № 3. С. 93-114. DOI: 10.17323/demreview.v9i3.16472. EDN: OKIPJR

9. Кан В. С. Этносоциальный профиль тувинцев // Новые исследования Тувы. 2016. № 2. С. 52-72. EDN: VZGUON

10. Лебедева У. М., Садыкова Р. Н., Лебедева А. М., Мингазова Э. Н. Рождаемость и смертность населения в различных социально-экономических районах крайнего севера // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2022. Т. 30. № 3. С. 407-414. DOI: 10.32687/0869-866X-2022-30-3-407-414. EDN: IGNFXX

11. Мостахова Т. С. Географические аспекты развития народонаселения в Республике Саха (Якутия): проблемы территориальной концентрации и расселения // Наука и образование. 2016. № 2(82). С. 65-71. EDN: WHAYZV

12. Мкртчян Н. В., Карачурина Л. Б. Миграция и естественное движение населения городов и административных районов России в 1990-2010 гг.: ключевые факторы различий // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2013. № 11. С. 95-114. EDN: RIVTRH

3. Rosstat. All-Russian Population Census – 2020. Population of the Most Numerous Nationalities by Age Groups and Gender. URL: https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5_Nacionalnyj_sostav_i_vladenie_yazykami (accessed 20.08.2024). (In Russ)

4. Kozlov VI. Dynamics of the Nations number. Research Methodology and Main Factors. Moscow: Nauka, 1969:407.

5. Rostotskaya TK, Shabunova A (eds.) Demographic well-being of the Russian regions. National demographic report-2021. Moscow: Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 2021:138. (In Russ). DOI: 10.19181/monogr.978-5-89697-369-0.2021

6. Arkhangelsky VN, Kozlova OA, Kalachikova ON. Regional differences in birth rates in real generations of Russia (according to the 2020 population census). *Problems of Social Hygiene, Health Care and History of Medicine.* 2023(2):1165-1170. (In Russ). DOI: 10.32687/0869-866X-2023-31-s2-1165-1170. EDN: BZDXKU

7. Borodina TL, Korneeva ND. Dynamics of the demographic situation in the Russia's Regions at the beginning of the XXI century and its features in subjects with an ethnic component. *Geopolitika I Ekogeodinamika Regionov.* 2020;6(3):14-26. (In Russ). DOI: 10.37279/2309-7663-2020-6-3-14-26. EDN: JOWWL

8. Sushchiy SYa. Kalmyks of the Soviet Russia in the post-deportation period (late 1950s – 1980s): demographic, settlement and gender aspects. *Demographic Review.* 2022;9(3):93-114. (In Russ). DOI: 10.17323/demreview.v9i3.16472. EDN: OKIPJR

9. Kan VS. Ethnosocial profile of Tuvans. *The New Research of Tuva.* 2016(2):52-72. (In Russ). EDN: VZGUON

10. Lebedeva UM, Sadykova RN, Lebedeva AM, Mingazova EN. The natality and mortality of population in various social economic regions of the Far North. *Problems of Social Hygiene, Health Care and History of Medicine.* 2022;30(3):407-414. (In Russ). DOI: 10.32687/0869-866X-2022-30-3-407-414. EDN: IGNFXX

11. Mostakhova TS. Geographical aspects of population development in the Republic of Sakha (Yakutia): the problems of territorial concentration and resettlement. *Nauka i Obrazovanie.* 2016(2(82):65-71. (In Russ). EDN: WHAYZV

12. Mkrtchayan NV, Karachurina LB. Migration and natural movement of population in Russia's cities and administrative regions in 1990-2010: key factors of differences. *Scientific Proceedings: Institute of Economic Forecasting RAS.* 2013(11):95-114. (In Russ). EDN: RIVTRH

13. Белозеров В. С., Щитова Н. А., Соловьев И. А. Демографическая ситуация в Северо-Кавказском федеральном округе // Наука. Инновации. Технологии. 2021. № 4. С. 77-94. DOI: 10.37493/2308-4758.2021.4.5. EDN: YCPWKL

14. Ибрагимов М.-Р. А. Этнодемографическая ситуация в Дагестане в последней трети XX – начале XXI века // Вестник Дагестанского научного центра РАН. 2009. № 34. С. 48-56. EDN: KYWDTB

15. Родина О. А. Региональная вариация рождаемости и её связь с социально-экономическим положением российских регионов // Демографическое обозрение. 2023. Т. 10. № 2. С. 63-103. DOI: 10.17323/demreview.v10i2.17766. EDN: CCUIZC

16. Трифонова З. А. Регионы устойчивого старения населения России: демографическая политика на местах // Развитие Чувашской государственности в условиях Российского федерализма: прошлое, настоящее, будущее (Чебоксары, 05 июня 2020 г.). Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2020. С. 228-237.

