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

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

Т. 18. № 4. 2024



СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ»

DAGESTAN STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY
JOURNAL
Natural and Exact Sciences

Известия ДГПУ

T. 18. № 4. 2024
Vol. 18. No. 4. 2024

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»

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)

Т. 18. № 4. 2024

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 27.12.2024 г.
Дата выхода в свет 09.01.2025 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. 4. 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 27.12.2024
Published 09.01.2025

© 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

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ
Гладких Б. П., Дьяченко В. С., Бутов Г. М. МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ДОКИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОИСКА ВЫСОКОАКТИВНЫХ ИНГИБИТОРОВ ОНКОГЕНЕЗА 5
Тотурбиев А. Б., Тотурбиев Б. Дж. ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖАРОСТОЙКОГО ПОЛИСИЛИКАТНОГО НАТРИЕВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО 11
Тотурбиев Б. Дж. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ БОКСИТА И ПОЛИСИЛИКАТА НАТРИЯ 19

НАУКИ О ЗЕМЛЕ
Aliyev H. H. ECOGEOGRAPHIC CHALLENGES IN NATURE UTILIZATION IN THE KHACHMAZ DISTRICT OF AZERBAIJAN REPUBLIC 26
Андрющенко А. Е., Титова В. Э. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ Г. СТАВРОПОЛЯ 35
Бондарчук А. В., Перов А. Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МОНИТОРИНГА НЕГАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ 45
Дега Н. С., Петров Н. В., Теунаев О. Х. ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И МЕРЫ ПОДДЕРЖКИ ОТРАСЛИ ОБРАЩЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 56
Осенняя А. В., Гура Д. А., Андрющенко А. Е., Осенняя Е. А. АНАЛИЗ ПОДГОТОВКИ ЕДИНОГО ДОКУМЕНТА ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ ГОРОДА КРАСНОДАРА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЯМИ 67
Попов Ю. М., Перов А. Ю. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ И ВЫБОРА ПОТЕНЦИАЛЬНО ВИНОГРАДОПРИГОДНЫХ ЗЕМЕЛЬ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ 76
Родоманская С. А. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗОНИРОВАНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 84
Салиб Джон И. Ф., Романова Т. А., Щенявская Л. А., Андрющенко А. В, Шалая. А. А. ГОРОДСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И СОХРАНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА КРАСНОДАРА 93
Сидоренко В. В., Волкова Т. А. ЛИТЕРАТУРНАЯ ГЕОГРАФИЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ В КОНТЕКСТЕ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ РЕГИОНА 99
Фонова С. И., Эпиташвили А. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ СТОЧНЫХ ВОД 110

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ 122

CONTENTS

CHEMICAL SCIENCES

Gladkikh B. P., Dyachenko V. S., Butov G. M. MOLECULAR DOCKING AS A TOOL FOR SEARCHING FOR HIGHLY ACTIVE ONCOGENESIS INHIBITORS 5

Toturbiev A. B., Toturbiev B. Dzh. RESEARCH OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF HEAT-RESISTANT SODIUM POLYSILICATE COMPOSITE BINDER 11

Toturbiev B. Dzh. PHYSICOCHEMICAL RESEARCH OF COMPOSITE BINDER BASED ON BAUXITE AND SODIUM POLYSILICATE 19

EARTH SCIENCE

Алиев Г. Г. ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ХАЧМАЗСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ АЗЕРБАЙДЖАН 26

Andryushchenko A. E., Titova V. E. CURRENT STATE OF THE COMMERCIAL REAL ESTATE MARKET IN STAVROPOL 35

Bondarchuk A. V., Perov A. Yu. SATELLITE DATA USING FOR MONITORING NEGATIVE PROCESSES ON AGRICULTURAL LANDS OF THE KRASNODAR TERRITORY 45

Dega N. S., Petrov N. V., Teunaev O. Kh. STATE REGULATION AND SUPPORT MEASURES FOR THE INDUSTRY OF HANDLING AND PROCESSING OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN THE RUSSIAN FEDERATION 56

Osennyaya A. V., Gura D. A., Andryushchenko A. E., Osennyaya E. A. ANALYSIS OF UNIFIED DOCUMENT PREPARATION FOR THE TERRITORIAL PLANNING AND URBAN ZONING OF KRASNODAR FOR INTEGRATED TERRITORY MANAGEMENT 67

Popov Yu. M., Perov A. Yu. USE OF REMOTE SENSING METHODS TO ASSESS AND SELECT POTENTIAL VINELANDS IN THE KRASNODAR TERRITORY 76

Rodomanskaya S. A. METHODOLOGICAL ASPECTS FOR ZONING FOOD SECURITY IN REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION 84

Salib John I. F., Romanova T. A., Shchenyavskaya L. L., Andryushchenko A. V., Shalaya A. A. URBAN PLANNING AND ENVIRONMENTAL CONSERVATION IN KRASNODAR 93

Sidorenko V. V., Volkova T. A. LITERARY GEOGRAPHY OF THE KRASNODAR TERRITORY IN THE CONTEXT OF ITS TOURISM AND RECREATIONAL DEVELOPMENT 99

Fonova S. I., Epitashvili A. V. INVESTIGATION OF BOTTOM SEDIMENTS OF WATER BODIES IN THE WASTEWATER INFLUENCE ZONE 110

RULES FOR AUTHORS 122

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Химические науки / Chemical Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК: 547-327
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-5-10
EDN: ATEMGR

Молекулярный докинг как инструмент для поиска высокоактивных ингибиторов онкогенеза

© 2024**Гладких Б. П.**✉[1], **Дьяченко В. С.**[1,2], **Бутов Г. М.**[1,2]
[1]Волгоградский государственный технический университет
Волгоград, Россия, gladkih-boris@mail.ru✉; v.s.d'yachenko@mail.ru; butov@post.volpi.ru
[2]Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ
Волжский, Россия, v.s.d'yachenko@mail.ru; butov@post.volpi.ru

РЕЗЮМЕ. Целью данного исследования является поиск высокоактивных ингибиторов онкогенеза, действующих по принципу связывания с tBRCT доменом белка BRCA1. **Методы.** Были использованы методы компьютерного моделирования и молекулярного докинга для создания комплексов белок-лиганд для изучения стабильности взаимодействия. **Результаты.** Найдены структуры, способные образовывать стабильные белково-лигандные комплексы. Изучены аминокислотные остатки tBRCT домена, участвующие в образовании водородных связей и гидрофобных взаимодействиях. **Выводы.** В результате исследования определены структуры, которые могут являться аналогами фосфопептидных мотивов, образующих комплексы в tBRCT повторе и препятствующих сборке репарационного комплекса с определенными белками.

Ключевые слова: молекулярный докинг, гомологичная рекомбинация (HR), ингибиторы, рак.

Благодарность
Исследование выполнено за счет средств программы развития ВолгГТУ «Приоритет 2030» в рамках научного проекта № 45/645-24 «Синтез и исследование противораковой активности моно- и полигалогенадамантилсодержащих амидов и диамидов, как потенциальных ингибиторов BRCA1».

Формат цитирования: Гладких Б. П., Дьяченко В. С., Бутов Г. М. Молекулярный докинг как инструмент для поиска высокоактивных ингибиторов онкогенеза // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 4. С. 5-10. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-5-10. EDN: ATEMGR

Molecular Docking as a Tool for Searching for Highly Active Oncogenesis Inhibitors

© 2024**Boris P. Gladkikh**✉[1], **Vladimir S. Dyachenko**[1,2], **Gennady M. Butov**[1,2]
[1]Volgograd State Technical University
Volgograd, Russia, gladkih-boris@mail.ru✉; v.s.d'yachenko@mail.ru; butov@post.volpi.ru
[2]Volzhsky Polytechnic Institute (Branch) of VolgSTU
Volzhsky, Russia, v.s.d'yachenko@mail.ru; butov@post.volpi.ru

ABSTRACT. The **aim** of the research is to search for highly active inhibitors of oncogenesis that act by binding to the tBRCT domain of the BRCA1 protein. **Methods.** Computer modeling and molecular docking methods were used to create protein-ligand complexes to study the stability of the interaction. **Results.** Structures capable of forming stable protein-ligand complexes were found. The amino acid residues of the tBRCT domain involved in the formation of hydrogen bonds and hydrophobic interactions were studied. **Conclusions.** As a result of the research, structures were identified that can be analogs of phosphopeptide motifs that form complexes in the tBRCT repeat and prevent the assembly of the repair complex with certain proteins.

Key words: molecular docking, homologous recombination (HR), inhibitors, cancer.

Acknowledgment

The research was financially supported by Volgograd State Technical University development program "Priority 2030", project No. 45/645-24 "Synthesis and research of anticancer activity of mono- and polyhalogenated adamantyl amides and diamides as potential BRCA1 inhibitors".

For citation: Gladkikh BP, Dyachenko VS, Butov GM. Molecular Docking as a Tool for Searching for Highly Active Oncogenesis Inhibitors. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(4):5-10 (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-5-10. EDN: ATEMGR

Введение

Направленный синтез и создание противоопухолевых препаратов является одной из фундаментальных проблем медицинской химии.

Риск развития рака молочной железы у женщин заметно увеличивается, если наследуется мутировавший вариант гена *BRCA1* [1]. Однако лишь 5 % больных раком имеют мутации в *BRCA1/2* [2].

BRCA1 – это белок, кодирующий ген, также известный как белок восприимчивости к раку молочной железы 1 типа, который отвечает за восстановление ДНК [3; 4]. BRCA1 и BRCA2 представляют собой несвязанные белки, которые обычно экспрессируются в клетках молочной железы и других тканях, где они помогают восстанавливать поврежденную ДНК [5]. Белки BRCA также участвуют в восстановлении хромосомных повреждений, играя важную роль в безошибочном восстановлении двухцепочечных разрывов ДНК. Однако есть исследования, показавшие, что мутации в BRCA1 или BRCA2 увеличивают риск рака молочной железы [6].

Мутация гена BRCA1 вызывает от 60 до 80 % вероятности рака молочной железы у женщин, а также повышенную вероятность развития рака яичников у женщин и рака простаты у мужчин. Мутации зародышевой линии BRCA2 наблюдаются примерно в 35 % семей с ранним началом рака молочной железы у женщин, а также вызывают повышенный риск рака яичников у женщин и рака молочной железы у мужчин [7].

В исследовании [8] показана способность низкомолекулярных амидов подавлять рост клеток рака молочной железы. Структуры, имеющие наибольший процент ингибирования опухоли, содержат различные хлорзамещенные фрагменты анилинов.

Гомологичная рекоминация (HR) – способ восстановления хромосомных повреждений, основанный на устранении двуцепочечных разрывов ДНК, где белок BRCA1 играет ключевую роль [6]. Раковые клетки используют HR для ремонта своей ДНК.

Ингибиторы BRCA1 могут нарушать процесс HR в раковых клетках, тем самым увеличивая количество неотремонтированных двуцепочечных разрывов ДНК, что в свою очередь приведет к геномной нестабильности, клеточному стрессу и гибели.

Материалы и методы исследования

Молекулярный докинг

BRCA1 (C-Terminal Domain). Молекулярный докинг соединений проводился в 3D-модели комплекса BRCA1 – фосфопептид (PDB: 3K0H) (вещества, используемые для рентгеноструктурного анализа белков, и молекула фосфопептида были предварительно удалены из модели). Соединения и белок были предварительно подготовлены с помощью программы Maestro Schrцdinger 11.1. Процедуру докинга проводили в той же программе с использованием протокола Extra Precision (координаты центра: x = -23,63 E, y = 56,79 E, z = 2,19 E, полнота: = 20, энергетический диапазон: = 4). Отбирались комплексы лиганд-белок с наилучшими скоринговыми функциями.

Расчет свободной энергии связывания MM/GBSA

Соединения, которые были успешно докированы, подвергались процессу переоценки с использованием метода MM/GBSA. Свободная энергия связывания MM/GBSA оценивалась путем минимизации комплекса белок-лиганд для устранения ошибок, которые возникают при использовании жесткой структуры белка в процедурах докинга. Гибкость белка допускалась для остатков до 5 Е от лиганда. Водородные взаимодействия считались приемлемыми, когда расстояние между атомами было менее 3 Е.

Результаты и их обсуждение

В данном исследовании были изучены соединения, содержащие в своей структуре одну или две амидные группы. Соединения с двумя амидными группами представляют собой симметричные диамиды янтарной кислоты с галогенфенилзамещенными фрагментами по обеим сторонам амидных фармакофоров. Структуры с одной амидной группой – соединения хлорадамантилсодержащей природы, с правой частью молекулы в виде хлорфенилсодержащих фрагментов.

Создание малых молекул с амидным фармакофором может способствовать предотвращению роста опухоли молочной железы, ингибируя фермент BRCA1. Основополагающим фактором является внедрение в структуру ингибиторов моно- и полигалогенадамантилсодержащих фрагментов, которые будут способствовать не только лучшему распределению молекулы в липидном бислое и проникновению через клеточные мембраны за счет высокой липофильности адамантана, но и иметь повышенную метаболическую устойчивость за счет содержания атомов галогена в жестком каркасе адамантильного фрагмента.

Адамантан является высокополипофильным фрагментом, который обладает способностью повышать растворимость молекулы в целом. Кроме того, адамантановые каркасы улучшают метаболическую стабильность, фармакокинетику и мембранный транспорт модифицированных лекарственных средств [9; 10]. Адамантановая часть способна обеспечить стабильность препарата, что приводит к улучшению фармакокинетики модифицированных препаратов-кандидатов [11; 12]. Жесткий фрагмент каркаса защищает близлежащие функциональные группы от метаболической деградации, что приводит к повышенной стабильности и распределению лекарственного средства в плазме крови. Введение атомов хлора дополнительно повышает липофильность каркаса адаманатана и молекулы соединения в целом. Увеличение липофильности всей молекулы по отношению к атомам хлора приводит к более высокому распределению хлорированного соединения в липофильной фазе клеточной мембраны или липофильных основаниях белка.

Был проведен молекулярный докинг исследуемой серии соединений.

На рисунке 1 представлена суперимпозиция ингибиторов, содержащих один или два амидных фармакофора. Исследуемые соединения расположены таким образом, что способны образовывать водородные связи с аминокислотными остатками основной цепи и экспонироваться в область гидрофобного кармана для лучшего связывания с аминокислотными остатками боковой цепи.

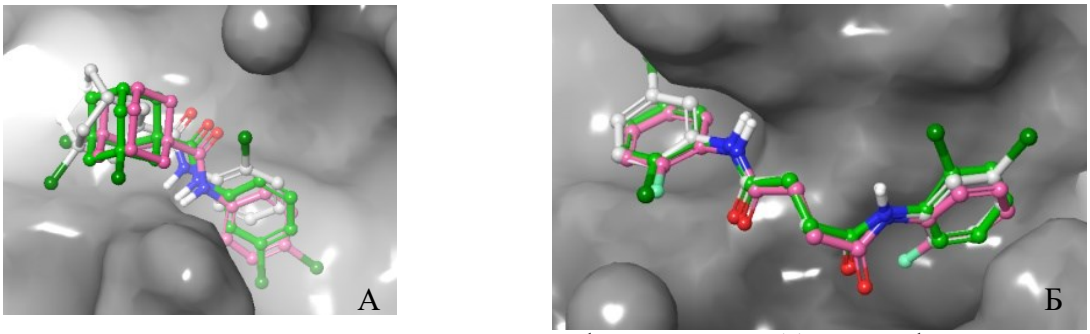
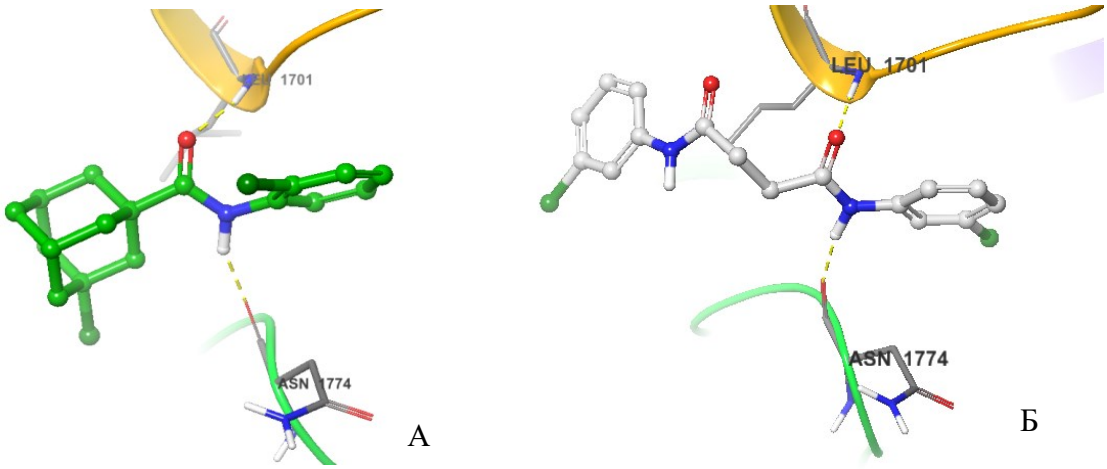


Рис. 1. **Суперимпозиция потенциальных ингибиторов в tBRCT домене белка BRCA1, где А – хлорадамантилсодержащие амиды, Б – симметричные амиды на основе янтарной кислоты**

Fig.1. Superposition of potential inhibitors in the tBRCT domain of the BRCA1 protein, where A is chloroadamantyl-containing amides, Б is symmetrical amides based on succinic acid



А Б

Рис. 2. **Водородно-связанные комплексы потенциальных ингибиторов в tBRCT домене белка BRCA1, где А – хлорадамантилсодержащий амид, Б – симметричный амид на основе янтарной кислоты**

Fig. 2. Hydrogen-bonded complexes of potential inhibitors in the tBRCT domain of the BRCA1 protein, where A is chloroadamantyl-containing amide, B is symmetrical amide based on succinic acid

Оба исследуемых соединения образуют стабильные комплексы с tBRCT доменом белка BRCA1. Для соединения А (рис. 2) свободная энергия связывания, рассчитанная методом MM/GBSA равна -38.91 ккал/моль, в то время как для соединения Б -47.67 ккал/моль, что может указывать на более прочное связывание, чем в случае соединения А. Стоит также сказать, что наличие в соединение Б двух амидных фармакофоров может эффективно сказаться на биологической активности соединений за счет образования дополнительных водородных связей.

Заключение

В результате исследования были найдены структуры-лидеры, способные образовывать наиболее стабильные комплексы с tBRCT доменом белка BRCA1. Изучение лигандов на основе янтарной кислоты позволило выявить соединения с наиболее стабильными комплексами белок-лиганд. Дальнейшие исследования будут продолжены с синтезированием исследуемых структур и изучением их биологической активности в отношении линий рака молочной железы, рака легких и колоректального рака.