17. Трифонова З. А., Яковлева А. П. Прогнозная оценка внутренней трудовой миграции населения (на примере Чувашской Республики) // Магнитолевитационные транспортные системы и технологии. МТСТ'14 (Санкт-Петербург, 17–20 июня 2014 г.). Краснодар: Международный центр научно-исследовательских проектов, 2014. С. 380-387. EDN: TDGKNN

18. Рыбаковский Л.Л. Миграционная компонента и ее вклад в демографическое развитие современной России // Уровень жизни населения регионов России. 2023. Т. 19. № 3. С. 327-337. DOI: 10.52180/1999-9836_2023_19_3_2_327_337. EDN: EIOOWG

19. Тишков В. А. Культурная мозаика и этническая политика в России. Россия: тенденции и перспективы развития: доклад на III Международной конференции (Москва, 16-17 декабря 2002 г.). URL: http://www.antropotok.archipelag.ru/text/a114.html (дата обращения: 20.08.2024)

20. Всероссийская перепись населения 2002 года. Население отдельных национальностей по возрастным группам и полу по субъектам Российской Федерации. URL: http://www.perepis2002.ru/index.html?id=17 (дата обращения: 20.08.2024)

21. Росстат. Всероссийская перепись населения – 2010. Население наиболее многочисленных национальностей по возрастным группам и полу по субъектам Российской Федерации. URL: https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/perepis 2010/croc/vol4pdf.html (дата обращения: 20.08.2024)

13. Belozerov VS, Shchitova NA, Soloviev IA. Demographic situation in the North Caucasian Federal District. *Science. Innovations. Technologies.* 2021(4):77-94. (In Russ). DOI: 10.37493/2308-4758.2021.4.5. EDN: YCPWKL

14. Ibragimov M-RA. Ethno-demographic situation in Dagestan in the last third of the XX and beginning of the XXI centuries. *Herald of Daghestan Scientific Center.* 2009(34):48-56. (In Russ). EDN: KYWDTB

15. Rodina OA. Regional variation of fertility and its relation to the socio-economic development of Russian regions. *Demographic Review.* 2023;10(2):63-103. (In Russ). DOI: 10.17323/demreview.v10i2.17766. EDN: CCUIZC

16. Trifonova ZA. Regions of sustainable aging of the Russian population: local population policies. *Development of the Chuvash Statehood in the Context of Russian Federalism: Past, Present, Future (Cheboksary, June 5, 2020).* Cheboksary: I. N. Ulyanov Chuvash State University, 2020:228-237. (In Russ).

17. Trifonova ZA, Yakovleva AP. Forecast assessment for internal labor migration of the population (on the example of the Chuvash Republic). *Magnetolevitation Transport Systems and Technologies. MTCT'14 (St. Petersburg, June 17-20, 2014).* Krasnodar: International Center for Research Projects, 2014:380-387. (In Russ). EDN: TDGKNN

18. Rybakovskii LL. The migration component and its contribution to the demographic development of modern Russia. *Living Standarts of the Population in the Regions of Russia.* 2023;19(3):327-337. (In Russ). DOI: 10.52180/1999-9836_2023_19_3_2_327_337. EDN: EIOOWG

19. Tishkov VA. Cultural mosaic and ethnic policy in Russia. *Russia: trends and development prospects: Report at the 3rd International Conference (Moscow, December 16-17, 2002).* URL: http://www.antropotok.archipelag.ru/text/a114.html (accessed 20.08.2024). (In Russ)

20. All-Russian Population Census 2002. Population of Individual Nationalities by Age Groups and Gender by Subjects of the Russian Federation. URL: http://www.perepis2002.ru/index.html?id=17 (accessed 20.08.2024). (In Russ)

21. Rosstat. All-Russian Population Census – 2010. Population of the Most Numerous Nationalities by Age Groups and Gender by Subjects of the Russian Federation. URL: https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/perepis 2010/croc/vol4pdf.html (accessed 20.08.2024), (In Russ)

22. Demoscope. All-Union Population Census of 1989. National composition of the population by regions of Russia. URL:

22. Демоскоп. Всесоюзная перепись населения 1989 года. Национальный состав населения по регионам России. URL: https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus_nac_89.php (дата обращения: 20.08.2024)

https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus_nac_89.php (accessed 20.08.2024). (In Russ)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ
Принадлежность к организации

Трифонова Зоя Алексеевна, кандидат географических наук, доцент высшей экологической школы, Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия, zoyatrifonova@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5170-2035

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Affiliations

Zoya A. Trifonova, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Higher School of Ecology, Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia, zoyatrifonova@mail.ru, zoyatrifonova@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5170-2035

Статья поступила в редакцию 11.09.2024
Одобрена после рецензирования 17.09.2024
Принята к публикации 20.09.2024

The article was submitted 11.09.2024
Approved after reviewing 17.09.2024
Accepted for publication 20.09.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 911.52
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-104-114
EDN: YLGFKU

Оценка геоэкологической обстановки в Республике Абхазия

© 2024 **Юанов М. Т.**✉[1], **Кюль Е. В.**[1], **Ахсалба А. К.**[2], **Гузиев Х. Ю.**[1], **Гедуева М. М.**[1]
[1]Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук
Нальчик, Россия, murat01777@gmail.com✉;
elenakyul@mail.ru; husei@mail.ru; m.gyaurgieva@mail.ru
[2]Абхазский государственный университет
Институт экологии Академии наук Абхазии
Сухум, Республика Абхазия, ie-ana@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Исследование является продолжением проводимых в центре географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН (ЦГИ КБНЦ РАН) работ по мониторингу опасных природных и антропогенных процессов на территории Кавказа. **Цель** исследований заключается в выявлении наличия опасных природных и антропогенных процессов на территории Республики Абхазия. Для этого летом 2024 г. **методами** полевого мониторинга опасных процессов по разработанной и апробированной методологии при исследовании Центрального Кавказа были проведены работы с использованием технических средств (GPS-съёмка исследуемой территории и измерение характеристик хозяйственных объектов при помощи дальномера). По данным мониторинга была проведена цифровая картографическая визуализация результатов. **Результаты** мониторинга показали, что территория республики не является исключением и как любая горная территория подвержена опасным экзогенным природным процессам различного типа, в большей степени оползневым. **Выводы.** Выявлена необходимость проведения дальнейших мониторинговых работ при помощи георадара. Необходимо обратить внимание также на радиационный фон на местах скопления людей в зонах рекреации. Практическая значимость подобных исследований заключена в обеспечении безопасности как для жителей республики, так и ее гостей.