Список источников

1. Antoniou A, Pharoah PD, Narod S, Risch HA, et.al. Average risks of breast and ovarian cancer associated with BRCA1 or BRCA2 mutations detected in case Series unselected for family history: a combined analysis of 22 studies. *American Journal of Human Genetics*. 2003;72(5):1117–1130. DOI: 10.1086/375033

2. Pessetto ZY, Yan Y, Bessho T, Natarajan A. Inhibition of BRCT(BRCA1)-phosphoprotein interaction enhances the cytotoxic effect of olaparib in breast cancer cells: a proof of concept study for synthetic lethal therapeutic option. *Breast Cancer Research Treatment.* 2012;134(2):511-517. DOI: 10.1007/s10549-012-2079-4

3. Easton DF. How many more breast cancer predisposition genes are there? *Breast Cancer Research*. 1999;1(1):14-17. DOI: 10.1186/bcr6

4. Campeau PM, Foulkes WD, Tischkowitz MD.

References

1. Antoniou A, Pharoah PD, Narod S, Risch HA, et.al. Average risks of breast and ovarian cancer associated with BRCA1 or BRCA2 mutations detected in case Series unselected for family history: a combined analysis of 22 studies. *American Journal of Human Genetics*. 2003;72(5):1117–1130. DOI: 10.1086/375033

2. Pessetto ZY, Yan Y, Bessho T, Natarajan A. Inhibition of BRCT(BRCA1)-phosphoprotein interaction enhances the cytotoxic effect of olaparib in breast cancer cells: a proof of concept study for synthetic lethal therapeutic option. *Breast Cancer Research Treatment.* 2012;134(2):511-517. DOI: 10.1007/s10549-012-2079-4

3. Easton DF. How many more breast cancer predisposition genes are there? *Breast Cancer Research*. 1999;1(1):14-17. DOI: 10.1186/bcr6

4. Campeau PM, Foulkes WD, Tischkowitz MD.

Hereditary breast cancer: new genetic developments, new therapeutic avenues. *Human Genetics.* 2008;124(1):31-42. DOI: 10.1007/s00439-008-0529-1

5. Irminger-Finger I, Ratajska M, Pilyugin M. New concepts on BARD1: Regulator of BRCA pathways and beyond. *International Journal of Biochemistry & Cell Biology.* 2016(72)1–17. DOI: 10.1016/j.biocel.2015.12.008

6. Friedenson B. The BRCA1/2 pathway prevents hematologic cancers in addition to breast and ovarian cancers. BMC Cancer. 2007(7):152. DOI: 10.1186/1471-2407-7-152

7. Ayub SG, Rasool S, Ayub T, Khan SN, et al. Mutational analysis of the BRCA2 gene in breast carcinoma patients of Kashmiri descent. *Molecular Medicine Reports.* 2014;9(2):749-53. DOI: 10.3892/mmr.2013.1862

8. Ashraf Z, Mahmood T, Hassan M, Afzal S, et al. Dexibuprofen amide derivatives as potential anticancer agents: synthesis, in silico docking, bioevaluation, and molecular dynamic simulation. *Drug Design, Development and Therapy.* 2019(13):1643–1657. DOI: 10.2147/DDDT.S178595

9. Svingen PA, Tefferi A, Kottke TJ, Kaur G, et al. Effects of the bcr/abl kinase inhibitors AG957 and NSC 680410 on chronic myelogenous leukemia cells in vitro. Clinical Cancer Research. 2000;6(1):237-249.

10. Horvat S, Mlinaric-Majerski K, Glavas-Obrovac L, Jakas A, et al. Tumor-cell-targeted methionine-enkephalin analogues containing unnatural amino acids: design, synthesis, and in vitro antitumor activity. *Journal of Medicinal Chemistry.* 2006;49(11):3136-3142. DOI: 10.1021/jm051026+

11. Wanka L, Iqbal K, Schreiner PR. The lipophilic bullet hits the targets: medicinal chemistry of adamantane derivatives. *Chemical Reviews.* 2013;113(5):3516-3604. DOI: 10.1021/cr100264t

12. Chew CF, Guy A, Biggin PC. Distribution and dynamics of adamantanes in a lipid bilayer. *Biophysics Journal.* 2008;95(12):5627-36. DOI: 10.1529/biophysj.108.139477

Hereditary breast cancer: new genetic developments, new therapeutic avenues. *Human Genetics.* 2008;124(1):31-42. DOI: 10.1007/s00439-008-0529-1

5. Irminger-Finger I, Ratajska M, Pilyugin M. New concepts on BARD1: Regulator of BRCA pathways and beyond. *International Journal of Biochemistry & Cell Biology.* 2016(72)1–17. DOI: 10.1016/j.biocel.2015.12.008

6. Friedenson B. The BRCA1/2 pathway prevents hematologic cancers in addition to breast and ovarian cancers. BMC Cancer. 2007(7):152. DOI: 10.1186/1471-2407-7-152

7. Ayub SG, Rasool S, Ayub T, Khan SN, et al. Mutational analysis of the BRCA2 gene in breast carcinoma patients of Kashmiri descent. *Molecular Medicine Reports.* 2014;9(2):749-53. DOI: 10.3892/mmr.2013.1862

8. Ashraf Z, Mahmood T, Hassan M, Afzal S, et al. Dexibuprofen amide derivatives as potential anticancer agents: synthesis, in silico docking, bioevaluation, and molecular dynamic simulation. *Drug Design, Development and Therapy.* 2019(13):1643–1657. DOI: 10.2147/DDDT.S178595

9. Svingen PA, Tefferi A, Kottke TJ, Kaur G, et al. Effects of the bcr/abl kinase inhibitors AG957 and NSC 680410 on chronic myelogenous leukemia cells in vitro. Clinical Cancer Research. 2000;6(1):237-249.

10. Horvat S, Mlinaric-Majerski K, Glavas-Obrovac L, Jakas A, et al. Tumor-cell-targeted methionine-enkephalin analogues containing unnatural amino acids: design, synthesis, and in vitro antitumor activity. *Journal of Medicinal Chemistry.* 2006;49(11):3136-3142. DOI: 10.1021/jm051026+

11. Wanka L, Iqbal K, Schreiner PR. The lipophilic bullet hits the targets: medicinal chemistry of adamantane derivatives. *Chemical Reviews.* 2013;113(5):3516-3604. DOI: 10.1021/cr100264t

12. Chew CF, Guy A, Biggin PC. Distribution and dynamics of adamantanes in a lipid bilayer. *Biophysics Journal.* 2008;95(12):5627-36. DOI: 10.1529/biophysj.108.139477

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Гладких Борис Павлович, младший научный сотрудник кафедры химии, технологии и оборудования химических производств, Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия, gladkih-boris@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-6271-0479

Дьяченко Владимир Сергеевич, кандидат химических наук, старший научный сотрудник кафедры химии, технологии и оборудования химиче-

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Boris P. Gladkikh, Junior Researcher, Department of Chemistry, Technology and Equipment for Chemical Production, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia, gladkih-boris@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-6271-0479

Vladimir S. Dyachenko, Ph.D. (Chemistry), Senior Researcher, Department of Chemistry, Technology and Equipment for Chemical Production, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia,

ских производств, Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия, v.s.d'yachenko@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-6209-7106

Бутов Геннадий Михайлович, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии, технологии и оборудования химических производств, Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ, Волжский, Россия, butov@post.volpi.ru, https://orcid.org/0000-0002-0839-4513

Критерии авторства

Гладких Б. П. – постановка цели и задач, методология, написание статьи, формулировка выводов; Дьяченко В. С. – обработка данных, обзор литературных источников; Бутов Г. М. – концепция, редактирования статьи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 11.12.2024
Одобрена после рецензирования 18.12.2024
Принята к публикации 23.12.2024

v.s.d'yachenko@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-6209-7106

Gennady M. Butov, Doctor of Science (Chemistry), Professor, Head of the Department of Chemistry, Technology and Equipment for Chemical Production, Volzhsky Polytechnic Institute (Branch) of VolgSTU, Russia, butov@post.volpi.ru, https://orcid.org/0000-0002-0839-4513

Contribution of the authors

Gladkikh B. P. – setting the aim and objectives, methodology, paper writing, formulating the conclusions; Dyachenko V. S. – data processing, review of references; Butov G. M. – concept, paper editing.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 11.12.2024
Approved after reviewing 18.12.2024
Accepted for publication 23.12.2024

Химические науки / Chemical Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК: 543+666.974.2
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-11-18
EDN: QXXVMZ

Исследования физико-химических свойств жаростойкого полисиликатного натриевого композиционного вяжущего

© 2024Тотурбиев А. Б., Тотурбиев Б. Дж.✉
Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН
Махачкала, Россия, atoturbiev@yandex.ru; totbat@mail.ru✉

РЕЗЮМЕ. Целью работы является установление изменений, происходящих в жаростойком наноструктурированном полисиликатнатриевом композиционном вяжущем на кварците под воздействием средних и высоких температур путем проведения физико-химических исследований. **Методы.** Путем рентгеноструктурного, дифференциально-термического анализов проведены физико-химические исследования, которые позволили установить наличие модификационных превращений, их интенсивность, возникновение новообразований в исследуемом композиционном вяжущем при высоких температурах. **Результаты.** На термограммах кварцита и кварцит-полисиликатнатриевого композиционного вяжущего при температуре 580 °С происходит одинаковый эндотермический процесс, который связан с модификационным переходом от β-кварца к α-кварцу. На термограммах также заметен постепенный рост температуры с пиком при 260 °С, затем снижается до 120 °С. Это может быть связано с тем, что исследуемое вяжущее вещество теряет воду. На термограммах кварца и вяжущего вещества есть плавные экзотермические эффекты. Они появляются, когда α-кристобалит кварца превращается в β-кристобалит. Хотя на рентгенограммах не обнаруживается наличие этого минерала, так как он обладает скрытой кристаллической структурой. При дальнейшем нагревании до 580 °С ß-модификация кварца трансформируется в α-кварц. А при температуре 840 °С α-кварц превращается в кристобалит, который затем переходит в α-тридимит. Этот процесс активно протекает при температуре 1250 °С (d = 4,32; 3,38; 3,25; 2,96 ангстрем). Исследование образца, который был подвергнут обжигу при температуре 1600 °С с помощью рентгенографии, показало наличие характерных линий, соответствующих тридимиту (d = 3,26; 2,94; 2,53 Å). Это свидетельствует о том, что кристобалит в результате термической обработки преобразовался в тридимит. После обжига при температуре 1600 °С образец композиционного вяжущего приобрёл белый цвет и стал пористым. **Выводы.** Итак, результаты проведённых физико-химических исследований, включая рентгеноструктурный и дифференциально-термический анализы, демонстрируют, что можно создать термостойкие наноструктурированные композиции на основе полисиликата натрия из такого кремнезёмистого сырья, как кварцит. В состав этих смесей входят наночастицы полисиликата натрия, которые можно получить непосредственно в процессе производства. Благодаря высокой огнеупорности такого связующего материала, на его основе можно создать бетоны, которые могут выдерживать температуру до 1850 °С. В качестве заполнителя для таких бетонов можно использовать различные огнеупорные материалы.

Ключевые слова: кремнезёмистое сырье, кварцит, полисиликат натрия, физико-химические исследования, жаростойкое композиционное вяжущее.

Формат цитирования: Тотурбиев А. Б., Тотурбиев Б. Дж. Исследования физико-химических свойств жаростойкого полисиликатного натриевого композиционного вяжущего // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 4. С. 11-18. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-11-18. EDN: QXXVMZ

Research of Physicochemical Properties of Heat-Resistant Sodium Polysilicate Composite Binder

© 2024Adilbiy B. Toturbiev, Batyrbiy Dzh. Toturbiev✉
Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences
Makhachkala, Russia, atoturbiev@yandex.ru; totbat@mail.ru✉

ABSTRACT. The **aim** of the paper is to establish the changes in the heat-resistant nanostructured sodium polysilicate composite binder on quartzite under the influence of medium and high temperatures by conducting physicochemical research. **Methods.** Physicochemical studies were carried out using X-ray diffraction and differential thermal analysis, which made it possible to establish the presence of modification transformations, their intensity, and the occurrence of new formations in the studied composite binder at high temperatures. **Results.** Thermograms of quartzite and quartzite-sodium polysilicate composite binder show the same endothermic process at 580 °C, which is associated with the modification transition from β-quartz to α-quartz. Thermograms also show a gradual increase in temperature with a peak at 260 °C, then a slight decrease to 120 °C. This may be due to the binder being studied losing water. Thermograms of quartz and binder show smooth exothermic effects. They appear when α-cristobalite of quartz transforms into β-cristobalite. However, X-ray diffraction patterns do not reveal the presence of this mineral, since it has a hidden crystalline structure. With further heating to 580 °C, the β-modification of quartz transforms into α-quartz. And at a temperature of 840 °C, α-quartz transforms into cristobalite, which then transforms into α-tridymite. This process actively occurs at a temperature of 1250 °C (d = 4.32; 3.38; 3.25; 2.96 angstroms). An X-ray study of the sample that was fired at a temperature of 1600 °C showed the presence of characteristic lines corresponding to tridymite (d = 3.26; 2.94; 2.53 Å). This indicates that cristobalite was transformed into tridymite as a result of heat treatment. After firing at a temperature of 1600 °C, the composite binder sample acquired a white color and became porous. **Conclusions.** Thus, the results of the physicochemical studies, including X-ray structural and differential thermal analysis, demonstrate that it is possible to create heat-resistant nanostructured compositions based on sodium polysilicate from such siliceous raw materials as quartzite. These mixtures include sodium polysilicate nanoparticles, which can be obtained directly during the production process. Due to the high refractoriness of such a binder, it can be used to create concretes that can withstand temperatures up to 1850 °C. Various refractory materials can be used as fillers for such concretes.

Keywords: silica raw materials, quartzite, sodium polysilicate, physicochemical research, heat-resistant composite binder.

For citation: Toturbiev AB, Toturbiev BDzh. Research of Physicochemical Properties of Heat-Resistant Sodium Polysilicate Composite Binder. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(4):11-18 (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-11-18. EDN: QXXVMZ

Введение

В течение последних лет в России и за границей активно проводятся исследования, направленные на создание полисиликатов натрия и разработку на их основе материалов различного назначения [1-9]. Исследованиями в этой области также активно занимаются в Институте геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН.

В рамках нашей исследовательской работы мы предполагаем, что впервые в мировой практике можно будет получить наночастицы полисиликатов натрия непосредственно в составе композиции. Это позволит избежать необходимости дополнительно обеспечивать агрегативную устойчивость полисиликатов натрия и даёт возможность создавать полисиликаты натрия с разной степенью модульности. В результате уменьшается содержание щёлочи Na_2O в вяжущем материале, что улучшает водостойкость, морозостойкость, огнеупорность и термостойкость композиционных материалов на основе полисиликатов натрия.

Следует подчеркнуть, что создание термостойких композиционных материалов, содержащих нанодисперсный полисиликат натрия, представляет собой важную и актуальную задачу. В рамках нашей научной концепции, чтобы получить наноструктурированные термостойкие композиционные материалы на основе полисиликатов натрия, требуется осуществить их синтез на уровне наночастиц непосредственно в составе композиции.

Поэтому, чтобы понять, как формируется структура, нужно исследовать физические и химические процессы, которые происходят в этих системах при разных температурах.

В представленном материале приводятся результаты физико-химических исследований наноструктурированного композиционного вяжущего на основе полисиликатнатриевого связующего, полученного из кварцита после термической обработки.

Исследование вяжущих свойств кварцит-полисиликат-натриевой смеси было вызвано способностью смеси формировать аморфную стекловидную фазу при растворении кварца в щелочи и использовании полисиликата натрия для образования минералов при высоких температурах. Смесь также поддерживает состояние стеклофазы и активно участвует в минералообразовании с помощью щелочного оксида. Необходимо создать условия для испарения щелочного компонента Na_2O и образования высокотемпературных минералов в виде кристаллов. В процессе работы проводился тщательный мониторинг состояния жидкой фазы и её преобразования в твёрдые высокотемпературные состояния.

В соответствии с данными из источника [10], объём жидкой фазы должен находиться в установленных границах. Если её недостаточно, она не сможет выполнять свою функцию по перекристаллизации твердых компонентов смеси и сцеплению между собой отдельных кристалликов, а если её слишком много, материал становится хрупким и термически нестойким.

Материалы и методы исследования

В исследуемой нами композиции продукт гидролиза (безводные силикаты натрия (БСН) – NaOH) растворяется в кремнезоле до установления «равновесия» между ними и образования нанодисперсного полисиликата натрия до заданной силикатной модули. При этом изначально для исследований изготавливали тонкомолотую композицию с соотношением кварцит: БСН = 80:20 в % по массе, $S_{уд.}$ = 2500-2800 $см^2/г$, затем вводили кремнезоль и перемешивали до получения однородной массы. Соотношение кремнезоля и БСН в композиции подбиралось таким образом, чтобы количество было достаточным для образования полисиликата натрия необходимой модули. Образцы, созданные по описанной выше рецептуре, были высушены в соответствии со следующим алгоритмом:

1. Нагрев до 90 °С в течение 60 мин.
2. Удержание температуры на уровне 90 °С в течение 120 мин.
3. Нагрев до 200 °С в течение 60 мин.
4. Удержание температуры на уровне 200 °С в течение 120 мин.

Цель исследования – выяснить, как материал ведёт себя при средних и высоких температурах: возникают ли в нём новые элементы, происходят ли трансформации и насколько они заметны.

В процессе исследования использовался универсальный рентгеновский дифрактометр ДРОН-2.0. Для генерации излучения применялась отфильтрованная рентгеновская трубка БСВ-9 с параметрами: напряжение на аноде – 35 кВ, сила тока – 20 мА.

Образец и счётчик автоматически перемещались в горизонтальной плоскости вокруг общей вертикальной оси гониометра. Скорость вращения счётчика и исследуемого образца соотносились следующим образом:

Vcu = 2Vобр,

где, Vcu – это скорость вращения счётчика, которая равна 2 оборотам в минуту, Vобр – это скорость вращения образца.

В процессе эксперимента устройство фиксировало интенсивность дифракционной картины с частотой 200 импульсов в секунду и постоянной времени RC, составляющей 5 секунд.

Исследования проводились под различными углами отражения, варьирующимися в диапазоне от 10 до 90 градусов.

Для интерпретации рентгенографического изображения исследуемых образцов была использована «Рентгенометрическая картотека», разработанная Американским обществом по испытанию материалов (ASTM).

Исследование проводилось с использованием специального прибора — дериватографа. Скорость повышения температуры составляла 9 °С в минуту. Диапазон температур варьировался от 20 до 1500 °С.

В процессе исследования фиксировались изменения температуры системы в разные моменты времени. Кроме того, на дифференциально-термической кривой (ДТА) можно увидеть как эндо-, так и экзотермические процессы. Помимо этого, проводился анализ изменения массы вещества на термогравиметрической кривой (ТГ) и определение температурных интервалов, в которых происходит потеря массы на дифференциально-термогравиметрической кривой (ДТГ).

Результаты и их обсуждение

На рентгенограммах образцов, (рис. 1, б) которые были нагреты до 200 °С, можно увидеть, что интенсивность линий кварца (d – 4,29, 3,35, 2,45, 2,12 Е) уменьшилась по сравнению с исходным кварцем (рис. 1, а).

Скорее всего, это связано с тем, что кристаллический кварц растворяется в щёлочи, содержащейся в водном растворе полисиликата натрия.

На снимке, сделанном после нагрева образца до 800 °С, можно заметить, что линии кварца стали более чёткими (рис. 1, в). Это объясняется тем, что при температуре 870 °С происходит переход α-кварца в γ-тридимит, что вызывает процесс структурных изменений.

На термограммах, представленных на рисунке 2, можно увидеть, что кварцит и наноструктурированное жаростойкое полисиликатнатриевое композиционное вяжущее на основе кварцита демонстрируют схожий эндотермический эффект при температуре 580 °С. Это объясняется тем, что происходит модификационное превращение из β-кварца в α-кварц. На термографических снимках также можно увидеть постепенное выделение тепла, которое достигает своего пика при нагреве до 260 °С. Кроме того, на термограмме исследуемого образца было зафиксировано небольшое выделение тепловой энергии при температуре 120 °С, которая сопровождается потерей воды в составе связующего вещества. На термограммах кварца и композиционного вяжущего наблюдаются плавные экзотермические реакции, которые связаны с переходом α-кристобалита в β-кристобалит. В опалах, которые находятся в условиях комнатной температуры, можно обнаружить α-кристобалит [11]. Также в опаловом цементе присутствуют кварциты [12]. Это свидетельствует о том, что при нагревании композиционного вяжущего вещества может наблюдаться постепенное поглощение теплоты. При температуре 840 °С на термограмме исследуемого вяжущего наблюдается незначительное эндотермическое явление, которое указывает на трансформацию α-кварца в α-тридимит.

При нагревании образца до температуры 1250 °С происходит активное образование тридимита с размерами 4,32, 3,38, 3,25 и 2,96 ангстрема.

В начальной стадии формирования кристаллов образуется кристобалит с параметрами 4,06, 3,14, 2,85 и 2,49 ангстрема из аморфного кремнезёма, полученного после удаления воды из геля полисиликата натрия.

Исследование показало, что при использовании сульфатов щелочных металлов в температурном диапазоне от 900 до 1400 °С процесс формирования кристаллической структуры геля происходит очень интенсивно. В результате образуется кристобалит, который затем превращается в тридимит.

В исследовании [13] подчёркивается, что фазовый состав продуктов, получаемых при нагревании аморфного диоксида кремния, зависит не только от наличия, но и от состава минерализатора.