Ключевые слова: геоэкологический мониторинг, опасные природные процессы, GPS-съёмка, радиационное излучение, картографирование.

Благодарность
Выражаем благодарность Нировой Залине Султановне за предоставленные фотоматериалы.

Формат цитирования: Юанов М. Т., Кюль Е. В., Ахсалба А. К., Гузиев Х. Ю., Гедуева М. М. Оценка геоэкологической обстановки в Республике Абхазия // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 3. С. 104-114. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-104-114. EDN: YLGFKU

Assessment of the Geoecological Situation in the Republic of Abkhazia

Murat T. Yuanov✉[1], Elena V. Kyul[1], Asida K. Akhsalba[2], Khuseyn Yu. Guziev[1], Mariana M. Geduyeva[1]
[1]Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
Nalchik, Russia, murat01777@gmail.com✉;
elenakyul@mail.ru; husei@mail.ru; m.gyaurgieva@mail.ru
[2]Abkhazian State University
Institute of Ecology of the Abkhazian Academy of Sciences
Sukhum, Republic of Abkhazia, ie-ana@mail.ru

ABSTRACT. The research is a continuation of the work carried out at the Center for Geographical Research, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences on monitoring hazardous natural and anthropogenic processes in the Caucasus. The **aim** of the research is to identify the hazardous natural and anthropogenic processes in the territory of the Republic of Abkhazia. For this aim, in the summer of 2024, using the methods of field monitoring of hazardous processes according to the developed and tested methodology in the Central Caucasus research, work was carried out using technical means (GPS survey fir the study area and measurement of the characteristics of economic facilities using a rangefinder). It was carried out the digital cartographic visualization of the results based on the monitoring data. The monitoring **results** showed that the territory of the republic is no exception and, like any mountainous territory, is susceptible to hazardous exogenous natural processes of various types, mainly landslides. **Conclusions.** The need for further monitoring work using ground penetrating radar has been identified. It is also necessary to pay attention to the radiation background in places of crowded places in recreational areas. The practical significance of such research lies in ensuring safety for both residents of the republic and its guests.

Keywords: geoecological monitoring, hazardous natural processes, GPS survey, radiation, mapping.

Acknowledgment
We express our gratitude to Zalina S. Nirova for the provided photographs.

For citation: Yuanov MT, Kyul EV, Akhsalba AK, Guziev KhYu, Gedueva MM. Assessment of the Geoecological Situation in the Republic of Abkhazia. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(3):104-114. (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-3-104-114. EDN: YLGFKU

Введение

Республика Абхазия – это регион, представляющий особую ценность, как всемирно известная рекреационная зона, и имеет большое значение для хозяйственной деятельности. В ее горной и предгорной части имеются все необходимые условия и предпосылки для развития опасных природных процессов (ОПП).

Оценка геоэкологической обстановки в Республике Абхазия представляет собой актуальное направление исследований, которое становится всё более необходимым в условиях глобальных экологических вызовов и устойчивого развития. Геоэкологическая обстановка охватывает комплексные взаимосвязи между природными и антропогенными процессами, определяющими состояние окружающей среды. В условиях интенсивной промышленной деятельности изменения климата и растущего давления на природные ресурсы, понимание этих взаимосвязей имеет решающее значение для разработки стратегий по охране экосистем и ресурсосбережению.

Материалы и методы исследований

Для некоторых районов, а также линейных хозяйственных объектов, в частности, автодорог Республики Абхазия выполнена инвентаризация ОПП (пикетаж аварийных участков автодорог, защитных сооружений по методике, развиваемой в ЦГИ

КБНЦ РАН [1; 2]). Работы проводились с использованием таких высокоточных технических средств, как дальномер, GPS-навигатор, дозиметр-радиометр. Основной метод – картографический.

Основная задача исследований заключалась в комплексном изучении геоэкологической обстановки территории Абхазии как уникальной природной территории, входящей в состав Кавказской горной системы и выявление наличия всех типов ОПП.

Результаты и их обсуждение

Абхазия – типичная горная страна. Большая часть ее территории представлена сильно расчлененными горными цепями, с колоссальным запасом рекреационных ресурсов, что делает ее привлекательной для большого числа туристов [3].

Реки на территории Абхазии принадлежат бассейну Чёрного моря и обладают сравнительно небольшой протяженностью. Наиболее крупными считаются рр. Кодор, Бзыбь, Кяласур. Питание рек преимущественно дождевое и снеговое [4].

Более 55 % территории Абхазии покрыто лесами. На ее территории насчитывается более 2000 видов растений. Такому богатству видов способствовало расположение республики на стыке разных флористических областей. Древесные породы в основном представлены буком, каштаном, самшитом – уникальным деревом абхазского леса и др. [4].