После термической обработки при температуре 1600 °С кварцит-полисиликатнатриевое композиционное вяжущее приобрело белый цвет и стало пористым.

Рентгенографическое исследование этого образца (рис. 1, д) показало наличие интенсивных линий, соответствующих только тридимиту (d = 3,26; 2,94; 2,53 Е). Это говорит о том, что при нагревании кристобалит трансформировался в тридимит.

В кварцит-полисиликатнатриевой смеси, как и в других композициях водного раствора полисиликата натрия, происходит частичное растворение кварцита под воздействием щёлочи. При повышении температуры α-кристобалит преобразуется в β-кристобалит, однако на рентгенограммах этот кристобалит не обнаруживается, поскольку он имеет скрытую кристаллическую структуру [14]. При дальнейшем повышении температуры до 580 °С происходит переход Я-модификации кварца в α-кварц. А при температуре 840 °С α-кварц преобразуется в α-тридимит. После этого из аморфного кремнезёма, который был получен в результате удаления воды из геля натриевого полисиликата, то есть из аморфной стеклофазы, в которой могут присутствовать отдельные несовершенные кристаллы натриевых силикатов, при температуре 1250 °С происходит кристаллизация кристобалита, а при 1600 °С он вместе с кварцем превращается в тридимит. Это подтверждается результатами рентгенографического анализа (рис. 1, г; д).

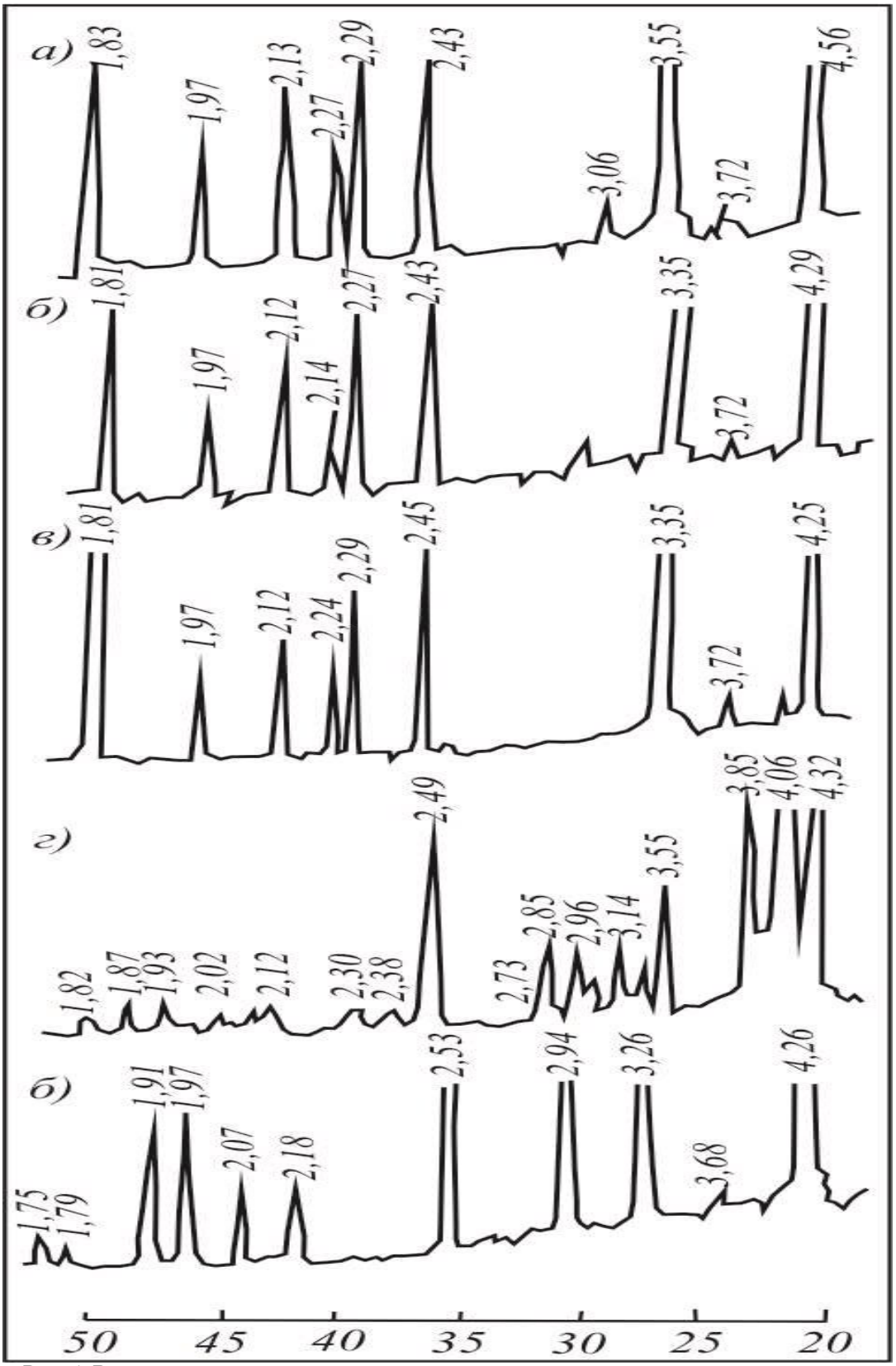


Рис. 1. **Рентгенограммы полисиликатнатриевого композиционного вяжущего на кварците после термообработки: а – исходный кварцит; б – 200 °С; в – 800 °С; г – 1250 °С; д – 1600 °С**

Fig. 1. X-ray diffraction patterns of sodium polysilicate composite binder on quartzite after heat treatment: а is initial quartzite; б is 200 єС; в is 800 єС; г is 1250 єС; д is 1600 єС

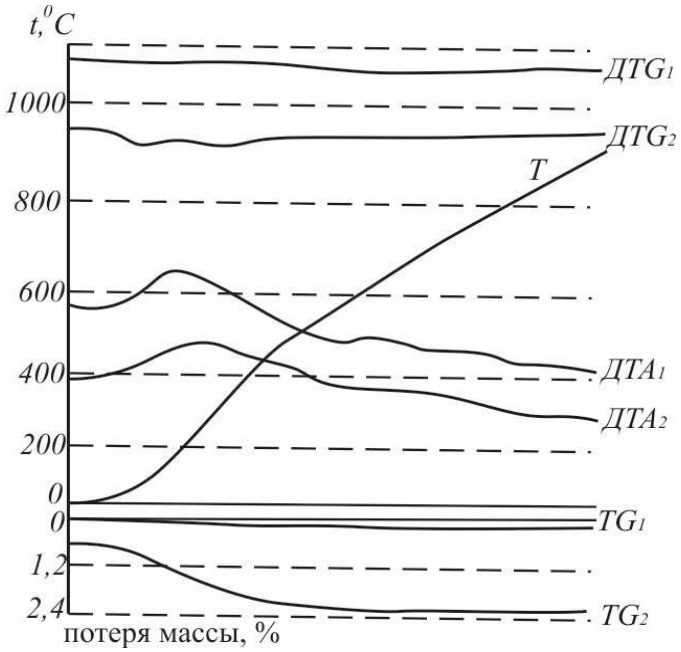


Рис. 2. **Термограммы кварцита и полисиликатнатриевого композиционного вяжущего на кварците: 1 – кварцит; 2 – вяжущее после сушки при 200 °С**

Fig. 2. Thermograms of quartzite and sodium polysilicate composite binder on quartzite: 1 is quartzite; 2 is binder after drying at 200 °C

Таблица. **Характеристика наноструктированного жаростойкого полисиликатнатриевого композиционного вяжущего**

Table. Characteristics of nanostructured heat-resistant sodium polysilicate composite binder

Жаростойкое полисиликат-натриевое композиционное вяжущее Heat-resistant sodium polysilicate composite binder	**Состав, масс %** Composition, mass %		**Огнеупорность, °С** Fire resistance, °C	**Температура начала деформации под нагрузкой 0,2 МПа, °С** Temperature of onset of deformation under load 0,2 MPa, °C	**Средняя плотность т/м³** Average density t/m3	**Прочность при сжатии после сушки при 200°С, МПа** Compressive strength after drying at 200°C, MPa
	Огнеупорный материал – кварцит Refractory material – quartzite	**Нанодисперсный коллоидный полисиликат натрия** Nanodispersed colloidal polysilicate sodium				
Кварцитовое	95	5	1790	1650	1,80	15,0
	90	10	1730	1550	1,75	20,0
	80	20	1660	1500	1,70	30,0

В ходе исследования мы провели ряд экспериментов, направленных на изучение огнестойкости полисиликатно-натриевых смесей. В процессе работы мы анализировали их огнеупорность и прочность, а также то, как эти свойства зависят от пропорций компонентов в составе смеси. Ниже в таблице представлены эти результаты.

Из анализа таблицы следует, что увеличение доли кварцита, обладающего высокой огнеупорностью и формирующего каркас, снижает прочность композиции, но повышает её способность выдерживать высокие температуры.

Заключение

Таким образом, ключевым критерием, влияющим на качество рассматриваемого наноструктурированного полисиликат-натриевого композиционного вяжущего на основе кварцита после термической обработки, является поведение материала при нагреве до высоких рабочих температур, то есть в широком диапазоне от 200 °С и выше. Другими словами, формирование структуры жаропрочного композиционного вяжущего происходит в процессе нагревания.

В начале процесса формирования структуры композиционного вяжущего

важную роль играет взаимодействие безводного силиката натрия (его мельчайших частиц) с кремнезолем. В процессе взаимодействия компонентов непосредственно в составе формируется нанодисперсный полисиликат натрия. Это вещество придаёт композиции свойства, которые отвечают за её способность к склеиванию и прочность клеевых соединений. Эти характеристики, в свою очередь, обеспечивают механическую прочность всей композиции.

В результате взаимодействия мелкодисперсных частиц безводного силиката натрия с водой, содержащейся в составе кремнезоля, происходит процесс гидратации иона натрия. Далее происходит интенсивное взаимодействие этого иона с микроскопическими частицами диоксида кремния, размер которых составляет от 2 до 3 нанометров и более. В результате достигается равновесие в щелочном растворе, содержащем силикаты. В итоге образуется насыщенный коллоидный нанодисперсный полисиликат натрия с высокой степенью вязкости. Он продолжает находиться в области соприкосновения частиц наполнителя, обеспечивая их надёжное сцепление. В этой ситуации частицы дисперсной фазы расположены настолько близко друг к другу, что между ними могут происходить активные процессы взаимодействия и формирования связей на уровне различных агрегатов.

В подобных обстоятельствах всегда происходит улучшение сцепления клея с поверхностью и увеличение прочности клеевого соединения.

В полисиликатных растворах, помимо частиц золя, присутствуют мономеры, олигомеры и полимерные формы кремнезёма. Размер этих частиц составляет от 4 до 6 нанометров, и они составляют более 60 % от общего количества кремнезёма в растворе.

Благодаря этому кремнезём в составе различных смесей проявляет высокую активность, что делает их устойчивыми к воздействию воды и высоких температур.

Кроме того, важно подчеркнуть, что при создании структуры из кремнезоля и безводного силиката натрия образуются полисиликаты натрия. Это позволяет избежать необходимости обеспечивать агрегативную устойчивость. В результате можно получать полисиликаты натрия с различной степенью полимеризации, а также снижать содержание легкоплавкой составляющей Na_2O. Благодаря этому эксплуатационные свойства жаростойких полисиликатнатриевых композиционных вяжущих материалов в разы улучшаются.

Список источников

1. Айлер Р. К. Химия кремнезема: растворимость, полимеризация, коллоидные и поверхностные свойства, биохимия: в 2 ч. Ч. 1. / пер. с англ. Л. Т. Журавлева. М.: Мир, 1982. С. 416.

2. Айтжанова О. Г. Коллидно-химические закономерности получения полисиликатов на основе гидрозолей кремнезема: дис. ... канд. хим. наук. М., 1998. 130 с.

3. Брыков А. С. Силикатные растворы и их применение. СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009. С. 54.

4. Корнеев В. И., Данилов В. В. Растворимое и жидкое стекло. СПб.: Стройиздат, 1996. 214 с.

5. Нигматуллин Э. Н., АкчуринХ. И., Ленченкова Л. Е. Обоснование механизма гелеобразование в растворах полисиликата натрия при действии кислот // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2012. № 3. С. 375-383. EDN: RPFCEL

6. Пестерников Г. Н., Максютин А. С., Пучков С. П., Обухова В. Б. Способ получения полисиликатов натрия (варианты) // Патент Российской Федерации № 2124475. МПК C01B 33/32 1999. Дата подачи заявки: 05.06.1997. Опубликовано: 10.01.1999.

References

1. Eiler RK. Silica chemistry: solubility, polymerization, colloidal and surface properties, biochemistry: in 2 parts. Part 1. Transl. from English by L.T. Zhuravlev. Moscow: Mir, 1982:416. (In Russ)

2. Aitzhanova OG. Collide-chemical regularities of obtaining polysilicates based on silica hydrosols: Ph.D. thesis (Chemistry). Moscow, 1998:130. (In Russ)

3. Brykov AS. Silicate solutions and their application. St. Petersburg: Saint Petersburg State Institute of Technology (Technical University), 2009:54. (In Russ)

4. Korneev VI, Danilov VV. Soluble and liquid glass. St. Petersburg: Stroyizdat, 1996:214. (In Russ)

5. Nigmatullin EN, Akchurin KhI, Lenchenkova LE. The explanation mechanism of gelation in sodium polysilicate solutions ITH acids effect study. *Elektronniy Nauchniy Zhurnal Neftegazovoe Delo.* 2012(3):375-383. (In Russ). EDN: RPFCEL

6. Pesternikov GN, Maksyutin AS, Puchkov SP, Obukhova VB. Method for producing sodium polysilicates (variants). *Patent of the Russian Federation* No. 2124475. IPC C01B 33/32 1999. Filing date:

7. Рыжков И. В., Толстой В. С. Физико-химические основы формирования свойств смесей с жидким стеклом. Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те. 1975. 139 с.

8. Фиговский О. Л., Бейлин Д. А., Пономарев А. Н. Успехи применения нанотехнологий в строительных материалах // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. 2012. Т. 4. № 3. С. 6-21. EDN: OYXUAD

9. Шабанова Н. А., Саркисов П. Д. Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема. М.: Академкнига, 2004. 207 с. EDN: QNDSIL

10. Кингери У. Д. Введение в керамику / пер. с англ. А. И. Рабухина и В. К. Яновского. М.: Стройиздат, 1967. 499 с.

11. Стрелов К. К. Структура и свойства огнеупоров. 2-е изд., перераб. М.: Металлургия,1982. 208 с.

12. Куколев Г. В. Химия кремния и физическая химия силикатов. М.: Высшая школа, 1966. 463 с.

13. Кайнарский И. С. Процессы технологии огнеупоров: теоретические основы производства огнеупорных изделий. М.: Металлургия, 1969. 350 с.

14. Карякин Л. И. Петрография огнеупоров. Харьков: Металлургиздат, 1962. 314 с.

06.05.1997. Published: 01.10.1999. (In Russ)

7. Ryzhkov IV, Tolstoy VS. Physicochemical principles in formation of properties of mixtures with liquid glass. Kharkov: Vishcha shkola. Kharkov University Publ., 1975:139. (In Russ)

8. Figovsky OL, Beilin DA, Ponomarev AN. Successful implementation of nanotechnologies in building materials. *Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal.* 2012;4(3)6-21. (In Russ). EDN: OYXUAD

9. Shabanova NA, Sarkisov PD. Fundamentals of sol-gel technology of nanodispersed silica. Moscow: Akademkniga, 2004:207. (In Russ). EDN: QNDSIL

10. Kingery WD. Introduction to ceramics / transl. from English by A. I. Rabukhin and V. K. Yanovsky. Moscow: Stroyizdat, 1967:499. (In Russ)

11. Strelov KK. Structure and properties of refractories. 2nd ed. Moscow: Metallurgiya, 1982:208. (In Russ)

12. Kukolev GV. Chemistry of silicon and physical chemistry of silicates. Moscow: Vysshaya shkola, 1966:463. (In Russ)

13. Kainarsky IS. Processes of refractory technology: theoretical foundations of refractory product production. Moscow: Metallurgiya, 1969:350. (In Russ)

14. Karyakin LI. Petrography of refractories. Kharkov: Metallurgizdat, 1962:314. (In Russ)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Тотурбиев Адильбий Батырбиевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории комплексных исследований горных пород и композиционных материалов, Институт геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Россия, Махачкала, atoturbiev@yandex.ru

Тотурбиев Батырбий Джакаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией комплексных исследований горных пород и композиционных материалов, Институт геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Россия, Махачкала, totbat@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5258-4384

Критерии авторства

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 19.11.2024
Одобрена после рецензирования 02.12.2024
Принята к публикации 23.12.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Adilbiy B. Toturbiev, Ph.D. (Engineering), Senior Researcher, Laboratory of Complex Research of Rocks and Composite Materials, Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Russia, Makhachkala, atoturbiev@yandex.ru

Batyrbiy Dzh. Toturbiev, Doctor of Science (Engineering), Professor, Head of the Laboratory of Complex Research of Rocks and Composite Materials, Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Russia, Makhachkala, totbat@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5258-4384

Contribution of the authors

All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication. про

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 19.11.2024
Approved after reviewing 02.12.2024
Accepted for publication 23.12.2024

Химические науки / Chemical Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК: 543+666.974.2
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-19-25
EDN: QGHFYA

Физико-химические исследования композиционного вяжущего на основе боксита и полисиликата натрия

© 2024**Тотурбиев Б. Дж.**✉
Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН
Махачкала, Россия, totbat@mail.ru✉

РЕЗЮМЕ. Целью наших исследований является изучение возможности создания жаростойкого композиционного вяжущего на основе боксита и полисиликата натрия. **Методы.** Для изучения минералов исходного боксита и его соединений с полисиликатом натрия при различных температурах проведены физико-химические исследования жаростойкого композиционного вяжущего с применением дифференциально-термического и рентгенографического анализов. **Результаты.** Выявлена возможность получать высокотемпературные разновидности оксида алюминия, а также управлять свойствами вяжущих веществ и процессами модификации гидроксидов алюминия. Образующиеся при высоких температурах модификации оксида алюминия становятся более активными при контакте с другими минералами, но при этом они подвергаются значительной усадке. Поэтому их следует использовать в сочетании с огнеупорными материалами, такими как корунд и кварцит, которые имеют высокий коэффициент линейного расширения и могут эффективно взаимодействовать с вяжущим веществом. Кроме того, гематиты, содержащиеся в вяжущем, сохраняют свою структуру при температурах до 1250 °С, после чего они трансформируются в стеклообразное состояние. Однако можно предположить, что добавление оксидов магния в вяжущее в этом интервале температур может способствовать их связыванию с гематитами, в результате чего образуются такие высокотемпературные соединения, как магнезиоферрит ($MgO{\cdot}Fe_2O_3$). **Вывод.** Таким образом, при подборе исходных компонентов для получения эффективного высокотемпературного жаростойкого вяжущего необходимо учитывать вышеприведенные изменения и предположение.

Ключевые слова: боксит, полисиликат натрия, физико-химические исследования, дифференциально-термический и рентгеноструктурный анализы, жаростойкое композиционное вяжущее.

Формат цитирования: Тотурбиев Б. Дж. Физико-химические исследования композиционного вяжущего на основе боксита и полисиликата натрия // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 4. С. 19-25. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-19-25. EDN: QGHFYA

Physicochemical Research of Composite Binder Based on Bauxite and Sodium Polysilicate

© 2024**Batyrbiy Dzh. Toturbiev**✉
Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences
Makhachkala, Russia, totbat@mail.ru✉

ABSTRACT. The **aim** of the paper is to research the possibility of creating a heat-resistant composite binder based on bauxite and sodium polysilicate. **Methods.** To research the minerals of the original bauxite and its compounds with sodium polysilicate at different temperatures, physicochemical studies of the heat-resistant composite binder were carried out using differential thermal and X-ray analyses. **Results.** The possibility of obtaining high-temperature varieties of aluminum oxide, as well as controlling the properties of binders and aluminum hydroxides modification processes has been revealed. The modifications of aluminum oxide formed at high temperatures become more active when in contact with other minerals, but they

are subject to significant shrinkage. Therefore, they should be used in combination with refractory materials such as corundum and quartzite, which have a high coefficient of linear expansion and can effectively interact with the binder. In addition, hematites contained in the binder retain their structure at temperatures up to 1250 °C, after which they transform into a glassy state. However, it can be assumed that the addition of magnesium oxides to the binder in this temperature range can promote their binding with hematites, resulting in the formation of high-temperature compounds such as magnesioferrite ($MgO{\cdot}Fe_2O_3$). **Conclusion.** Thus, when selecting the initial components for obtaining an effective high-temperature heat-resistant binder, it is necessary to take into account the above changes and assumptions.

Keywords: bauxite, sodium polysilicate, physicochemical research, differential thermal and X-ray structural analysis, heat-resistant composite binder.

For citation: Toturbiev BDzh. Physicochemical Research of Composite Binder Based on Bauxite and Sodium Polysilicate. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(4):19-25 (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-19-25. EDN: QGHFYA

Введение

В современном мире бокситы играют ключевую роль в экономике и будут оставаться важным ресурсом для различных отраслей промышленности в ближайшие годы [1-6]. Эти вещества – ценный материал, который используется во многих сферах, особенно в производстве алюминия [7; 8] Боксит обладает рядом уникальных характеристик, которые делают его востребованным в различных отраслях промышленности. Так, бокситы отличаются высокой температурой плавления и исключительной огнеупорностью, что позволяет им выдерживать экстремальные температуры без расплавления и деформации. Эти свойства делают бокситы ценным компонентом в производстве огнеупорных материалов и вяжущих веществ [5; 9-13].

Глинозёмистый цемент производят из бокситов, используя методы спекания или плавления. В свою очередь, электрокорунд получают путём плавления в специальных электрических печах. Для производства огнеупорных материалов с высоким содержанием оксида алюминия, а также безусадочных цементов, которые используются в составе огнеупорных бетонов, применяются бокситы с низким содержанием железа и температурой плавления от 1770 до 1900 °C [14-16]. В связи с этим, мы проводим исследования, чтобы разработать жаростойкое вяжущее вещество. Оно будет состоять из боксита и полисиликатов натрия. Это вяжущее можно будет использовать в жаростойких бетонах. Для достижения этой цели мы провели физико-химические анализы как исходного сырья, так и композиционного вяжущего, которое мы создали на основе боксита и полисиликатов натрия.

Результаты и их обсуждение

Исследование физико-химических свойств композиционного вяжущего, созданного на основе боксита и полисиликатов натрия, показало, что на рентгенограмме боксита не видны чёткие контуры, присущие кварцу в кристаллической форме (рис. 1). Это свидетельствует о том, что кремнезём в составе боксита не имеет кристаллической структуры. Исследование показало, что анализируемый боксит принадлежит к группе гиббсит-бемитовых. Красный оттенок говорит о присутствии оксида железа.

На дифференциально-термической кривой исследуемого гиббсит-бемитового боксита (рис. 2) можно наблюдать два чётко выраженных эндотермических эффекта. Первый начинается при температуре 280 °C и заканчивается при 330 °C, второй же происходит в диапазоне от 340 до 400 °C.

Первый эндотермический эффект, который происходит при температуре 330 °C, связан с превращением бемита в Al_2O_3.

Для того чтобы провести сравнительный анализ полученных нами термограмм, рассмотрим аналогичные термограммы (рис. 3, 4) гиббсита, бемита и диаспора, которые были представлены в исследованиях [17].

На термограммах (рис. 3) можно увидеть кривые, которые отличаются от той, что изображена на рисунке 4. На первой линии можно выделить три процесса, которые поглощают тепло, на второй – два, а на третьей – один значительный и один менее заметный.

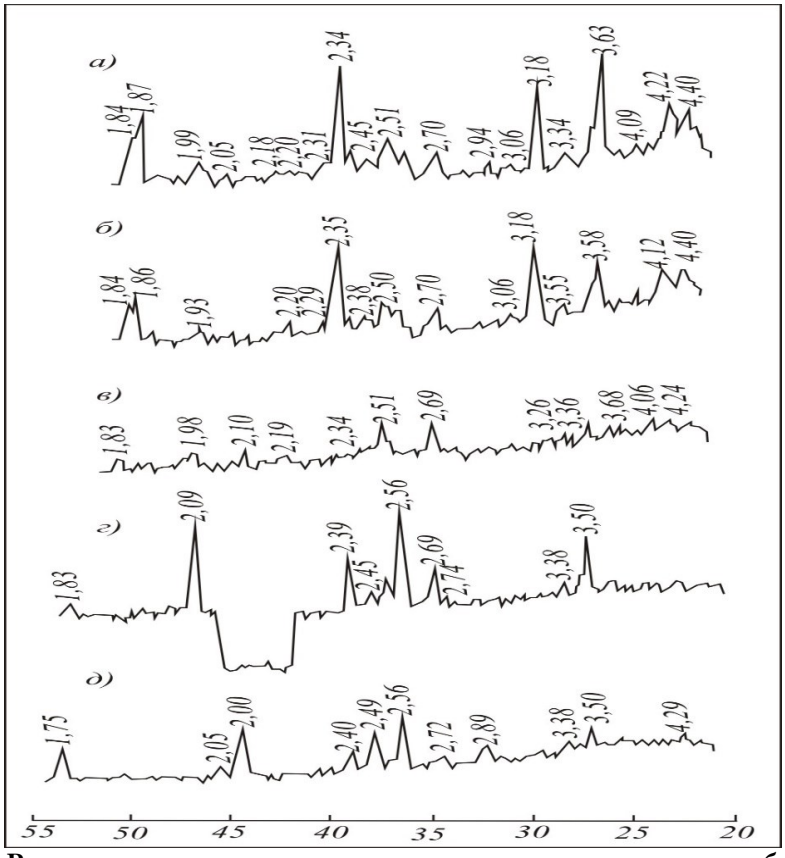


Рис. 1. **Рентгенограммы композиционного вяжущего на основе боксита и полисиликата натрия при различных температурах нагрева: а – природный боксит; б – 220 °С; в – 820 °С; г – 1220 °С; д – 1590 °С**

Fig. 1. X-ray diffraction patterns of a composite binder based on bauxite and sodium polysilicate at different heating temperatures: а is natural bauxite; б is 220 °С; в is 820 °С; г is 1220 °С; д is 1590 °С

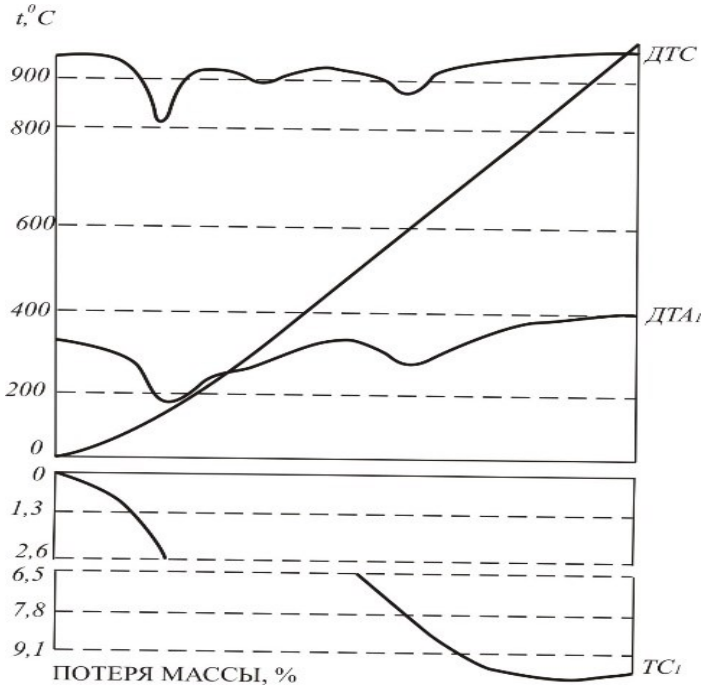


Рис. 2. **Термограммы исследуемого вяжущего**

Fig. 2. Thermograms of the binder under study

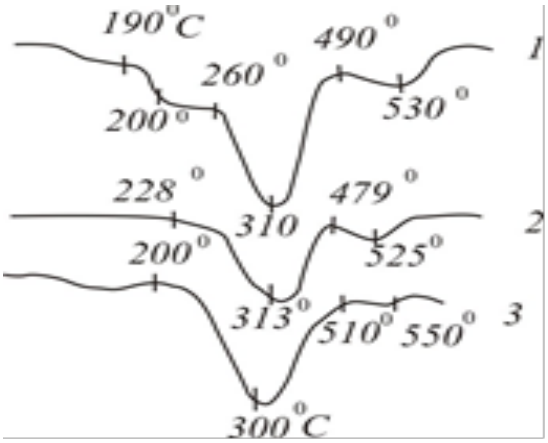


Рис. 3. **Термограммы: 1 – гиббсита; 2 – гиббсита, предварительно обезвоженного при 175 °С; 3 – мелкозернистого гиббсита**
Fig. 3. Thermograms: 1 is gibbsite; 2 is gibbsite, pre-dehydrated at 175 °C; 3 is fine-grained gibbsite

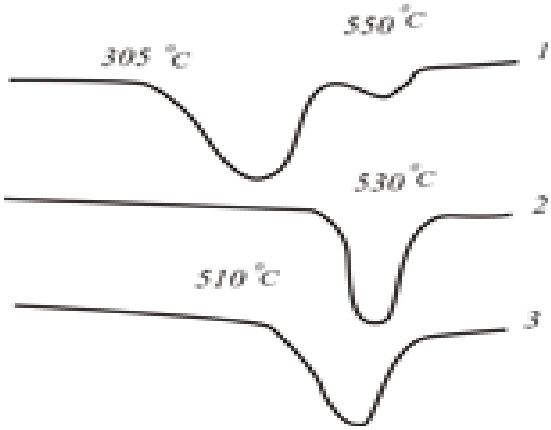


Рис. 4. **Термограммы гиббсита (1), бемита (2) и диаспора (3)**
Fig. 4. Thermograms of gibbsite (1), boehmite (2) and diaspore (3)

По мнению авторов, на термограммах гиббсита, представленных на рисунке 3, можно выделить два эндотермических эффекта.

Первый эффект начинается в узком температурном диапазоне и сопровождается потерей 1/2 молекул воды. Второй эффект начинается после первого и соответствует потере двух молекул воды.

И, наконец, третий результат можно наблюдать при температуре 520-530 °С. В этот момент происходит удаление третьей молекулы воды, после чего бемит превращается в γ-A12O3.

Результаты наших исследований в виде термограмм (рис. 2) существенно отличаются от изображений, представленных на рисунках 3 и 4.

Эти различия можно объяснить различиями в исходных веществах и содержанием бемита и гиббсита в исходном боксите.

В результате проведённых исследований было установлено, что γ-Al2O3 (бемит) – это единственный безводный промежуточный продукт, который образуется на пути к α-Al_2O_3.

В своём исследовании А. М. Калинина подчёркивает, что при распаде гиббсита до устойчивого α-Al_2O_3 могут формироваться две или три метастабильные фазы, помимо бемита. Также происходит образование аморфной или мелкокристаллической формы Al_2O_3 при дегидратации гиббсита. Эти фазы могут образовываться независимо друг от друга при повторном нагревании, что приводит к поэтапной кристаллизации метастабильных промежуточных форм Al_2O_3. В результате чего не существует единого взгляда на структуру и количество полиморфных форм оксида алюминия. Эти разногласия обусловлены особенностями получения исходного материала, а также условиями, в которых происходит процесс удаления воды из гидроксидов алюминия: температурой, давлением и другими параметрами.

Контролировать процессы изменения формы оксида алюминия можно добавляя вещества, которые выступают в роли стабилизаторов или модификаторов. В контексте рассматриваемой ситуации, при создании вяжущего состава, необходимо не только контролировать метастабильные фазы Al_2O_3 для получения стабильного α-Al_2O_3, но и улучшать вяжущие характеристики состава.

В процессе изучения было выявлено, что гидроксиды и щёлочноземельные оксиды играют роль регуляторов, которые контролируют процессы преобразования гидроксидов алюминия в бокситах. В связи с этим требуется более глубокое исследование процессов образования различных соединений силиката натрия с минералами исходного боксита, а также возможных изменений, которые происходят при их взаимодействии с полисиликатом натрия при высоких температурах.

В результате рентгеноструктурного анализа образца боксита были выявлены

следующие компоненты: каолинит с параметрами 4,40 Е, 3,56 Е и 2,56 Е; гематит с параметрами 2,69 Е, 2,51 Е и 2,20 Е; бемит с параметрами 3,18 Е, 2,34 Е и 1,99 Е; гиббсит с параметрами 4,22 Е, 3,62 Е, 2,70 Е и 2,45 Е; аморфный и кристаллический кремнезём с параметрами 3,34 Е, 3,06 Е и 1,84 Е.

При взаимодействии компонентов исследуемого вяжущего происходит образование щелочи NaOH, которая способствует растворению гидроалюминатов и частичному растворению кварца, содержащегося в боксите.

В работе [18] установлено, что гиббсит превращается в бемит при температуре, не превышающей 150 °С в присутствии щелочи.

Таким образом, после изучения возможных реакций между минералами боксита мы переходим к рассмотрению результатов, полученных при нагреве композиционного вяжущего до высоких температур.

В результате рентгеноструктурного анализа образца боксита были выявлены следующие компоненты: каолинит с параметрами 4,40 Е, 3,56 Е и 2,56 Е; гематит с параметрами 2,69 Е, 2,51 Е и 2,20 Е; бемит с параметрами 3,18 Е, 2,34 Е и 1,99 Е; гиббсит с параметрами 4,22 Е, 3,62 Е, 2,70 Е и 2,45 Е; аморфный и кристаллический кремнезём с параметрами 3,34 Е, 3,06 Е и 1,84 Е.

В процессе исследований наблюдается снижение числа линий в исходном боксите и увеличение доли аморфной фазы в вяжущем веществе. Это приводит к формированию новых кристаллических структур. Вероятно, это связано с процессом разложения гиббсита.

Исследования демонстрируют, что гиббсит теряет воду под воздействием щелочей и высоких температур, преобразуясь в мелкодисперсный аморфный оксид алюминия (Al_2O_3). В своей работе А. М. Калинина [18] подчёркивает, что при обезвоживании гиббсита в условиях атмосферного давления всегда образуется аморфная форма Al_2O_3.

Результаты дифференциально-термического анализа (рис. 2) свидетельствуют о том, что при температуре 220 °С происходит процесс дегидратации. В диапазоне температур от 220 до 820 °С не проводился рентгеноструктурный анализ образцов. На снимке образца, нагретого до 820 °С (рис. 1, в), видны следы гематита α-Fe_2O_3 и немного β-глинозёма (β-Al_2O_3). Вероятно, из бемита и каолинита образовался аморфный оксид алюминия, который потерял часть воды и стал более рыхлым.

При нагреве до 1220 °С происходит формирование α-Al_2O_3 (d E – 3,50; 2,56; 2,39) и Na_2O (11-12) Al_2O_3 (dE – 2,51; 2,45; 2,39). При этом гематит γ-Fe2O3 остаётся неизменным. В процессе исследования не было обнаружено признаков муллита (рис. 1, г).

Для того чтобы определить природу формирующихся структур, композиционное связующее, состоящее из боксита и полисиликата натрия, было нагрето до температуры 1590 °С.

На рентгенограмме (рис. 1, д) образцов можно увидеть линии α-Al_2O_3 (d E – 3,50; 2,56; 2,49; 2,40; 2,09), что свидетельствует о наличии небольшого количества муллита (d E – 3,38; 2,89).

Не наблюдаются линии, соответствующие β-глинозему и гематиту, что подтверждает выводы и результаты предыдущих исследований об улетучивании натрия при высоких температурах.

При уменьшении количества щелочных элементов в составе вяжущего вещества гематит может перейти в стеклообразное состояние, что подтверждается результатами исследований [8; 19]. Таким образом, анализ вышеизложенной информации позволяет оценить преимущества и недостатки композиционного вяжущего, созданного на основе боксита и полисиликата натрия.

Заключение

В ходе исследования было установлено, что существует возможность получения высокотемпературной модификации оксида алюминия и контроля вяжущих характеристик и модифицированных превращений гидроксидов алюминия. Модификации глинозёма, которые получают при удалении воды из гидроксидов алюминия, отличаются высокой температурой плавления и имеют пористую структуру. Эти модификации обладают повышенной реакционной способностью при взаимодействии с другими минералами.

В гидроксидах алюминия часть влаги сохраняется до температур 250-350 °С, а структурная вода остаётся до 800-900 °С.

Это приводит к значительной усадке связующего материала. Поэтому исследуемое композитное связующее может эффективно взаимодействовать с наполнителями, которые имеют высокий коэффициент линейного расширения при нагревании, такими как корунд и кварцит.

Гематиты, присутствующие в вяжущем материале, сохраняют свою структуру при температурах до 1250 °С, после чего переходят в стеклообразное состояние. Однако можно предположить, что добавление оксидов магния в вяжущее в данном температурном интервале может способствовать их взаимодействию с гематитами, в результате чего образуются такие высокотемпературные соединения, как магнезиоферрит ($MgO \cdot Fe_2O_3$).

Таким образом, для получения эффективного высокотемпературного жаростойкого вяжущего при выборе исходных компонентов необходимо учитывать вышеупомянутые изменения и предположения.

Список источников

1. Баяндина М. А., Баяндина Т. В. Сравнительный анализ вещественного состава и свойств каолинов месторождений Южного Урала // Инновации и инвестиции. 2015. № 7. С. 102-104. EDN: VMGSNT

2. Броневой В. А., Мальцев К. Р., Карапетян А. В., Иевлев А. А. Создание современного бокситo-глиноземного комплекса в Республике Коми // Горный журнал. 2007. № 3. С. 28-31. EDN: HYTXER

3. Витязева В. А., Гуменюк А. С., Естафьев Г. А., Лихачев В. В. Проблемы комплексного освоения месторождений бокситов Тимана // Природные ресурсы и производительные силы Республики Коми: материалы научно-практической конференции (Сыктывкар, 10-12 ноября 1993 г.). Сыктывкар, 1993. 27 с.

4. Карклит А. К., Каторгин Г. М. Сырьевая база огнеупорной промышленности России, состояние и перспективы // Вестник Уральского государственного технического университета – УПИ. 2000. № 1. С. 6-10.

5. Сакулин В. А., Скурихин В. В., Белова И. Г., Кузнецова О. С., Коваленко А. А. Гайанский боксит – сырье для производства высокоглиноземистых огнеупоров // Огнеупоры и техническая керамика. 2015. № 11-12. С. 38-43. EDN: WWVZLX

6. Узберг Л. В., Флягин В. Г., Белякова Н. П., Деулин Г. И. Комплексное исследование сырья Тиманского месторождения // Новые огнеупоры. 2003. № 4. С. 43-48.

7. Беляев В. В. Минерально-сырьевая база алюминиевой промышленности России: состояние и перспективы. Сыктывкар: Б. и., 1999. 66 с.