Исследование геоэкологической обстановки Абхазии имеет важное значение для понимания сложных процессов, происходящих на данной территории, и их влияния на окружающую среду. Регион характеризуется уникальным сочетанием горных и прибрежных экосистем, богатым биоразнообразием и разнообразными природными ресурсами, что накладывает определенные требования к их охране и устойчивому использованию. Анализ антропогенных воздействий, таких как курортное строительство, лесозаготовка и др., представляет собой ключевой элемент для выработки стратегий, направленных на защиту природы [5].

Во время проведения геоэкологического полевого мониторинга на предмет подверженности опасным природным процессам были обследованы следующие основные народно-хозяйственные объекты, а именно: 1. Военно-Сухумская дорога (до с. Ахыста (второе название Мзисеули) и Кадорское ущелье); 2. Родник Мархеул; 3. Кындыгский термальный источник; 4. Плотина Гальского Водохранилища; 5. Окрестности г. Ткуарчал (Тварчели) и горняцкого поселка Акармара; 6. Автомобильная дорога в г. Сухум, ведущая к обезьяньему питомнику; 7. Окрестности города Новый Афон.

Военно-Сухумская дорога проходит по долине р. Мачара и далее переходит в достаточно равнинную местность. Дорога ведет к небольшому источнику выше Российской военной базы (рис. 1, 2). Данные точки явились началом маршрута, где измерения уже здесь показали превышение альфа-частиц и радона.



Рис. 1. **Состояние дорожного полотна в окрестностях с. Ахыста**
Fig. 1. The road surface condition in the vicinity of Ahista village



Рис. 2. **Родник у автодороги в с. Ахыста**
Fig. 2. Spring near the road in Ahista village



Рис. 3. **Оползневой склон в окрестностях с. Ахыста**
Fig. 3. Landslide slope in the vicinity of Akhysta village



Рис. 4. **Состояние склонов и дорожного полотна вдоль р. Мачара**
Fig. 4. Condition of slopes and road surface along the Machara River

Также было оценено состояние почв в данном районе. Отмечено множество примеров водной эрозии и оползневых склонов (рис. 3).

Практически на всем протяжении автодороги прослеживаются выходы скальных пород и обвально-осыпные участки, периодически повреждающие полотно автодороги выносами горных пород во время ливневых осадков (рис. 4).

В ходе проведения измерений при помощи дозиметра-радиометра в долине р. Мачара, в низовье ущелья были зафиксированы всплески плотности потока радона (^{222}Ra) («Требования радиационной безопасности при облучении населения природными источниками ионизирующего излучения. Санитарные правила и нормативы. СанПиН 2.6.1.2800-10» [6]. Предельно допустимая плотность потока радона (мБк/(мІс)) с поверхности грунта в пределах периметра застройки не должна превышать: для производственных зданий и сооружений – до 250; для жилых и общественных – не более 80; ограничения на плотность потока радона с поверхности грунта для открытых площадок, навесов и т. п. не устанавливаются).

Первый и последний результаты замеров проводились на въезде и выезде из ущелья р. Мачара. Такие высокие показатели можно обусловить большим количеством отложений глин майкопской свиты на данных точках.

В свою очередь, завышенные показатели радона были замечены как на первой и последней точке, так и в самом ущелье, в местах, где наблюдаются кратковременные застои воздуха, вызванные микрорельефом (рис. 5).

Родник Мархеул. Питьевая минеральная вода под названием "Мархеул" вытекает из скважин глубиной до 110 м в окрестностях г. Сухум. По своему химическому составу источник относят к уникальным, слабоминерализованным гидрокарбонатно-натриево-кальциево-магниевым водам со слабой щелочной реакцией, в которой pH=7,8 [7].

На источнике нами также проводились измерения альфа-частицы и получили результат 29.1 мин*см^2. Стоит также отметить, что местные жители используют воду из источника для постоянного использования, что несомненно будет отражаться на здоровье.

Кындыгский термальный источник. Источники хлоридной кальциево-натриевой минеральной воды находятся в Очамчырском районе близ с. Кындыг (рис. 6) и действуют круглогодично. Их температура при выходе из земли достигает почти 100 °С. Затем через трубопроводы вода попадает в резервуар, где остывает до 45 градусов.

Минеральная вода прозрачная, бесцветная, с присутствием запаха сероводорода и выпадением небольшого осадка. Содержание сероводорода H2S: 23,8 мг/л, перманганатная окисленность: 6,1 мг/л. Концентрация сероводорода в источниках колеблется от 60 до 420 мг/л, общая минерализация от 3 до 30 г/л. В состав воды входят углекислый газ, азот, метан и другие микроэлементы – бром, фтор, йод. Минерализация воды составляет 6,0 г/л [8].

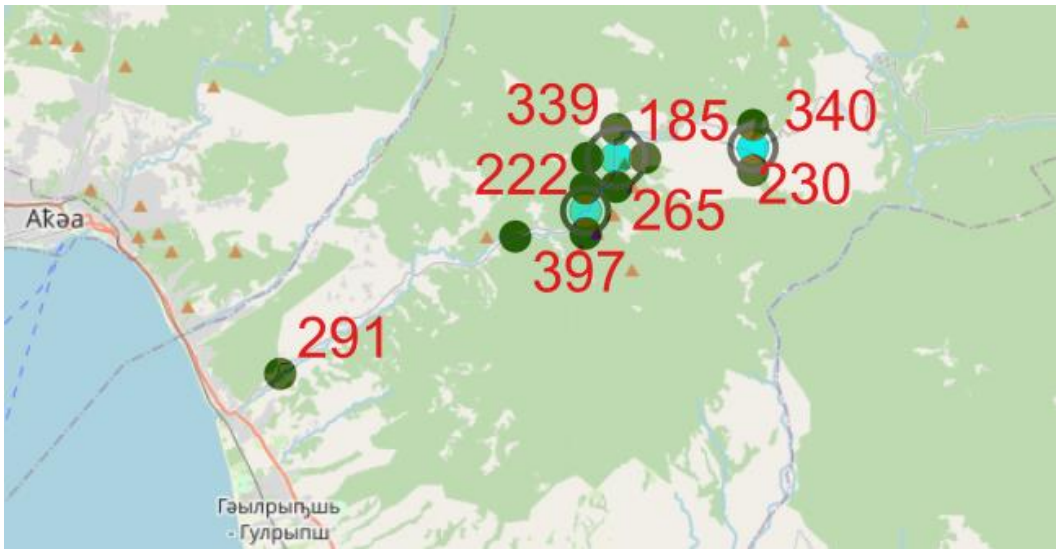


Рис. 5. **Плотность потока ^{222}Rn (мБк/(мІс)) в ущелье р. Мачара**
Fig. 5. Flux density of 222Rn (mBq/(mIs)) in the Machara River Gorge



Рис. 6. **Кындыгский термальный источник**
Fig. 6. Kyndygsky thermal spring

В результате проведения измерений нами выявлено, что показатель гамма-излучения составил от 0,8 до 1,4 мкЗв/ч, что превышает безопасные нормы (0,05 до 0,2 мкЗв/ч.). Таким образом, вызывают сомнения заявления некоторых интернет-источников о лечении последствий от облучения для больных онкологией [8]. Подобные горячие источники без сомнения имеют целебные свойства, однако для подобного эффекта должны быть медицинские рекомендации с учетом радиобиологических данных.

Плотина Гальского водохранилища. Гальское водохранилище было образовано в период строительства ГЭС (рис. 7). Масштабная стройка стартовала в 1961 и завершилась в 1987 г. Здесь, в советское время, были построены каскадные ГЭС, мощность которых более 1,5 млн кВт. Сегодня функционируют лишь некоторые блоки, но они бесперебойно обеспечивают энергией и Абхазию, и Западную Грузию. Вода сюда поступает из Джварского водохранилища. Образовалось оно благодаря строительству плотины у р. Ингури, к тому же эта плотина самая высокая в данном округе (272 м). Помимо этого, рекомендуют посетить также плотину у р. Эрисцкали, её длина составляет 861 м, а высота 57 м [9].

Также в водохранилище была запущена форель, если она приживется, планируется наладка производства по консервации и заморозке.

По нашим измерениям, гамма-излучение у водохранилища с Гальской стороны составили 0,47 мкЗв/ч., а со стороны Ткуарчалы 0,28 мкЗв/ч.

Территория г. Ткуарчал (Тварчели) и горняцкий пос. Акармара. Ткуарчал умирающий город, основанный в 1950-х гг., служил центром для добычи строительных материалов. Город известен своими живописными природными пейзажами и спокойной атмосферой, что привлекает туристов, ищущих уединение. С 1989 г. численность населения снизилась с 21 до 5 тыс. В 1992-1993 гг. Ткварчал считался одним из наиболее крупных промышленных городов республики, сконцентрированной на добыче и обогащении угля. Добываемый в Ткварчале уголь доставлялся на обогатительную фабрику, продукция которой предназначалась для снабжения коксующимися угольными концентратами Руставского металлургического завода. В городе также работали ГРЭС, фабрики и заводы, производящие строительные материалы и другие изделия и конструкции.

В результате войны произошло разрушение индустриального потенциала Ткварчала, и, вследствие этого промышленное производство упало на 90 %.

Шахтерский пос. Акармара был основан в 1938 г. Мини-городок построили для инженерного персонала и горняков, которых привлекли в Ткуарчалский район для разработки каменноугольных месторождений. Централизованное развитие горнодобывающего комплекса началось в 1942 г., когда поселок административно присоединили к Ткуарчалу, частью которого Акармара считается и сегодня (рис. 8).



Рис. 7. **Вид на Гальское водохранилище с берега и плотины**
Fig. 7. View of the Gali reservoir from the shore and the dam





Рис. 8. **Состояние поселка Акармара на июль, 2024 г.**
Fig. 8. The state of Akarmara village in July, 2024



Рис. 9. **Автодорога по улице Убыхская – серпантин, защитное сооружение**
Fig. 9. The road along Ubykhskaya Street – serpentine, protective structure