8. Бенеславский С. И. Минералогия бокситов (критерии оценки качества и технологических свойств бокситовых руд по их вещественному составу). 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1974. 168 с

9. Добродон Д. А., Пивинский Ю. Е. Получение и свойства вяжущих высокоглиноземистых суспензий // Огнеупоры и техническая керамика. 2000. № 6. С. 21-26. EDN: MPFHHN

10. Карклит А. К., Каторгин Г. М., Чуприна Н. А. Огнеупоры из маложелезистых бокситов Среднего

References

1. Bayandina MA, Bayandina TV. Comparative analysis of the material composition and properties of kaolins from deposits in the Southern Urals. *Innovation & Investment.* 2015(7):102-104. (In Russ). EDN: VMGSNT

2. Creation of a modern bauxite-alumina complex in the Komi Republic. *Gorniy Zhurnal.* 2007(3):28-31. (In Russ). EDN: HYTXER

3. Vityazyeva VA, Gumenyuk AS, Estafyev GA, Likhachev VV. Problems of integrated development of Timan bauxite deposits. Natural Resources and Productive Forces of the Komi Republic: Procdings of the Scientific and Practical Conference (Syktyvkar, November 10-12, 1993). Syktyvkar, 1993:27. (In Russ)

4. Karklit AK, Katorgin GM. Raw material base of the refractory industry of Russia, state and prospects. *Bulletin of Ural State Technical University – UPI.* 2000(1):6-10. (In Russ)

5. Sakulin VA, Skurikhin VV, Belova IG, Kuznetsova OS, et al. Guyana bauxite – raw material for the production of high-alumina refractories. *Ogneupory i Tekhnicheskaya Keramika.* 2015(11-12):38-43. (In Russ). EDN: WWVZLX

6. Uzberg LV, Flyagin VG, Belyakova NP, Deulin GI. Comprehensive study of raw materials of the Timan deposit. *Novye Ogneupory.* 2003(4):43-48. (In Russ)

7. Belyaev VV. Mineral resource base of the aluminum industry of Russia: state and prospects. Syktyvkar, 1999:66. (In Russ)

8. Beneslavsky SI. Mineralogy of bauxites (criteria for assessing the quality and technological properties of bauxite ores based on their material composition). 2nd ed., revised and enlarged. Moscow: Nedra, 1974:168. (In Russ)

9. Dobrodon DA, Pivinsky YuE. Production and properties of high-alumina binders. *Ogneupory i Tekhnicheskaya Keramika.* 2000(6):21-26. (In Russ). EDN: MPFHHN

10. Karklit AK, Katorgin GM, Chuprina NA. Refractories from low-iron bauxites of the Middle Timan. *Novye Ogneupory.* 2002(1):106-110. (In Russ)

Тимана // Новые огнеупоры. 2002. № 1. С. 106-110.

11. Кащеев И. Д., Стрелов К. К., Мамыкин П. С. Химическая технология огнеупоров. М.: Интермет Инжиниринг, 2007. 752 с.

12. Перепелицын В. А., Кормина И. В., Сиваш В. Г. и др. Плавленая шпинель – перспективный материал для производства новых огнеупоров // Новые огнеупоры. 2002. № 4. С. 85-95.

13. Перепелицын В. А., Кормина И. В., Карпец П. А. Вещественный состав и свойства огнеупорных бокситов // Новые огнеупоры. 2005. № 8. С. 66-73.

14. Пенг Х., Михр В. Влияние мелких частиц боксита и содержания цемента на эксплуатационные характеристики и высокотемпературные свойства огнеупорных бетонов на основе боксита // Огнеупоры и техническая керамика. 2011. № 7-8. С. 60-64. EDN: OIUEKX

15. Скорняков В. И., Шахматов А. В., Сиротин А. В. Огнеупорные маложелезистые бокситы Среднего Тимана // Новые огнеупоры. 2003. № 7. С. 45-47.

16. Стрелов К. К., Кощеев И. Д. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1996. 606 с.

17. Лайнер А. И., Еремин Н. И., Лайнер Ю. А., Певзнер И. З. Производство глинозема. М.: Металлургия, 1978. 344 с.

18. Калинина А. М. Химия и технология глинозема. Новосибирск: Наука, 1971. 474 с.

19. Кожахметова З. Ж., Кожахметова О. С. О современных методах разработки бокситовых месторождений // Молодой ученый. 2017. № 17(151). С. 95-98. EDN: YMEZTP

11. Kashcheev ID, Strelov KK, Mamykin PS. Chemical technology of refractories. Moscow: Intermet Engineering, 2007:752. (In Russ)

12. Perepelitsyn VA, Kormina IV, Sivash VG, et al. Fused spinel is a promising material for the production of new refractories. *Novye Ogneupory.* 2002(4):85-95. (In Russ)

13. Perepelitsyn VA, Kormina IV, Karpets PA. Material composition and properties of refractory bauxites. *Novye Ogneupory.* 2005(8):66-73. (In Russ)

14. Peng H., Myhre B. Effect of bauxite fines and cement content on workability and high-temperature properties of bauxite based castables. *Ogneupory i Tekhnicheskaya Keramika.* 2011. № 7-8. С. 60-64. (In Russ). EDN: OIUEKX

15. Skornyakov VI, Shakhmatov AV, Sirotin AV. Refractory low-iron bauxites of the Middle Timan. *Novye Ogneupory.* 2003(7):45-47. (In Russ)

16. Strelov KK, Koshcheyev ID. Theoretical foundations of refractory materials technology. 2nd ed., revised and enlarged. Moscow: Metallurgy, 1996:606. (In Russ)

17. Lainer AI, Eremin NI, Lainer YuA, Pevzner IZ. Alumina production. Moscow: Metallurgy, 1978:344. (In Russ)

18. Kalinina AM. Alumina chemistry and technology. Novosibirsk: Nauka, 1971:474. (In Russ)

19. Kozhakhmetova ZZh, Kozhakhmetova OS. On modern methods of bauxite deposit development. *Molodoy Ucheniy*. 2017(17(151):95-98. (In Russ). EDN: YMEZTP

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Тотурбиев Батырбий Джакаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией комплексных исследований горных пород и композиционных материалов, Институт геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Россия, Махачкала, totbat@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5258-4384

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 19.11.2024
Одобрена после рецензирования 02.12.2024
Принята к публикации 23.12.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Batyrbiy Dzh. Toturbiev, Doctor of Science (Engineering), Professor, Head of the Laboratory of Complex Research of Rocks and Composite Materials, Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Russia, Makhachkala, totbat@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5258-4384

Conflict of interest

The author declares no conflicts of interests.

The article was submitted 19.11.2024
Approved after reviewing 18.12.2024
Accepted for publication 02.12.2024

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК: 911.9
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-26-34
EDN: MQKGPO

Ecogeographic Challenges in Nature Utilization in the Khachmaz District of Azerbaijan Republic

© 2024 **Husein H. Aliyev**✉
Institute of Geography named after academician Hasan Aliyev
Baku, Azerbaijan, huseyn.a95@mail.ru✉

ABSTRACT. The Khachmaz District stands out among Azerbaijan's regions due to its distinctive terrain and climatic features. These natural conditions foster a rich diversity of ecosystems and have enabled the development of multiple agricultural sectors, leveraging the area's unique potential. Consequently, research on the Khachmaz District's economic structure and the ecogeographical challenges arising from human impact has remained a focal point. **Aim**. This research investigates the ecogeographic issues affecting soil and vegetation in areas of Khachmaz District where farming practices are both intensive and irregular. **Methods**. Employing comparative analyses of geographic trends and statistical data, this article explores the soil and vegetation transformations through various systematic approaches, including aerospace and multispectral imaging. **Results.** The Khachmaz District's terrain-characterized by minimal horizontal and vertical fragmentation and largely flat, continuous surfaces-has historically supported dense settlements and diversified economic activities. **Conclusion**. The Khachmaz District is well-suited not only for agricultural expansion but also for the intensive development of industry, tourism and transport sectors.

Keywords: Khachmaz, relief, climate, landscape, industry, agriculture, natural resource management, anthropogenic impact, ecosystem, ecogeographic challenge.

For citation: Aliyev HH. Ecogeographic Challenges in Nature Utilization in the Khachmaz District of Azerbaijan Republic. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(4):26-34 (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-26-34. EDN: MQKGPO

Эколого-географические проблемы природопользования в Хачмазском районе Республики Азербайджан

© 2024 **Алиев Г. Г.**✉
Институт географии им. акад. Гасана Алиева
Баку, Азербайджан, huseyn.a95@mail.ru✉

РЕЗЮМЕ. Хачмазский район выделяется среди других районов Азербайджана своеобразием рельефа и климатических условий. Рельеф и климатические особенности территории способствовали разнообразию местных природных экосистем и, благодаря своему уникальному потенциалу, благоприятствовали развитию ряда отраслей хозяйства. Следовательно, исследование экономической структуры Хачмазского района и экогеографических проблем, возникающих в результате воздействия человека, остается в центре внимания. **Цель**. Исследование ряда экогеографических проблем в Хачмазском районе, связанных с почвой и растительным покровом, возникающих на интенсивно и нерегулярно осва-

иваемых со стороны хозяйственных отраслей землях. **Методы**. В статье при изучении экогеографических проблем исследуемого региона использовано несколько методов системного подхода. Трансформация почвы и растительности изучается с помощью сравнительного анализа географических закономерностей и фактических статистических данных, а также с использованием аэрокосмической и многоспектральной съемки. **Результаты**. Рельеф Хачмазского района, характеризующийся минимальной горизонтальной и вертикальной фрагментацией и в основном плоскими, непрерывными поверхностями, исторически поддерживал плотные поселения и диверсифицированную экономическую деятельность. **Вывод**. Хачмазский район хорошо подходит не только для расширения сельскохозяйственного производства, но и для интенсивного развития промышленности, туризма и транспорта.

Ключевые слова: Хачмаз, рельеф, климат, ландшафт, промышленность, сельское хозяйство, управление природными ресурсами, антропогенное воздействие, природная экосистема, экогеографическая проблема.

Формат цитирования: Алиев Г. Г. Эколого-географические проблемы природопользования в Хачмазском районе Республики Азербайджан // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 4. С. 26-34. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-26-34. EDN: MQKGPO

Introduction

Rapid population growth, technological advancements and increasing waste have intensified the interaction between society and the environment, exacerbating environmental issues worldwide [1]. Recent climate shifts, including those observed in Azerbaijan, have intensified these challenges, resulting in greater anthropogenic impacts that disturb natural systems. These disturbances-primarily stemming from human activities-have led to marked changes in soil and vegetation, key components of natural ecosystems.

In managing agricultural expansion within any region, ecological considerations are essential, given the growing environmental impact and depletion of natural resources. This dynamic underscores the urgent need for sustainable socio-economic development and environmental preservation [2]. The studied Khachmaz District, with its favorable natural geography, has witnessed substantial alterations in its ecosystems due to intensive agricultural use, accelerating landscape differentiation in some areas. Much of the district's natural landscape has transformed into agrocomplexes, with significant changes to soil composition and forest cover, as lands have been repurposed for agriculture and recreational facilities. The relevance of this research lies in addressing these pressing environmental challenges.

Material and research methods

The Khachmaz District is situated on the northeastern slope of the Greater Caucasus, within the lower portion of the frontal tectonic depression characteristic of the current tectonic phase. Bordered to the East by the Caspian Sea and flanked to the Southwest by the Gusar sloping plain and the Talabi-Gaynarcha anticlinal ridge, the region is demarcated by a step at elevations of 200 to 250 meters. The topography aligns with the Yalama-Khudat rise, which is characterized by a gentle inclination and minimal fragmentation [3].

Between 1929 and 1977, terraces were formed as a result of various natural processes, extending from the Nabran settlement to the Gilazi cape [4]. These terraces primarily consist of sandy-pebble sediments, contributing to the development of marine-accumulative plains that are further complicated by coastal strips, micro-lagoons, and eolian formations.

To assess the degree of transformation within the natural ecosystems of the Khachmaz District, an analysis was conducted on changes in soil and vegetation cover attributable to various agricultural practices in the region from 2000 to 2023. This analysis also provided pertinent scientific recommendations aimed at mitigating potential negative impacts in the future. The study utilized a comprehensive range of resources, including literature and archival materials, alongside aerospace and multispectral imagery spanning the specified period. For this analysis, advanced software tools such as ArcMap (ESRI company), ERDAS Imagine, IIWIS.

The primary objective of geo-ecological research is to safeguard or restore the environment. This endeavor seeks to address the complex interactions between humans and nature, focusing on the natural-cultural environment. Key issues include the sustainable management and protection of natural resources as well as the optimization of human living conditions [5].

Environmental challenges result in resource depletion, ecosystem degradation, environmental pollution, loss of biodiversity and heightened risks to human health [6]. In this context "ecological education for sustainable development" must be prioritized as a crucial mechanism for achieving balanced development. Such an approach has the potential to catalyze innovative solutions to future challenges [7]. To effectively address these challenges, comprehensive scientific research is essential, particularly focusing on the ecogeographic issues generated by human activities in the Khachmaz District.

Results and discussion

The soil cover of the research area has been examined by H. A. Aliyev, M. P. Babayev, and G. Sh. Mammadov [8-10]. Their findings indicate that significant changes have occurred in the physical and chemical properties of the soil cover, as well as in the patterns of soil distribution across various elevation zones. The primary land types identified in the district are as follows:

Brown meadow-forest soils are predominantly found beneath the lowland forests of the region [8]. These soils also appear in patchy distributions across meadows. Their various subtypes are influenced by the area's topography and the activity of subterranean and floodwaters, leading to a diverse representation throughout the region. Typically, these soils exhibit grey and bluish colours, and they are distinguished from typical brown forest soils by their soil-forming materials, which primarily consist of alluvial sediments.

In natural forest areas where brown meadow-forest soils are prevalent, long-stemmed oak, eastern oak, elm, walnut, and various shrub species thrive. Among the accompanying flora are blackberry, cranberry, hawthorn, blackthorn, and other similar plants [9]. Additionally, in regions with deep groundwater, wormwood and beardgrass are prominent, while mesophilic plants such as Tussilago and Plantago flourish in areas with high humidity.

In the top layer of brown meadow-forest soils, humus content ranges from 2,5-3 % to 4-6 %, with some instances reporting up to 7 %. These soils exhibit moderate base saturation, typically between 20 and 30 mg/eq [10]. Currently, most of the studied lands have been deforested, although isolated oak trees can still be found. These areas are primarily utilized for agriculture, particularly for cultivating vegetable crops.

Alluvial meadow-forest soils are widespread in the northern part of the study area, particularly under tugai forests along the Caspian coastal plain. These soils have formed in floodplains, river terraces, and areas of lower elevation, where soil moisture in the upper layers is subject to frequent fluctuations due to surface water flow. The forest composition in these areas is primarily dominated by willow and poplar trees. These soils typically exhibit grey to light grey hues, a result of the low accumulation of organic material. Carbonation increases with depth along the soil profile, and the mechanical composition of the soils is predominantly light loam. The soils are characterized by a high percentage of absorbed magnesium and sodium, typically around 50-60 %. The pH of these soils is alkaline, with a more pronounced alkalinity in the river valleys, where the pH level often exceeds 7. This alkalinity also intensifies with increasing depth in the soil profile. From a textural perspective, the soils are granular to slightly granular, and the proportion of particles smaller than 0.01 mm varies between 30 % and 60 % along the profile [11].

Alluvial sediments, carried down from the mountains by rivers, accumulate in both the open plains and forested areas. Alluvial meadow-forest soils are particularly prominent in the floodplains of the Samurchay, Gusarchay, and Gudyalchay rivers. These alluvial deposits are typically confined to the upper layers of the soil profile in these areas [12]. The vegetation in these areas is primarily composed of willow, poplar, birch, cherry, blackberry and various grasses that thrive beneath these trees. Due to the ample moisture content in the soil, grasses grow vigorously, and as a result, glades within the forest and more open forest areas are commonly used for mowing.

In addition to forestry and horticulture, the cultivation of annual agricultural crops-especially vegetables and cereals-is highly recommended for alluvial meadow-forest lands. However, it is essential to adhere to forest reclamation and agronomic practices when utilizing these lands. Furthermore, it is advised that areas where forests have been cleared be replanted with fruit orchards or vineyards, and that existing forests be preserved as protective belts.

Grey-meadow soils are primarily found in the southern parts of the region. Their formation is closely linked to the local hydrological regime, particularly the rise of groundwater and excess moisture at the soil surface.

These conditions set grey-meadow soils apart from semi-desert soils, due to several distinct characteristics [13]. These soils are notable for the rapid mineralization of organic matter, as well as the contribution of water-soluble salts to soil fertility. In some areas, the favorable water regime encourages the robust development of natural vegetation, which, in turn, creates conducive conditions for the accumulation of humus in the soil. Grassy grey soils typically form in high-sloping areas where groundwater influence is minimal, whereas grey-meadow soils are more common in depressed regions, where groundwater has a stronger impact.

The humus content in the upper layers of grey-meadow soils ranges from 1,7 % to 1,9 %, with a significant decrease in humus concentration as the soil depth increases. These soils typically exhibit a heavy clay and silty texture. Despite being formed in areas where groundwater is relatively shallow (at depths of 2,5-3,5 meters), grey-meadow soils are not saline, and the residual salt content in the upper layers does not exceed 0,18 % to 0,36 %. The high moisture content in these soils creates favorable conditions for the growth of grass species, which, in turn, contribute substantial biomass to the soil. The absorption coefficient of these soils is notably high, ranging from 22,7 to 25,3 mg/eq, and they are saturated with bases at levels of 96-98 %. As a result, the soil pH is generally neutral to weakly alkaline [14]. Due to their high fertility, grey-meadow soils are particularly suited for irrigation-based agriculture. However, the sustainable management and proper utilization of these soils are crucial for maintaining and enhancing their fertility over time.

The total land area of the studied region spans 106,000 hectares, of which 44,3 thousand hectares are deemed unsuitable for agricultural use. Approximately 46,2 thousand hectares are utilized for both annual and perennial crops. The remaining land is employed by the local population for purposes such as mowing, pasture, and grazing. Of the cultivated land, 45,7 thousand hectares are irrigated [15]. It is primarily in these irrigated soils that the most significant anthropogenic transformations have occurred, particularly in the form of soil degradation. The long-term application of irrigation has introduced a range of ecological challenges, including salinization. Notably, 17,7 % of the irrigated lands are affected by varying degrees of salinization, with 4% classified as highly salinized, 6 % as moderately salinized, and 7 % as weakly salinized [16]. A key factor contributing to the deterioration of the meliorative conditions in irrigated lands is the inadequate drainage infrastructure. Overall, only 17,5 % of the region's irrigated land benefits from proper drainage systems.

The daily increase in the degree of salinization of irrigated lands in the Khachmaz District necessitates an expansion of reclamation efforts in the region. The area of land with dangerously shallow groundwater (less than 1 meter deep) totals 3,7 thousand hectares. In areas where the groundwater depth ranges between 1,0 and 3,0 meters, the affected land area is 21,7 thousand hectares. The majority of irrigated land, approximately 24,7 thousand hectares, is located in areas where groundwater depth exceeds 3 meters [4].

Groundwater mineralization levels pose a significant concern, with 33,6 % of the total irrigated land experiencing either dangerous (1-3 g/l) or very dangerous (greater than 3 g/l) mineralization. This underscores the need for greater caution and more efficient water management practices in irrigation to mitigate further environmental degradation [17].

Overall, the reclamation status of nearly half of the irrigated lands in the Khachmaz District is considered favorable, owing to the depth of the groundwater and its mineralization levels. However, up to 20 % of the land in the region remains in unsatisfactory condition. To improve the mineral quality of these lands, significant agrotechnical interventions are required. Key measures include preventing leaks in irrigation canals and cisterns, expanding the drainage network, and adopting modern irrigation techniques. Failure to adhere to these practices has exacerbated soil erosion in the area. At present, the total area of eroded lands in the Khachmaz District is 38,000 hectares. Of this, 69,5 % are affected by mild erosion, 22 % by moderate erosion, and 8,5 % by severe erosion (fig 1).

Given the extensive scale of land use in the studied region, the current agro-ecological conditions exhibit considerable variability. As is well established, the dynamism of soil quality is largely determined by its natural fertility, which is one of the primary agro-ecological parameters. However, prolonged and monocultural agricultural practices have significantly degraded the natural fertility of the soil, leading to a marked decline in its overall quality. Out of the 61,4 thousand hectares of land within the general agricultural circulation, only 18.6 thousand hectares are

classified as high-quality land. Of this, 4,2 thousand hectares have been allocated for use as backyard plots suitable for agriculture. Additionally, 1,6 thousand hectares of agricultural land are considered of low quality (fig. 2).

The irregular use of land in the Khachmaz District has resulted in a decline in the quality of agricultural land [18]. This decline in soil quality has directly impacted the efficiency of its use in agricultural production. Consequently, the agricultural lands of the region are categorized into various groups based on their suitability for agricultural use. In terms of productivity and fertility, the soils are classified into five agro-production groups: Group I represents the highest quality soils, Group II includes good soils, Group III contains relatively good soils, Group IV comprises less fertile soils, and Group V consists of the least fertile soils.

According to an analysis of statistical data, 31,7 % of the land in Khachmaz falls under Group I, 33,8 % under Group II, 22,5 % under Group III, and 12 % under Group IV. Regarding land use, 46,9 % of the agricultural area is devoted to annual crops, 45,2 % to perennial crops, 0,1 % to mowed areas and 7,8 % to backyard plots (table 1).

The primary factor contributing to the variation in soil quality groups is the long-term monocultural exploitation of agricultural lands.

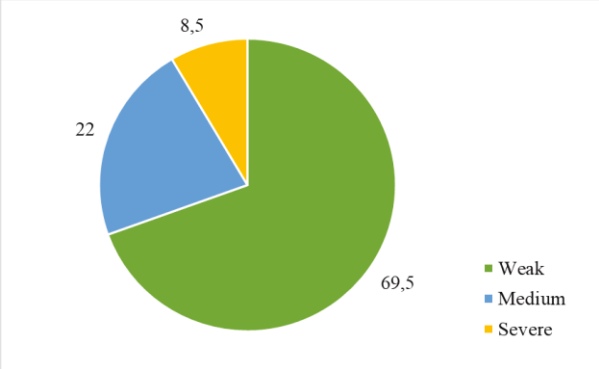


***Fig. 1.* Soil erosion rate in the Khachmaz District, in % [12]**
Рис. 1. Степень эрозии почв в Хачмазском районе, в % [12]

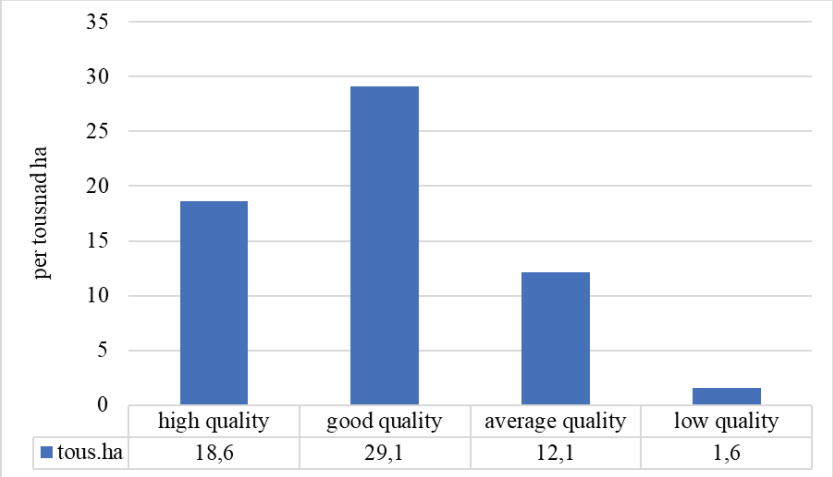


***Fig. 2.* Quality level of agricultural land plots in the Khachmaz District, per thousand hectares [15]**
Рис. 2. Уровень качества земель сельскохозяйственного назначения в Хачмазском районе, тыс. га [15]

***Table 1.* Quality group of agricultural areas in the Khachmaz District, in hectares [15]**
Таблица 1. Сельскохозяйственное районирование по качеству в Хачмазском районе, в га [15]

Argo-production group агропроизводственная группировка	**Annual crops** Однолетние культуры	**Perennial crops** Многолетние культуры	**Mowed areas** Скошенные площади	**Backyards** приусадебный участок
I	6735	6204	21	4246
II	11694	6610	30	
III	6317	5887	13	
IV	689	5793		
Total	25435	24494	64	4246

Vegetation plays a critical role in soil formation, and in the Khudat-Yalama region of the Khachmaz District, the land is predominantly covered by forests. The proximity of forests to the coastal areas is due to favorable groundwater conditions that support their growth. While the zone experiences a dry climate, placing it within the arid forest zone, the forests here do not exhibit typical arid characteristics. In fact, the Yalama oak forests are regarded as one of the unique forest massifs in Azerbaijan.

The Khachmaz-Yalama plain forests are located within the arid climate zone, where moisture levels are relatively low. These forests are home to a variety of tree species, including tall oak, hemlock, elm, and poplar, as well as smaller quantities of birch, alder, and shrubs such as hawthorn, hazel, wild grape and forest ivy [19].

The Yalama-Nabran zone is one of the most heavily utilized recreational areas within the study region, and its vegetation has undergone significant transformations. The forest belt in this zone extends along the Caspian Sea in the form of a narrow strip, reaching up to 50 meters above sea level. However, the increasing influence of human activity throughout the area has led to the replacement of the original forest cover with cultural landscapes and altered types of vegetation. The escalation of ecological stress in the region intensified after the area's recreational facilities were developed for tourism. Specifically, 100 hectares of both forest and agricultural lands were destroyed during the construction of recreation centers in the Yalama-Nabran zone. The construction activities within forested areas are particularly hazardous not only because they result in tree cutting, but also due to the environmental impact of wastewater discharge from swimming pools and residential and entertainment facilities that lack sewage systems. Depending on the hydrogeological conditions, untreated wastewater has surfaced in some areas, contributing to soil saturation and exacerbating ecological stress.

In recent years, the growing numbers of sheep and cattle grazing in the forests and meadows of the Yalama-Nabran zone, coupled with the extension of grazing periods, have caused significant damage to the soil cover. This degradation has been exacerbated by intensive deforestation near roadside settlements and within the coastal zone. Additionally, since 1992, the resettlement of internally displaced people in the "Khazar" and "Dostlug" tourist bases have contributed to the further degradation of the local forests. While the tourist season typically spans the summer months, the IDPs, who reside in the area year-round, regularly collect firewood from the forests. This practice has contributed to soil salinization in the Khachmaz District, leading to the land's withdrawal from agricultural circulation. To address these issues, the Samur-Yalama National Park was established. The creation of ecotourism facilities and ecotourism routes within the park aims to limit future anthropogenic pressure on the park's natural resources. These efforts are intended to mitigate the ecogeographical challenges already present in the region and prevent further environmental degradation.

In contemporary research Geographic Information Systems (GIS) technology is extensively employed to analyze complex environmental issues and identify effective solutions. GIS facilitates the examination of spatial relationships, enables the integration of diverse data sets, and supports interdisciplinary collaboration in addressing multifaceted problems [20]. To enhance the study of the Khachmaz District, this paper utilizes satellite imagery processed through GIS to assess the degree of vegetation cover in the region over the period from 2000 to 2023 (table 2; fig. 3).

The analysis of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) revealed significant changes in land cover over the study period. Specifically, areas devoid of vegetation increased by 1,466 hectares, infrastructure developments expanded by 2,341 hectares, and annual cropland grew by 1,522 hectares. In contrast, the area covered by forests and perennial plantations (such as orchards) decreased by 5,352 hectares. These reductions were particularly notable within the Gudyalchay and Gusarchay river basins. The decline in vegetation cover, coupled with the failure to adhere to proper agrotechnical practices, has contributed to the intensification of soil salinization and alkalinization, as well as the deterioration of groundwater quality.

The Khachmaz District is recognized as one of the regions in Azerbaijan endowed with abundant underground and surface water resources. According to hydrogeological studies, the area is home to numerous springs with significant flow rates ranging from 5-10 l/sec to over 300 l/sec. In addition, large, ecologically pristine freshwater resources are present. Artesian and sub-artesian wells are found at depths of 120 to 250 meters. The total mineralization of groundwater in the

region typically ranges from 0,1 to 1,0 g/l within the central aquifer systems [19]. These waters are primarily of the hydrocarbonate-calcium, hydrocarbonate-sulfate and calcium-magnesium types, with a tendency towards increasing mineralization. Notably, the concentrations of anions, cations, trace elements and radioactive elements in these waters generally fall within acceptable limits.

The extensive use of underground water resources in the Khachmaz District poses a significant risk to the biological environment, as it disrupts the ecological balance, particularly through the lowering of water tables. While the area is endowed with abundant underground water, it is crucial to address potential sources of contamination and eliminate existing pollutants in order to maintain the water resources in their ecologically clean and safe state. This is particularly important given that the district is one of Azerbaijan's most intensive horticultural and agricultural zones. Special attention must be given to the application of fertilizers, herbicides, and other agrochemicals in this region. The widespread and often reckless use of these substances poses a serious threat to the water sources. Therefore, stringent technical safety measures must be implemented to prevent these chemicals from leaching into water sources and contaminating groundwater.

Table 2. **Degree of vegetation coverage of the Khachmaz District in 2000-2023, in ha**
Таблица 2. Степень покрытия растительностью территории Хачмазского района в 2000-2023 гг., га

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) Нормализованный вегетационный индекс	2000	%	2023	%	Difference between 2000 and 2023 (in %) Разница между 2000 и 2023 годами (в %)
Water surface	1024	0,96	1017	0,95	+0,01
Areas deprived of vegetation	8945	8,39	10441	9,81	+1,42
Infrastructure objects	19996	18,78	22337	20,97	+2,19
Annual crops	23917	22,45	25439	23,88	+1,43
Forest and perennial plantings	52641	49,42	47289	44,39	-5,03
Total:	106523	100	106523	100	

Note: It was designed based on the Digital Elevation Model (DEM).
Примечание: Разработано на основе цифровой модели рельефа (ЦМР).

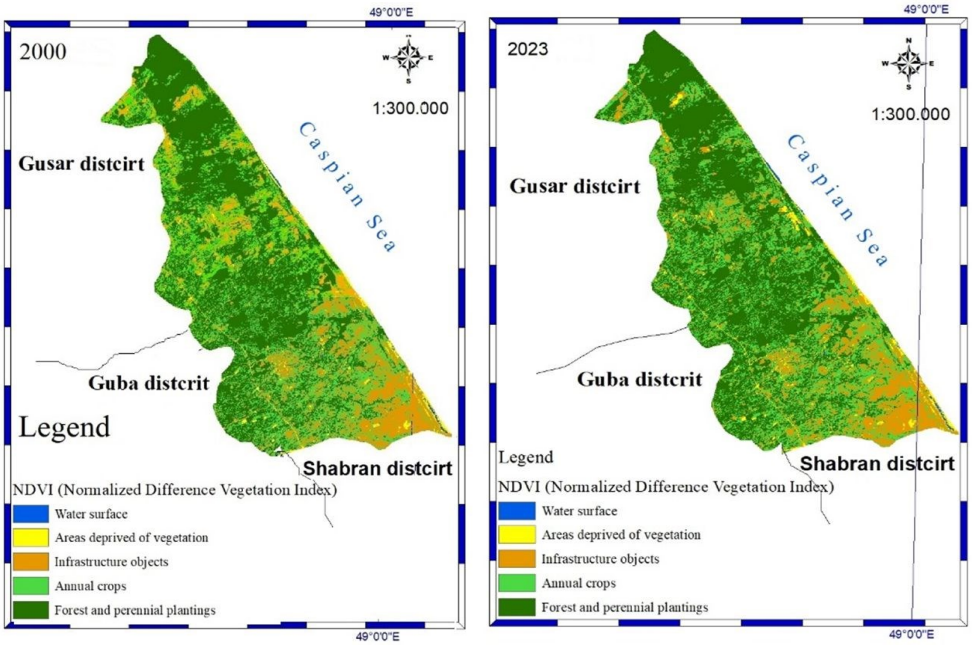


Fig. 3. **Vegetation map of the Khachmaz District**
Note: It was designed based on the Digital Elevation Model (DEM).
Рис. 3. Карта растительности Хачмазского района
Примечание: Разработано на основе цифровой модели рельефа (ЦМР).

As highlighted in the research, the district also relies heavily on surface water for irrigation. The widespread use of irrigation has resulted in significant changes to the chemical composition of the soil, including the formation of salt marshes and wetlands, with some areas even experiencing swamping. These issues are particularly prevalent in regions closer to the Caspian Sea, where the influence of groundwater and surface water interactions is most pronounced.

Conclusion

Most ecologically disturbed areas within the study region are located in the semi-desert complexes of the Gusarchay and Gudyalchay river basins. Under the influence of both anthropogenic and natural factors, a total of 8,019 hectares of land in these areas have been converted into salt marshes and swamps. Additionally, from the northern to the southern parts of the Khachmaz District, 632 hectares of land have become severely saline, leading to their exclusion from agricultural production.

To counteract such processes, it is imperative to implement comprehensive reclamation measures, with a particular focus on phytomelioration. Regular monitoring is essential not only for the restoration and enhancement of forest productivity in affected areas, but also for the protection of rare tree species in settlements located within the Nabran-Yalama National Park. Furthermore, expanding the boundaries of the national park to include adjacent forested areas would provide additional ecological protection.

This approach, the research suggests, will not only help avert a potential environmental crisis in the region, but also ensure the sustainable use of natural resources, thereby providing long-term, accessible ecological benefits to the local population.

References

1. Мукминов М. Н., Шуралев Э. А., Бадрутдинов О. Р. Основы экологии и природопользования. Казанский (Приволжский) федеральный университет. Казань, 2017. 146 с. EDN: ANMVWG

2. Селименков Р. Ю., Кузнецов А. П. Проблемы экологически устойчивого развития территории // Проблемы развития территории. 2014. № 3(71). С. 105-115. EDN: SERYEH

3. Budaqov B. Ə. Dağlıq ərazilərdə tarazlı inkişafın ümumi problemləri. *Coğrafiya Cəmiyyətinin əsərləri.* 2006(10):21-38.

4. Budaqov B. Ə. Azərbaycan Respublikası ərazisinin ekoloji gərginlik dərəcəsinə görə ekoloji-coğrafi yanaşma. *Təhlükəli təbiət proseslərinə həsr olunmuş elmi-praktik konfransı*. Bakı, 1994:135-150.

5. Мамирова К. Н. Геоэкология и охрана природы. Алматы: Кыздар университети, 2014. 155 с. DOI: https://doi.org/10.36719/2014/155

6. Захаров В. М., Семенов А. В., Трофимов И. Е. Устойчивое развитие: экология, экономика, общество и культура. Москва: Московский университет им. С. Ю. Витте; Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН, 2023. 212 с

7. Недюрмагомедов Г. Г., Атаев З. В. Национально региональный опыт реализации экологического образования для устойчивого развития и сохранения природно-культурного наследия региона // Юг России: экология, развитие. 2023. Т. 18. № 1(66). С. 140-156. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-1-140-156. EDN: CNZYUR

8. Алиев Г. А. Почвы Большого Кавказа. Ч. II, Баку: Элм, 1994, 430 с.

9. Babayev M. P., Cəfərova Ç. M., Həsənov

Список источников

1. Mukminov MN, Shuralev EA, Badrutdinov OR. Fundamentals of ecology and environmental management. Kazan (Volga Region) Federal University. Kazan, 2017:146. (In Russ). EDN: ANMVWG

2. Selimenkov RYu, Kuznetsov AP. Environmentally sustainable development. *Problems of Territory's Development.* 2014(3(71):105-115. (In Russ). EDN: SERYEH

3. Budagov BA. General problems of balanced development in mountainous areas. *Proceedings of Geographical Society.* 2006(10):21-38. (In Azerb)

4. Budagov BA. Ecological-geographical approach to the degree of ecological tension of the territory in the Republic of Azerbaijan. *Scientific-Practical Conference Dedicated to Dangerous Natural Processes*. Baku, 1994:135-150. (In Azerb)

5. Mamirova KN. Geoecology and nature conservation. Almaty: Kyzdar University, 2014:155. (In Russ). DOI: https://doi.org/10.36719/2014/155

6. Zakharov VM, Semenov AV, Trofimov IE. Sustainable development: ecology, economy, society and culture. Moscow: Witte Moscow University; Koltsov Institute of Developmental Biology, Russian Academy of Sciences, 2023:212. (In Russ)

7. Nedurmagomedov GG, Ataev ZV. National and regional experience in the implementation of environmental education for sustainable development and preservation of regional natural and cultural heritage. *South of Russia: Ecology, Development.* 2023;18(1(66):140-156. (In Russ). DOI: 10.18470/1992-1098-2023-1-140-156. EDN: CNZYUR

8. Aliev HA. Soils of the Greater Caucasus. Part II, Baku: Elm, 1994:430. (In Russ).

9. Babayev MP, Jafarova ChM, Hasanov NH, Huseynova SM. Morphogenetic diagnostics, nomen-

N. H., Hüseynova S. M. Azərbaycan torpaqlarının morfogenetik diaqnostikası, nomenklaturası və təsnifatı Bakı: Elm, 2001:452.

10. Məmmədov Q. Ş. Azərbaycanın torpaq ehtiyatlarından səmərəli istifadənin sosial-iqtisadi və ekoloji əsasları. Bakı: Elm, 2007:856.

11. Əliyev H. Ə., Axundov N. H. Meşə sərvətdir. Bakı: Elm, 1982:56.

12. Məmmədov Q. Ş., Quliyev V. A. Azərbaycanın şimal-şərq əkinçilik zonası torpaqlarının qiymətləndirilməsi. Bakı: Elm, 2002:228.

13. Məmmədov Q. Ş., Xəlilov M. Y. Azərbaycanın meşələri. Bakı: Elm, 2002:472.

14. Imrani Z. T. Quba-Xaçmaz iqtisadi rayonu. Bakı: Elm, 2007:172.

15. Agriculture of Azerbaijan (Statistical Collection). Baku: SSC, 2024:702.

16. Əliyev HB, İbrahimov ƏƏ, Məmmədov VƏ. Eroziya təhlükəli torpaqlardan səmərəli istifadə yolları. Bakı: 2002:29.

17. Abdullayeva G.M. Qusarçay-Qudyalçay hövzəsi torpaqlarının ekoloji qiymətləndirilməsi və monitorinqi: doktorant. dis... avtoreferatı. Bakı. 2009:155.

18. Hacıyeva GN. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı dağ geosistemləri torpaqlarının ekocoğrafi problemləri. *Coğrafiya və Təbii Resurslar*. Bakı: Avropa, 2016:91-94.

19. Əliyev FŞ. Azərbaycan Respublikasının yeraltı suları, ehtiyatlardan istifadə və geoekoloji problemlər. Bakı: Çaşıoğlu, 2000:326.

20. Бочарников В. Н. Географическая экология в эпоху Антропоцена. Владивосток: Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН, 2022. 275 с. DOI: 10.35735/9785604701188. EDN: JAGPEI

clature and classification of Azerbaijani soils Baku: Elm, 2001:452. (In Azerb)

10. Mammadov GSh. Socio-economic and ecological foundations of the efficient use of land resources in Azerbaijan. Baku: Elm, 2007:856. (In Azerb)

11. Aliyev HA, Akhundov NH. Forest is a wealth. Baku: Elm, 1982:56. (In Azerb)

12. Mammadov GSh, Guliyev VA. Assessment of the North-Eastern agricultural zone lands in Azerbaijan. Baku: Elm, 2002:228. (In Azerb)

13. Mammadov GSh, Khalilov MY. Forests of Azerbaijan. Baku: Elm, 2002:472. (In Azerb)

14. Imrani ZT. Guba-Khachmaz economic region. Baku: Elm, 2007:172. (In Azerb)

15. Agriculture of Azerbaijan (Statistical Collection). Baku: SSC, 2024:702.

16. Aliyev HB, Ibrahimov AA, Mammadov VA. Ways of erosion-prone soils efficient use. Baku: 2002:29. (In Azerb)

17. Abdullayeva GM. Ecological assessment and monitoring of the soils of the Gusarchay-Gudyalchay basin: Author's abstract of Ph.D. (Geography). Baku, 2009:155. (In Azerb)

18. Hajiyeva GN. Ecogeographical problems of the soils of the mountain geosystems of the north-eastern slope of the Greater Caucasus. Geography and Natural Resources. Baku: Avropa, 2016:91-94. (In Azerb)

19. Aliyev FSh. Groundwaters of the Republic of Azerbaijan, use of resources and geoecological problems. Baku: Chasioglu, 2000:326. (In Azerb)

20. Bocharnikov VN. Geographical ecology in the Anthropocene era. Vladivostok: Pacific Institute of Geography of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 2022:275. (In Russ). DOI: 10.35735/9785604701188. EDN: JAGPEI

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Affiliation

Husein H. Aliyev, Ph.D. student, Department of Tourism and Recreation Geography, Institute of Geography named after academician Hasan Aliyev, Baku, Azerbaijan, huseyn.a95@mail.ru, https://orcid.org/0009-0001-8376-6655

Scientific Supervisor: Imrani Z. T., Ph.D. (Geography), Executive Director of Institute of Geography named after academician Hasan Aliyev, Baku, Azerbaijan.