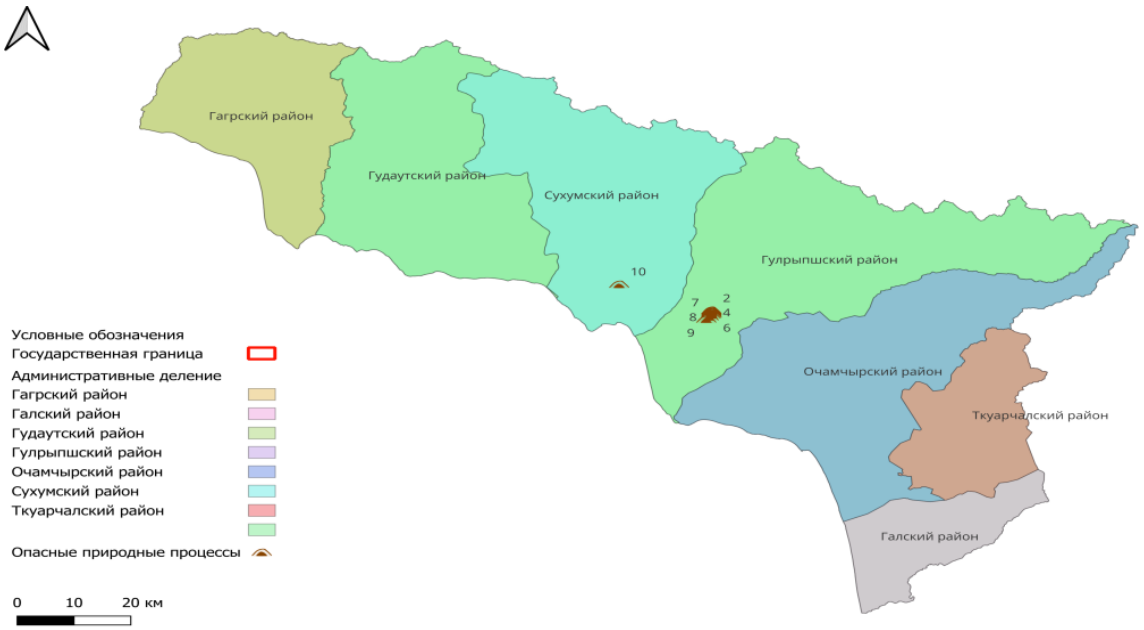


Рис. 10. **Карта-схема опасных природных процессов на исследованных участках Республики Абхазия**
Fig. 10. Map-scheme of dangerous natural processes in the studied areas of the Republic of Abkhazia

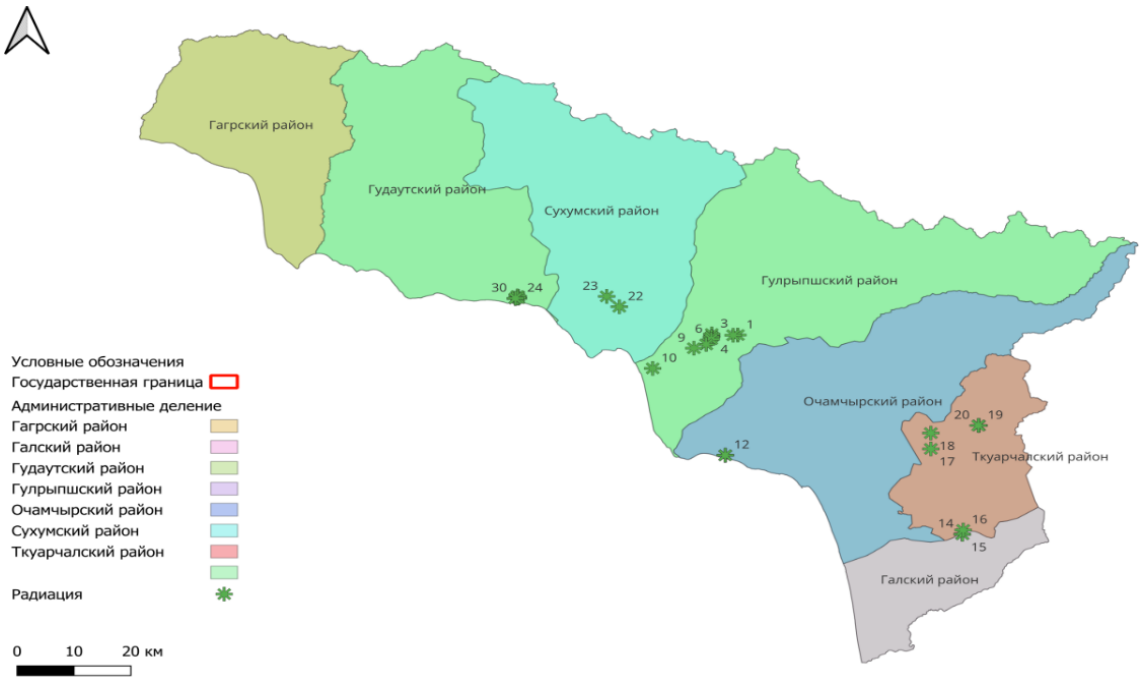


Рис. 11. **Карта-схема точек замера радиации на исследованных участках Республики Абхазия**
Fig. 11. Map-scheme of radiation measurement points in the studied areas of the Republic of Abkhazia

Главной причиной запустения Акармары стала грузино-абхазская война, в результате которой почти все жилые дома были разрушены, дороги повреждены, а промышленная инфраструктура уничтожена. Спасаясь от войны, из Акармары бежали местные жители. Проложенную в поселок железнодорожную ветку с железнодорожным мостом разобрали, рельсы сняли, а сам мост пришел в аварийное состояние.

В 2008 г. Ткуарчалу присвоили статус города-героя, что предполагало выделение средств на его восстановление. Однако даже на частичное возрождение зданий и транспортных узлов финансирования не хватило [10].