Conflict of interest

The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.12.2024
Одобрена после рецензирования 17.12.2024
Принята к публикации 23.12.2024

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Алиев Гусеин Гамдулла оглы, диссертант кафедры географии туризма и рекреации, Институт географии им. акад. Гасана Алиева, Баку, Азербайджан, huseyn.a95@mail.ru, https://orcid.org/0009-0001-8376-6655

Научный руководитель: Имрани З. Т., кандидат географических наук, исполнительный директор Института географии им. акад. Гасана Алиева, Баку, Азербайджан.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The article was submitted 12.12.2024
Approved after reviewing 17.12.2024
Accepted for publication 23.12.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК: 332.144
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-35-44
EDN: JNMYCP

Современное состояние и перспективы развития рынка коммерческой недвижимости г. Ставрополя

© 2024**Андрющенко А. Е.**✉, **Титова В. Э.**
Кубанский государственный технологический университет
Краснодар, Россия, andr.anna.e@gmail.com✉; ver4741@yandex.ru

РЕЗЮМЕ. Целью данного исследования является проведение анализа рынка коммерческой недвижимости г. Ставрополя для выявления факторов, которые оказывают непосредственное влияние на данную сферу, а также тенденций инвестирования на 2 года вперед. Сектор коммерческой недвижимости в настоящее время активно развивается не только в Москве и Санкт-Петербурге, но и в регионах, что отражает растущий спрос на коммерческую недвижимость как в предпринимательских, так и в инвестиционных целях. **Методы.** Данное исследование основано на статистическом, сравнительном и описательном методах. **Результаты.** На основе данных с риелтерских сайтов составлены диаграммы распределение предложений по продаже, аренде, изменению цен продажи, аренды для коммерческих категорий в г. Ставрополе. Перепад цен на помещения с разным функциональным назначением может объясняться повышением спроса на тот или иной сектор, также можно наблюдать общее повышение стоимости у всех категорий по сравнению с 2023 г. Проведено сравнение с г. Краснодаром по изменению цен продажи и аренды за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г. Данное сравнение показало, что на стоимость в городах влияют разные факторы: местоположение, инфраструктура, рыночная ситуация и т. п. **Выводы.** Рассмотрены возможные тенденции развития рынка коммерческой недвижимости г. Ставрополя, которые основаны на повышении интереса у инвесторов к локальным объектам и небольшим торговым точкам, а также складским помещениям.

Ключевые слова: рынок коммерческой недвижимости г. Ставрополя, продажа, аренда, стоимость объекта недвижимости, сектора коммерческой недвижимости.

Формат цитирования: Андрющенко А. Е., Титова В. Э. Современное состояние и перспективы развития рынка коммерческой недвижимости г. Ставрополя // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 4. С. 35-44. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-35-44. EDN: JNMYCP

Current State of the Commercial Real Estate Market in Stavropol

© 2024**Anna E. Andryushchenko**✉, **Vera E. Titova**
Kuban State Technological University
Krasnodar, Russia, andr.anna.e@gmail.com✉; ver4741@yandex.ru

ABSTRACT. The **aim** of the research is to analyze the commercial real estate market in Stavropol to identify factors that have a direct impact on this sphere, as well as investment trends for 2 years ahead. The commercial property sector is currently actively developing not only in Moscow and St. Petersburg, but also in the regions, which reflects the growing demand for commercial property for both business and investment purposes. **Methods.** The research is based on statistical, comparative and descriptive methods. **Results.** On the basis of data from realtor websites, we made diagrams of the distribution of offers for sale, rent, change in sale and rent prices for commercial categories in Stavropol. The difference in prices for premises with different functional purpose can be explained by an increase in demand for one or another sector, and a general increase in the cost of all categories compared to 2023. The comparison with Kras-

nodar on the change in sale and lease prices for November 2023 – October 2024 was made. **Conclusions.** We have considered possible trends in the development of the commercial property market in Stavropol, which are based on the increasing interest of investors in local facilities and small retail outlets, as well as warehouses.

Keywords: commercial real estate market in Stavropol, sale, rent, cost of real estate, commercial real estate sectors.

For citation: Andryushchenko AE, Titova VE. Current State of the Commercial Real Estate Market in Stavropol. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(4):35-44 (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-35-44. EDN: JNMYCP

Введение

Объектами, относящимися к коммерческой недвижимости, являются помещения, здания, сооружения и участки, используемые для получения дохода через аренду и ведение предпринимательской деятельности собственником [1-3].

Рынок коммерческой недвижимости включает в себя секторы: индустриальный, торговый и офисный [4; 5]. Также можно выделить институциональное инвестирование, которое предназначено для проживания и включает в себя два сектора недвижимости: отельная, которая представлена любыми иными форматами для гостевого проживания; резидентная – сегмент жилой арендной недвижимости, в которой предусмотрено постоянное проживание различной степени длительности. Такая недвижимость арендуется пользователем, она не находится в его собственности.

На сегодняшний день появляются новые – «нишевые» секторы: недвижимость здравоохранения, инфраструктурная недвижимость, вышки сотовой связи и иные телекоммуникационные сооружения, электростанции, мосты, порты, земельная недвижимость и т. п [3].

Существуют факторы, которые оказывают большое влияние на стоимость объекта коммерческой недвижимости:

1) Местоположение и инфраструктура – объекты, расположенные в бизнес-центрах, оцениваются дороже, чем в отдалённых районах. Близость транспортных магистралей, парков, магазинов и других объектов также оказывают влияние на стоимость;

2) Состояние объекта – недвижимость, которая нуждается в капитальном ремонте или модернизации стоит ниже, чем здание в хорошем состоянии [6];

3) Площадь и планировка – просторные и удобные помещения с большой общей площадью оцениваются выше;

4) Рыночная ситуация – стоимость коммерческой недвижимости зависит от рынка недвижимости и макроэкономических факторов. Так, при экономическом подъёме спрос на коммерческую недвижимость увеличивается, что ведёт к росту цен, а при экономическом спаде спрос падает, и цена на объект снижается [7; 8].

Материалы и методы исследования

Исследование проведено на основе статистического, сравнительного и описательного метода. Статистические данные представлены в виде диаграмм и графиков, на основе сведений с сайтов cian.ru [9], restate.ru [10] о рынке коммерческой недвижимости г. Ставрополя.

Описательный метод представляет собой определение по диаграммам максимальной и минимальной средней стоимости за 1 м^2 при продаже и аренде. Дополнительно были описаны относительные показатели текущей средней стоимости, изменения средней стоимости с ноября 2023 по октябрь 2024 г. за 1 м^2. Также после анализа данных был получен разброс цен продажи и аренды за объект на октябрь 2024 г.

Сравнительный метод основан на сравнении динамики изменения цен продажи и аренды для категорий коммерческой недвижимости Ставрополя и Краснодара. На основе полученных данных были сделаны выводы, а именно, определены основные тенденции развития рынка коммерческой недвижимости для г. Ставрополя на ближайшие 2 года: стабильность складских помещений, интерес к локальным торговым объектам.

Результаты и их обсуждение

Город Ставрополь является административным центром Ставропольского края (рис. 1). На данный момент город наращивает свой экономический потенциал за счет выгодного местоположения для развития бизнеса в южных регионах страны. Благодаря расположению среди

гор Кавказа создаются все условия для привлечения туристов, что способствует развитию торгового сектора недвижимости. Также немаловажным является наличие в регионе крупного транспортного узла, что создает возможности раскрытия потенциала складского сектора. Промышленный сектор представлен в основном агропромышленными предприятиями, так как благоприятные климатические условия и плодородные земли способствуют активному росту инвесторов в данном направлении.

В г. Ставрополе рынок коммерческой недвижимости на продажу и на аренду представлен следующими категориями по целевому назначению:

– помещения свободного значения;
– торговые площади;
– офисные помещения;
– гаражи;
– склады;
– производство;
– коммерческая земля (представлена в объявлениях о продаже).

На октябрь 2024 г. преобладают предложения, связанные с продажей помещений свободного значения – 35 %, далее торговые площади – 19 %, офисные помещения – 18 %, гаражи – 13 %, склады – 7 %, производства – 6 %, коммерческая земля – 2 %. В объявлениях коммерческая земля представляет собой земельный участок со складским помещением, поэтому доля складов составляет 9 %.

Также в это же время большим количеством представлены предложения, содержащие информацию об аренде помещений свободного назначения – 46 %, далее офисные помещения – 22 %, торговые площади – 20 %, склады – 7 %, производства – 3 %, гаражи – 2 %.

Таким образом, в г. Ставрополе на рынке предложений коммерческой недвижимости преобладают сегменты как офисной и торговой недвижимости, так и большое количество объявлений о продаже и аренде помещений свободного назначения, которые могут быть использованы для различной коммерческой деятельности.

За последние 2-3 года можно наблюдать тенденцию увеличения спроса на объекты коммерческой недвижимости из-за повышения внимания инвесторов к ним. Таким образом, в 2023 г. в коммерческую недвижимость в России было вложено около 570 млрд руб., что является отличным результатом для данного рынка, так как в 2022 г. объем инвестиций составлял 478,2 млрд руб. Большая часть капитала (примерно 325 млрд руб.) была инвестирована в объекты, которые относятся к сектору торговой недвижимости, так как в последнее время он являлся устойчивым, выгодным для вложений.

На сегодняшний момент внимание инвесторов на рынке коммерческой недвижимости в категории торговых помещений привлекают помещения небольшой площади в спальных микрорайонах вместо больших площадей в центральных локациях города.

Также интерес вызывают объекты, которые находятся рядом с местами скопления большого количества людей: школы, университеты, станции метро, достопримечательности, бизнес центры и т. п [11]. В г. Ставрополе, например, такими являются Северо-Кавказский федеральный университет, Ставропольский государственный аграрный университет, Ставропольский государственный медицинский университет, Ставропольский филиал РАНХиГС при президенте РФ, торгово-офисный центр «Телемир», «Кентавр», «ЕвроПарк», деловой центр «К12», оптово-розничный торговый центр «Ставрополь» и другие.

Сегмент индустриальной и складской недвижимости, в свою очередь, показывает значительную активность в части покупок, что обусловлено ростом онлайн-торговли и необходимостью логистических центров и складов. Инвесторы видят в этом сегменте надежное вложение средств с перспективой стабильного дохода [11].

Для понимания всей ситуации на рынке коммерческой недвижимости г. Ставрополя были получены статистические данные с сайта restate.ru [6], представленные показателями динамики изменения цен продажи для каждого сектора за 1 м^2 на 1 год (рис. 2). Данный период (ноябрь 2023 – октябрь 2024 г.) был выбран из-за экономической нестабильности на рынке недвижимости, так как ключевая ставка Центрального банка Российской Федерации выросла до 21 %. Повышение ставки, а также геополитические факторы повлияли на цены, но почти все сегменты недвижимости на октябрь 2024 г. имеют стабильную динамику.

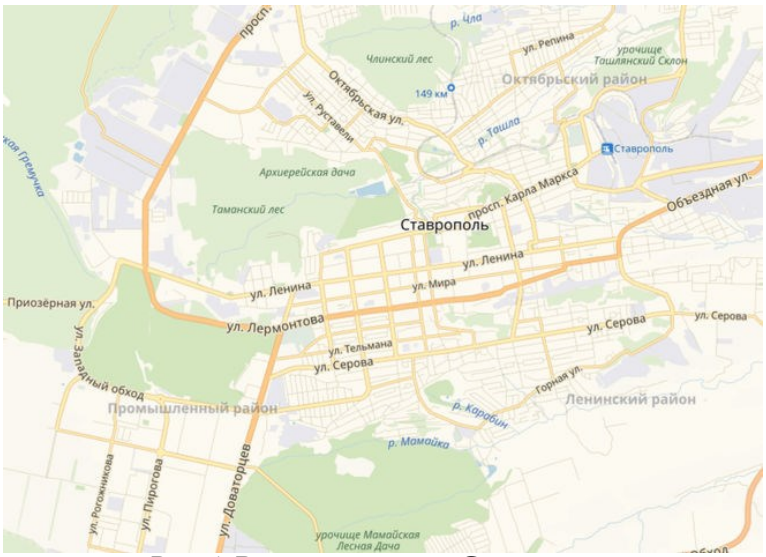


Рис. 1. **Расположение г. Ставрополь**
Fig. 1. Location of Stavropol city



Рис. 2. **Динамика изменения цен продажи для секторов коммерческой недвижимости за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г. в г. Ставрополе, руб./м²**
(составлено авторами на основе данных [10])
Fig. 2. Dynamics of changes in sales prices for commercial real estate sectors in November 2023 – October 2024 in Stavropol, rub/m² (compiled by the authors based on data [10])

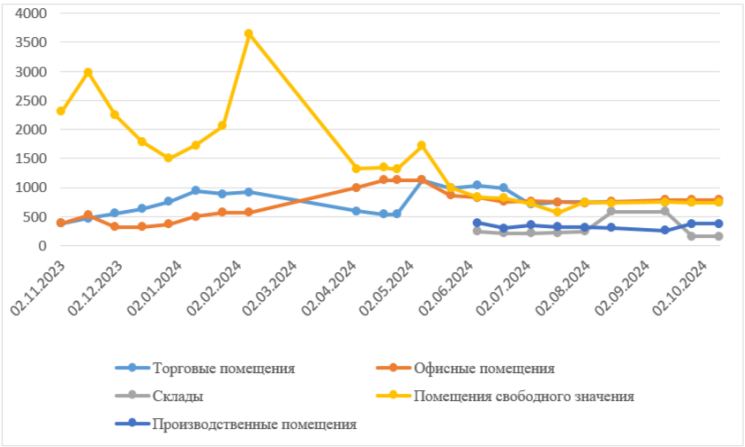


Рис. 3. **Динамика изменения цен аренды для секторов коммерческой недвижимости за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г. в г. Ставрополе, руб./м²**
(составлено авторами на основе данных [10])
Fig. 3. Dynamics of rental prices for commercial real estate sectors in November 2023 – October 2024 in Stavropol, rub/m² (compiled by the authors based on data [10])

Были выведены основные показатели цен продажи (табл. 1) и аренды (табл. 2) для секторов рынка коммерческой недвижимости г. Ставрополя за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г.

Также были получены статистические данные, которые представлены в виде динамики изменения цен аренды для каждого сектора за 1 м^2 на 1 год (рис. 3).

Таблица 1. **Основные показатели цен продажи для секторов рынка коммерческой недвижимости г. Ставрополь за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г.**
Table 1. Main indicators of sale prices for the commercial real estate market sector of Stavropol for November 2023 – October 2024

Показатели Indicators	**Секторы коммерческой недвижимости** Commercial real estate sectors				
	Торговое помещение Retail premises	**Склады** Warehouses	**Производственные помещения** Industrial premises	**Офисные помещения** Office premises	**Помещения свободного назначения** Free premises
Максимальная средняя стоимость за 1 м^2 (период), руб./м^2	972 423,40 (начало июня 2024 г.)	47 794,10 (апрель 2024 г.)	48 981,20 (ноябрь 2023 г.)	423 993,30 (ноябрь 2023 г.)	76 466,80 (начало апреля 2024 г.)
Минимальная средняя стоимость за 1 м^2 (период), руб./м^2	72 827,10 (ноябрь 2023 г.)	35 862,10 (февраль 2024 г.)	33 964,90 (конец января 2023 г.)	73 923,90 (март 2023 г.)	51 105,00 (декабрь 2023 г.)
Текущая средняя стоимость торговых помещений, руб.	80 224,00	37 737,00	42 194,00	126 427,00	69 545,00
Изменение средней стоимости за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г. за 1 м^2, руб./м^2	– 844 965,00	– 1 450,00	– 6 788,00	+ 26 903,00	– 814,00
Разброс цен продажи за объект на октябрь 2024 г., млн руб.	2,50-125,02	2,64-135,00	1,00-222,00	2,00-44,00	0,50-50,00

Таблица 2. **Основные показатели цен аренды для сегментов рынка коммерческой недвижимости г. Ставрополя за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г.**
Table 2. Main indicators of rental prices for the commercial real estate market sector in Stavropol for November 2023 – October 2024

Показатели Indicators	**Секторы коммерческой недвижимости** Commercial real estate sectors				
	Торговое помещение Retail premises	**Склады** Warehouses	**Производственные помещения** Industrial premises	**Офисные помещения** Office premises	**Помещения свободного назначения** Free premises
Максимальная средняя стоимость за 1 м^2 (период), руб./м^2	1 127,90 (начало мая 2024 г.)	585,10 (август 2024 г.)	392,80 (начало июня 2024 г.)	1 132,30 (апрель 2024 г.)	3 599,00 (октябрь 2023 г.)
Минимальная средняя стоимость за 1 м^2 (период), руб./м^2	385,80 (ноябрь 2023 г.)	158,50 (сентябрь 2024 г.)	258,50 (сентябрь 2024 г.)	320,30 (ноябрь 2023 г.)	570,40 (июль 2024 г.)
Текущая средняя стоимость торговых помещений, руб.	750,00	159,00	379,00	787,00	740,00
Изменение средней стоимости за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г. за 1 м^2, руб./м^2	+ 364,00	– 88,00	+ 379,00	+400,00	– 1 571,00
Разброс цен продажи за объект на октябрь 2024 г., млн руб.	55,00 -850,00	60,00-460,00	10,00-750,00	24,75-800,00	11,22-490,00

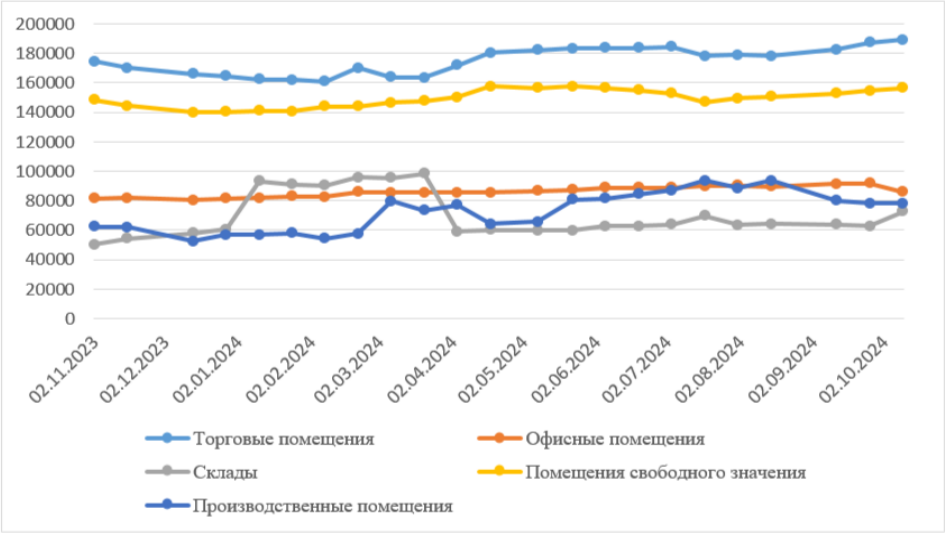


Рис. 4. **Динамика изменения цен продажи для секторов коммерческой недвижимости за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г. в г. Краснодаре, руб./м² (составлено авторами на основе данных [10])**

Fig. 4. Dynamics of changes in selling prices for commercial real estate sectors for November 2023 – October 2024 in Krasnodar, rub/m² (compiled by the authors based on data from [10])

Таблица 3. **Основные показатели цен продажи для секторов рынка коммерческой недвижимости г. Краснодар за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г.**

Table 3. Main indicators of sale prices for the commercial real estate market sector of Krasnodar for November 2023 – October 2024

Показатели Indicators	**Сектора коммерческой недвижимости** Commercial real estate sectors				
	Торговое помещение Retail premises	**Склады** Warehouses	**Производственные помещения** Industrial premises	**Офисные помещения** Office premises	**Помещения свободного назначения** Free premises
Максимальная средняя стоимость за 1 м² (период), руб./м²	189 117,70 (начало октября 2024 г.)	98 154,40 (конец марта 2024 г.)	93 592,50 (июль 2024 г.)	91 721,20 (конец сентября 2024 г.)	157 565,50 (конец мая 2024 г.)
Минимальная средняя стоимость за 1 м² (период), руб./м²	160 954,50 (начало февраля 2024 г.)	50 148,00 (начало ноября 2023 г.)	54 377,80 (начало февраля 2024 г.)	80 194,00 (декабрь 2023 г.)	139 891,60 (ноябрь 2023 г.)
Текущая средняя стоимость торговых помещений, руб.	189 118,00	72 474,00	78 236,00	85 682,00	156 486,00
Изменение средней стоимости за период ноябрь 2023 – октябрь 2024 года за 1 м², руб./м²	+ 14 606,00	+ 22 326,00	+ 15 772,00	+ 4 470,00	+ 8 323,00
Разброс цен продажи за объект на октябрь 2024 г., млн руб.	3,20-199,00	7,50-1 400,00	5,00-650,00	1,00-135,00	1,65-200,00

Для анализа конкурентоспособности г. Ставрополя на рынке коммерческой недвижимости для сравнения был взят административный центр соседнего края – г. Краснодар. Критерием оценки является динамика изменения цен продажи (рис. 4) и аренды (рис. 5) для секторов коммерческой недвижимости за 1 м² за 1 год.