Полотно автодороги на Убыхской улице в г. Сухум. Дорожное полотно было проложенно больше 60 лет назад и это вторая дорога ведущая к Сухумскому обезьяньему питомнику, расположенному выше по склону. Улица распложена на террасе вдоль горного склона. Контроля за сливом воды и растительностью здесь не проводится, а следовательно вместе с каскадными дождями вода стекает вниз по склону в ложбину, куда местные жители сбрасывают мусор (рис. 9).

А также на этом участке идет плотная застройка, которая в совокупности с водной эрозией от каскадных дождей создает достаточно опасный участок, целостность которого сейчас сохраняется только за счет сильной корневой базы местной растительности.

По результатам проведенного геоэкологического мониторинга созданы карты-схемы. Также на картах отмечены точки проведения исследований, пункты замера радиации и места с проявлениями ОПП на территории Республики Абхазия (рис. 10, 11).

Данная работа является вводной по изучению и инвентаризации геоэкологического состояния Республики Абхазия. В дальнейшем планируется проведение подобных работ с охватом более обширных участков исследуемой территории с применением GIS-технологий и картографического метода. Карта – это инструмент, позволяющий визуализировать полученные результаты. Картографический метод помогает выявить пространственно-временные закономерности распределения процессов и явлений природного и антропогенного генезиса. Использование геоинформационных технологий является не только способом визуализации данных, но и эффективным инструментом для принятия особо важных решений во многих областях науки и техники.

Заключение

В ходе полевых работ был выявлен ряд задач, требующих проведения дальнейших исследований и мониторинга с целью создания плана устойчивого геоэкологического развития Республики Абхазия. Комплексные проблемы на территории копились годами. Основными можно назвать изменения в климате, массовые нерегулируемые свалки, общая усталость зданий и сооружений, незаконная вырубка леса, подрезка склонов и тем самым провоцирование оползневых процессов на и так слабых почвах во всей прибрежной зоне. Для более полного понимания происходящих на данной территории природных процессов необходимо проведение дальнейших мониторинговых работ при помощи георадара и других технических средств. Необходимо обратить внимание также на радиационный фон на местах скопления людей в зонах рекреации.

Список источников

1. Кюль Е. В., Корчагина Е. А., Джаппуев Д. Р. Геоэкологические исследования на территории Кабардино-Балкарской Республики за период с 2012 по 2018 годы. Том 1 Пространственные закономерности образования опасных экзогенных процессов. Нальчик: Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук, 2019. 170 с. EDN: SPHQKK

2. Кюль Е. В., Корчагина Е. А., Гедуева М. М., Гузиев Х. Ю., Джаппуев Д. Р., Нирова З. С., Дроздов А. Л. Геоэкологические исследования на территории Карачаево-Черкесской Республики за период с 2012 по 2023 годы. Нальчик: Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук, 2023. 287 с.

3. Дбар С. Д. Экологический туризм в Абхазии: виды, сущность и перспективы развития // Теория и практика общественного развития. 2023.

References

1. Kyul EV, Korchagina EA, Dzhappuev DR. Geoecological studies on the territory of the Kabardino-Balkarian Republic for the period from 2012 to 2018. Vol. 1. Spatial patterns of formation of hazardous exogenous processes. Nalchik: Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2019:170. (In Russ). EDN: SPHQKK

2. Kyul EV, Korchagina EA, Gedueva MM, Guziev KhYu, et al. Geoecological studies on the territory of the Karachay-Cherkess Republic for the period from 2012 to 2023. Nalchik: Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2023:287. (In Russ)

3. Dbar SD. Ecological tourism in Abkhazia: types, essence and prospects of development. *Theory and Practice of Social Development.* 2023(4(182):32-36. (In Russ). DOI: 10.24158/tipor.2023.4.3. EDN: ZRAIAK

№ 4(182). С. 32-36. DOI: 10.24158/tipor.2023.4.3. EDN: ZRAIAK

4. Словарь современных географических названий / под ред. В. М. Котляков. Екатеринбург: У-Фактория, 2006. 829 с.

5. Антонов С. С. Природный туристский потенциал Республики Абхазия // Царскосельские чтения. 2012. С. 199-201.

6. СанПиН 2.6.1.2800-10 Требования радиационной безопасности при облучении населения природными источниками ионизирующего излучения. URL: https://goo.su/Xmrh8j (дата обращения: 03.09.2024)

7. Туроператор Аква-Абаза. URL: https://akva-abaza.ru/doc_pdf/mineral_istochnik_marheul.pdf (дата обращения: 03.09.2024)

8. Термальные источники Кындыг – путь к абхазскому здоровью. URL: https://ruslanlight.com/abhaziya/kyndygskiy-goryachiy-istochnik-mineral-noy-vody.html (дата обращения: 03.09.2024)

9. Росскурорт – Гальское водохранилище. URL: https://goo.su/JdPVh9 (дата обращения: 03.09.2024).

10. Куда-на море. Подробный путеводитель по городу-призраку Акармара. URL: https://www.kudanamore.ru/articles/akarmara-zabroshennyj-gorod-prizrak-v-abhazii/ (дата обращения: 03.09.2024)

4. Kotlyakov VM (ed.) Dictionary of modern geographical names. Yekaterinburg: U-Faktoriya, 2006:829. (In Russ)

5. Antonov SS. Natural tourist potential of the Republic of Abkhazia. *Carskosel'skie Chteniya*. 2012:199-201. (In Russ)

6. SanPiN 2.6.1.2800-10 Radiation safety requirements for population exposure to natural sources of ionizing radiation. URL: https://goo.su/Xmrh8j (accessed 10.09.2024). (In Russ).

7. Tour operator Akva-Abaza. URL: https://akva-abaza.ru/doc_pdf/mineral_istochnik_marheul.pdf (accessed 03.09.2024). (In Russ).

8. Thermal springs Kyndyg – the path to Abkhazian health. URL: https://ruslanlight.com/abhaziya/kyndygskiy-goryachiy-istochnik-mineral-noy-vody.html (accessed 03.09.2024). (In Russ).

9. Rosskurort – Gali reservoir. URL: https://goo.su/JdPVh9 (accessed 03.09.2024). (In Russ)

10. Kuda-na more. A detailed guide to Akarmara ghost town. URL: https://www.kudanamore.ru/articles/akarmara-zabroshennyj-gorod-prizrak-v-abhazii/ (accessed 03.09.2024). (In Russ)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Юанов Мурат Темурович младший научный сотрудник центра географических исследований, Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук, Нальчик, Россия, murat01777@gmail.com, https://orcid.org/0009-0004-1048-726X

Кюль Елена Владимировна, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, руководитель центра географических исследований, Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук, Нальчик, Россия, elenakyul@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-6031-4031

Ахсалба Асида Константиновна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной физики, физико-математический факультет, Абхазский государственный университет; старший научный сотрудник, начальник отдела гидрометеорологического и экологического мониторинга, Институт экологии Академии наук Абхазии, Сухум, Республика Абхазия, ie-ana@mail.ru

Гузиев Хусейн Юсупович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник центра географических исследований, Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Murat T. Yuanov, junior researcher, Center for Geographical Research, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russia, murat01777@gmail.com, https://orcid.org/0009-0004-1048-726X

Elena V. Kyul, Ph.D. (Geography), Leading Researcher, Head of the Center for Geographical Research, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russia, elenakyul@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-6031-4031

Asida K. Akhsalba, Ph.D. (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Applied Physics, Faculty of Physics and Mathematics, Abkhazian State University: Senior Researcher, Head of the Department of Hydrometeorological and Environmental Monitoring, Institute of Ecology of the Abkhazian Academy of Sciences, ie-ana@mail.ru

Khuseyn Yu. Guziev, Ph.D. (Biology), Senior Researcher, Center for Geographical Research, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Republic of Abkhazia, husei@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-5832-0862

наук, Нальчик, Россия, husei@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-5832-0862

Гедуева Марьяна Мартиновна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник центра географических исследований, Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук, Нальчик, Россия, m.gyaurgieva@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-8131-2908

Критерии авторства

Юанов М. Т. – инвентаризация и паспортизация (измерение дальномером характеристик оползневых и обвальных массивов), сбор материала, полевые исследования, работа с текстом, работа с картами; Кюль Е. В. – инвентаризация ОПП, анализ материала, общее руководство, полевые исследования, работа с картами; Ахсалба А. К. – полевые исследования (характеристика ландшафтов); Гузиев Х. Ю. – полевые работы, радиологические исследования, работа с текстом; Гедуева М. М. – обработка материала, работа с текстом, работа с картами.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 06.09.2024
Одобрена после рецензирования 19.09.2024
Принята к публикации 20.09.2024

Mariana M. Geduyeva, Ph.D. (Geography), Senior Researcher, Center for Geographical Research, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russia, m.gyaurgieva@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-8131-2908

Contribution of the authors

Yuanov M. T. – inventory and certification (measuring the characteristics of landslide and rockfall massifs with a rangefinder), collection of material, field research, working with text, working with maps; Kyul E. V. – inventory of dangerous natural processes, material analysis, general management, field research, working with maps; Akhsalba A. K. – field research (landscape characteristics); Guziev H. Yu. – field work, radiological research, working with text; Gedueva M. M. – material processing, working with text, working with maps.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 06.09.2024
Approved after reviewing 19.09.2024
Accepted for publication 20.09.2024

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/ 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 (с указанием всех авторов) дается в конце статьи, нумеруется (начиная с первого номера, в порядке цитирования), предваряется словом «Список источников» и оформляется согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008 (на русском, английском языках). В список литературы не включаются неопубликованные работы и учебники. Автор несет ответственность за правильность данных, приведенных в пристатейном библиографическом списке.

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.

9. В конце статьи может быть указана организация (№ гранта), финансировавшая выполнение данной работы.

10. 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.

11. 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 платные 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. 18. № 3. 2024

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. Магомеда Ярагского, 57.
Редакционно-издательский отдел ДГПУ
Тел.: (8722)561252; http://dagnat.elpub.ru; e-mail: dgpurio@yandex.ru

Формат 60x84$^{1}/_{8}$. Печать офсетная. Бумага офсетная № 1.
Усл. печ. л. 13,72. Уч.-изд. л. 8,8. Тираж 500 экз. Заказ № 2475. Цена 416 руб.

Адрес типографии: 367003 РД, г. Махачкала, ул. Сулеймана Стальского, 50

ELSEVIER

Scopus

ASEP
Association of Science Editors and Publishers

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 ЮФУ. Серия «Естественные и технические 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

RANEPA
Moscow, Russia

Karen Holland
Scopus CSAB Subject Chair

ЗНАК КАЧЕСТВА
АНРИ

Olga V. Kirillova
Russian CSAB Chair, president ASEP

Журнал индексируется в библиометрических базах и размещается на платформах:



ISSN 1995-0675