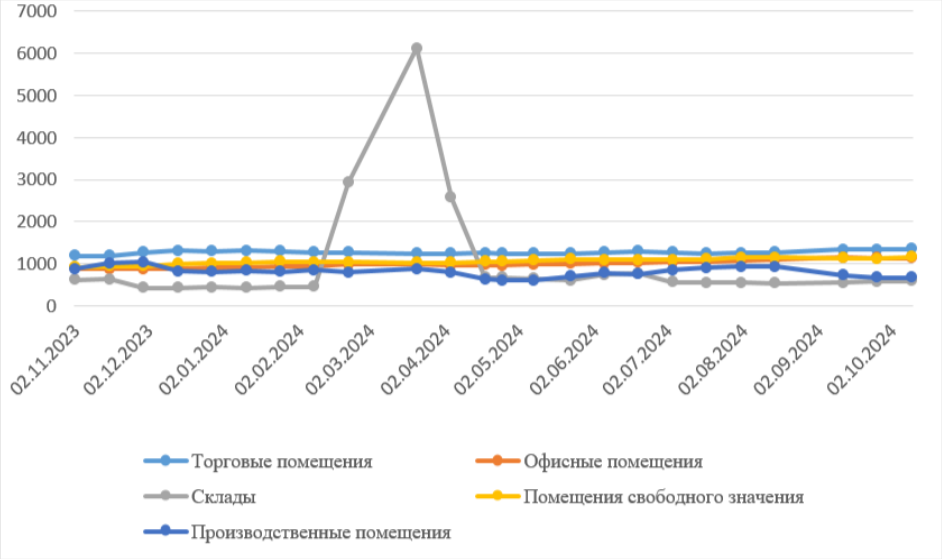


Рис. 5. **Динамика изменения цен аренды для секторов коммерческой недвижимости за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г. в г. Краснодаре, руб./м² (составлено авторами на основе данных [10])**
Fig. 5. Dynamics of rental prices for commercial real estate sectors in November 2023 – October 2024 in Krasnodar, rub/m² (compiled by the authors based on data [10])

Таблица 4. **Основные показатели цен аренды для сегментов рынка коммерческой недвижимости г. Краснодара за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г.**
Table 4. Main indicators of rental prices for the commercial real estate market segments in Krasnodar for November 2023 – October 2024

Показатели Indicators	**Сектора коммерческой недвижимости** Commercial real estate sectors				
	Торговое помещение Retail premises	**Склады** Warehouses	**Производственные помещения** Industrial premises	**Офисные помещения** Office premises	**Помещения свободного назначения** Free premises
Максимальная средняя стоимость за 1 м² (период), руб./м²	1 353,60 (октябрь 2024 г.)	6 120,30 (конец марта 2024 г.)	1 034,60 (конец ноября 2023 г.)	1 137,20 (октябрь 2024 г.)	1 158,60 (октябрь 2024 г.)
Минимальная средняя стоимость за 1 м² (период), руб./м²	1 192,20 (ноябрь 2023 г.)	432,20 (январь 2024 г.)	604,00 (начало мая 2024 г.)	873,00 (декабрь 2023 г.)	915,50 (ноябрь 2023 г.)
Текущая средняя стоимость торговых помещений, руб.	1 354,00	589,00	678,00	1 137,00	1 159,00
Изменение средней стоимости за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г. за 1 м², руб./м²	+ 161,00	– 36,00	– 206,00	+ 245,00	+ 243,00
Разброс цен продажи за объект на октябрь 2024 г., млн руб.	23,00-6 693,00	50,00-2 250,00	75,00-1 174,40	22,64-2 250,00	15,00-5 900,00

Таким образом, в большинстве случаев средняя стоимость, текущая стоимость за 1 м² в г. Ставрополе примерно в 1,5-2,5 раза меньше, чем в г. Краснодаре. При этом можно наблюдать различие в разбросе цен за объект, так как г. Краснодар является более притягательным из-за своих возможностей, местоположения, большей площади и других факторов, которые влияют на покупку объектов ком-

мерческой недвижимости. Более высокая стоимость на объекты коммерческой недвижимости связана с тем, что спрос рождает предложение.

Заключение

Таким образом, можно сделать основные выводы:

– колебание цен на разные секторы коммерческой недвижимости в г. Ставрополе за ноябрь 2023 – октябрь 2024 г. может объясняться повышением спроса на тот или иной сектор (чем выше спрос, тем выше предложение). Например, из-за развития онлайн-торговли и необходимости хранения товара стали популярны склады;

– несмотря на скачкообразные изменения цен продажи и аренды коммерческой недвижимости, можно наблюдать общее повышение стоимости у всех категорий по сравнению с 2023 г.;

– по сравнению с г. Краснодаром в г. Ставрополе стоимость коммерческой недвижимости ниже, так как первый имеет более развитую сферу продаж коммерческих объектов, а второй только начинает свой путь

– особой популярностью пользуются помещения свободного назначения, так как данную категорию можно использовать почти под любые нужды предпринимателей;

– несомненно на стоимость коммерческой недвижимости повлиял рост ключевой ставки Центрального банка Российской Федерации, которая в период с 19 сентября 2023 г. по 28 октября 2024 г. ставка выросла с 7,5 до 21 % [12].

Можно предположить, что в ближайшие 2 года большое внимание инвесторов будут привлекать небольшие торговые точки и локальные объекты, так как такие объекты отвечают критериям близости и удобства для будущих покупателей. При этом можно будет наблюдать достаточную стабильность сегмента офисной недвижимости, где больше внимания направлено на бюджетные помещения [13; 14]. На такой объект недвижимости проще найти покупателя либо сдать его в аренду, так как офисы нужны компаниям из разных сфер бизнеса [15]. Складские помещения также не остаются в ближайшие 2 года без инвестиций, поскольку сейчас активно продолжают развиваться различные маркетплейсы, такие как OZON, Яндекс Маркет, Wildberries, возникает необходимость в помещениях для хранения товара своих продавцов.

Список источников

1. Коммерческая недвижимость – что это такое, типы объектов, помещение свободного назначения и площади // Этажи. URL: https://j.etagi.com/ps/chto-takoe-kommercheskaya-nedvizhimost/ (дата обращения: 10.10.2024).

2. Осенняя А. В., Хахук Б. А., Куадже Е. Ч. Анализ рынка коммерческой недвижимости города Краснодара // Актуальные вопросы землепользования и управления недвижимостью: сборник статей II Национальной научно-практической конференции (Екатеринбург, 07 апреля 2020 г.). Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2020. С. 387-393. EDN: EFEREZ.

3. Что такое коммерческая недвижимость и ее виды (сектора, типы, форматы) // Accent Capital. URL: https://accent.ru/what-is-commercial-real-estate (дата обращения: 13.10.2024).

4. Из чего складывается рыночная стоимость коммерческого здания? // Новые Горизонты. URL: https://www.mos-expert.com/news/novosti-kompanii/otsenka-kommercheskogo-zdaniya-chto-vliyaet-na-stoimost/ (дата обращения: 01.11.2024).

5. Ермакова Н. Ю., Вайцеховская С. С. Характеристики промышленной и складской недвижимости // Этажи. URL: https://j.etagi.com/ps/harakteristiki-promyshlennoy-i-skladskoy-nedvizhimosti/ (дата обращения: 10.10.2024).

References

1. Commercial real estate - what is it, types of objects, free-purpose premises and areas. *Etagi*. URL: https://j.etagi.com/ps/chto-takoe-kommercheskaya-nedvizhimost/ (accessed 10.10.2024). (In Russ)

2. Osennyaya AV, Khakhuk BA, Kuadzhe ECh. Analysis of the commercial real estate market in Krasnodar. Current Issues of Land Use and Real Estate Management: Proceedings of the 2nd National Scientific and Practical Conference (Ekaterinburg, April 7, 2020). Ekaterinburg: Ural State Mining University, 2020:387-393. (In Russ). EDN: EFEREZ

3. What is the commercial real estate and its types (sectors, types, formats). *Accent Capital.* URL: https://accent.ru/what-is-commercial-real-estate (accessed 13.10.2024). (In Russ)

4. What determines the market value of a commercial building? *New Horizons.* URL: https://www.mos-expert.com/news/novosti-kompanii/otsenka-kommercheskogo-zdaniya-chto-vliyaet-na-stoimost/ (accessed 01.11.2024). (In Russ)

5. Ermakova NYu, Vaitsekhovskaya SS. Characteristics of the industrial and warehouse real es-

теристика рынка производственно-складской недвижимости г. Ставрополя // Молодой ученый. 2016. № 20 (124). С. 300-303. EDN: WWSVHT

6. Скитер Н. Н., Маркин М. А. Классификация факторов социально-экономического развития региона в контексте их влияния на рынок коммерческой недвижимости // Региональная экономика. Юг России. – 2024. Т. 12. № 3. С. 201-208. DOI 10.15688/re.volsu.2024.3.19. EDN FEHATE

7. Дубровская Т. В, Насырова Г. Ф. Анализ рынка коммерческой недвижимости // Молодёжь Сибири – науке России: материалы Международной научно-практической конференции. В 2 т. Т. 1. (Красноярск, 21 апреля 2021 г.). Красноярск: Сибирский институт бизнеса, управления и психологии, 2021. С. 128-130. EDN ZRTMLK

8. Рябцев, М. Д. Рынок коммерческой недвижимости // Педагогика, психология и экономика: вызовы современности и тенденции развития: материалы Первой Международной научно-практической конференции (Москва, 08 февраля 2024 г.). М.: Московская международная академия, 2024. С. 248-251. EDN JBDLAX

9. Циан – база недвижимости в Ставрополе // Циан. URL: https://stavropol.cian.ru/ (дата обращения: 10.10.2024).

10. График и динамика цен продажи (аренды) коммерческой недвижимости. URL: https:// restate.ru (дата обращения: 10.10.2024).

11. Свинова Е., Трубилина М. Эксперты объяснили изменения в спросе на аренду и покупку коммерческой недвижимости // Российская газета. URL: https://rg.ru/2024/06/14/eksperty-obiasnili-izmeneniia-v-sprose-na-arendu-i-pokupku-kommercheskoj-nedvizhimosti.html (дата обращения: 20.10.2024).

12. Ключевая ставка Банка России // Банк России. URL: https://cbr.ru/hd_base/KeyRate/ (дата обращения: 1.11.2024).

13. Тренды рынка коммерческой недвижимости – 2024 // Циан. URL: https://stavropol.cian.ru/stati-trendy-rynka-kommercheskoj-nedvizhimosti-2024-334575/?ysclid=m2g6bjbn7277395637 (дата обращения: 16.11.2024).

14. Горбатко Е. С., Мотыженков Е. С. Инвестиции в коммерческую недвижимость в период экономической неопределенности // Детерминанты развития экономики и общества в условиях глобальных изменений: сборник статей II Международной научно-практической конференции (Москва, 25–26 апреля 2024 г.). Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. С. 149-154. EDN DJMZUG

15. Анализ рынка коммерческой недвижимости России 2024 и прогноз на 2025 год // Агентство недвижимости Фридом. URL:

tate market in Stavropol. *Molodoy Ucheniy.* 2016(20(124):300-303. (In Russ). EDN: WWSVHT

6. Skiter NN, Markin MA. Classification of socio-economic development factors of the region in the context of their influence on the commercial real estate market. *Regional Economy. South of Russia.* Юг России. 2024;12(3):201-208. (In Russ). DOI 10.15688/re.volsu.2024.3.19. EDN FEHATE

7. Dubrovskaya TV, Nasyrova GF. Analysis of the commercial real estate market. Youth of Siberia - to the Science of Russia: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. In 2 vols. Vol. 1. (Krasnoyarsk, April 21, 2021). Krasnoyarsk: Siberian Institute of Business, Management and Psychology, 2021:128-130. (In Russ). EDN ZRTMLK

8. Ryabtsev, M. D. Commercial real estate market // Pedagogy, Psychology and Economics: Challenges of our Time and Development Trends: Proceedings of the First International Scientific and Practical Conference (Moscow, February 08, 2024). Moscow: Moscow International Academy, 2024:248-251. (In Russ). EDN JBDLAX

9. Cian is a real estate database in Stavropol. *Cian.* URL: https://stavropol.cian.ru/ (accessed 10.10.2024).

10. Graph and dynamics of sale (rental) prices of commercial real estate. URL: https:// restate.ru (accessed 10.10.2024). (In Russ)

11. Svinova E, Trubilina M. Experts explained changes in demand for rent and purchase of commercial real. *Rossiyskaya Gazeta*. URL: https://rg.ru/2024/06/14/eksperty-obiasnili-izmeneniia-v-sprose-na-arendu-i-pokupku-kommercheskoj-nedvizhimosti.html (accessed 20.10.2024). (In Russ)

12. Key rate of the Bank of Russia. *Bank of Russia.* URL: https://cbr.ru/hd_base/KeyRate/ (accessed 1.11.2024). (In Russ)

13. Commercial real estate market trends – 2024. *Cian.* URL: https://stavropol.cian.ru/stati-trendy-rynka-kommercheskoj-nedvizhimosti-2024-334575/?ysclid=m2g6bjbn7277395637 (accessed 16.11.2024). (In Russ)

14. Gorbatko ES, Motyzhenkov ES. Investments in commercial real estate in a period of economic uncertainty. Determinants of Economic and Social Development in the Context of Global Changes: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference (Moscow, April 25-26, 2024). Kursk: ZAO "Universitetskaya kniga", 2024:149-154. (In Russ). EDN DJMZUG

15. Analysis of the Russian commercial real estate market in 2024 and forecast for 2025. *Freedom Real Estate Agency.* URL: https://freedome-realty.ru/blog/kommercheskaja-nedvizhimost/kommercheskaya-nedvizhimost-v-

https://freedome-realty.ru/blog/kommercheskaja-nedvizhimost/kommercheskaya-nedvizhimost-v-rossii-itogi-2024-goda-i-prognozy-na-2025-y-dlya-moskvy-i-regionov/ (дата обращения: 10.11.2024).

rossii-itogi-2024-goda-i-prognozy-na-2025-y-dlya-moskvy-i-regionov/ (accessed 10.11.2024). (In Russ)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Андрющенко Анна Евгеньевна, студент кафедры кадастра и геоинженерии, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия, andr.anna.e@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-8631-6254

Титова Вера Эдуардовна, кандидат геолого-минералогических наук, доктор экономических наук, профессор кафедры кадастра и геоинженерии, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия, ver4741@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-2346-1363

Критерии авторства

Андрющенко А. Е. – проведение сравнительного анализа, построение графического материала, обработка данных, обзор литературных источников; Титова В. Э. – постановка цели и задач, методология, написание статьи, формулировка выводов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 29.11.2024
Одобрена после рецензирования 13.12.2024
Принята к публикации 23.12.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Anna E. Andryushchenko, student, Department of Cadastre and Geoengineering, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, andr.anna.e@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-8631-6254

Vera E. Titova, Ph.D. (Geology and Mineralogy), Doctor of Science (Economics), Professor, Department of Cadastre and Geoengineering, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, ver4741@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-2346-1363.

Contribution of the authors

Andryushchenko A. E. – comparative analysis, graphical material construction, data processing, literature review; Titova V. E. – setting the aim and objectives, methodology, paper writing, formulating conclusions.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 29.11.2024
Approved after reviewing 13.12.2024
Accepted for publication 23.12.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК: 528.88
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-45-55
EDN: BVZHHV

Использование спутниковых данных для мониторинга негативных процессов на землях сельскохозяйственного назначения Краснодарского края

© 2024**Бондарчук А. В.**✉, **Перов А. Ю.**
Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина
Краснодар, Россия, alinavaleri472@mail.ru✉; flick-media@yandex.ru

РЕЗЮМЕ. Целью данного исследования является оценка негативных процессов, влияющих на плодородие почв земельных участков на основе анализа ландшафта местности. **Методы.** Была проведена обработка данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на землях сельскохозяйственного назначения с целю получения информации об индексе вегетации, накопленных осадках и сумме эффективных температур. Проведен анализ влияния уклона местности на показатели плодородия почвы, показана методика определения угла наклона рельефа местности и сопоставления полученных данных с показателями плодородности земельного участка. **Результаты.** Выявлено подтопление на определенных земельных участках, что негативным образом влияет на посевы и губительно сказывается на части урожая. Из-за чрезмерной влаги снижаются и показатели плодородности земельного участка. На участках с ярко выраженным значением углов наклона выявлено проявление процессов водной эрозии, которое значительно снижает показатели плодородия в течении всего вегетационного цикла. **Выводы.** В результате определения контрольных показателей выявлена зависимость уровня показателей от наличия и воздействия негативных процессов на земельный участок. Установлены наиболее благоприятные показатели территории, на которых негативные процессы могут быть сведены до минимальных показателей, что позволит поддерживать высокий уровень плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, спутниковые снимки, сельскохозяйственные земли, индекс NDVI, мониторинг земель.

Формат цитирования: Бондарчук А. В., Перов А. Ю. Использование спутниковых данных для мониторинга негативных процессов на землях сельскохозяйственного назначения Краснодарского края // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 4. С. 45-55. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-45-55. EDN: BVZHHV

Satellite Data Using for Monitoring Negative Processes on Agricultural Lands of the Krasnodar Territory

© 2024**Alina V. Bondarchuk**✉, **Alexander Yu. Perov**
Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin
Krasnodar, Russia, alinavaleri472@mail.ru✉; flick-media@yandex.ru

ABSTRACT. The **aim** of the research is to assess the negative processes affecting the fertility of land plots soils based on the analysis of the local landscape. **Methods.** The Earth remote sensing (ERS) data on agricultural lands were processed in order to obtain information on the vegetation index, accumulated precipitation and the sum of effective temperatures. The analysis of the influence of the terrain slope on the soil fertility indicators is carried out. It is shown the method of determining the angle of inclination of the terrain and comparing the obtained data with the land fertility indicators. **Results.** Flooding has been identified on certain land plots, which has a negative impact on crops and has a detrimental effect on part of the harvest. Excessive moisture also reduces the fertility indicators of the land plot. Water erosion has been

identified on plots with a pronounced slope angle, which significantly reduces fertility indicators throughout the vegetation cycle. **Conclusions.** It has been identified the dependence of the level of indicators on the presence and impact of negative processes on the land plot as a result of determining the control indicators. The most favorable indicators of the territory have been established, on which negative processes can be minimized, which will maintain a high level of agricultural lands fertility.

Keywords: Earth remote sensing, satellite images, agricultural lands, NDVI index, land monitoring.

For citation: Bondarchuk AV, Perov AYu. Satellite Data Using for Monitoring Negative Processes on Agricultural Lands of the Krasnodar Territory. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(4):45-55 (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-45-55. EDN: BVZHHV

Введение

В последние десятилетия сельское хозяйство столкнулось с множеством вызовов, включая изменение климата, экстремальные погодные условия и увеличение спроса на продукты питания [1]. Для преодоления этих проблем требуется активное внедрение новых технологий, способных проследить и адаптироваться к текущим изменениям. Важность сельского хозяйства для поддержания продовольственной безопасности и устойчивости мировой экономики неоспорима.

Земельные ресурсы Краснодарского края играют значительную роль в обеспечении безопасности питания по всей стране. Развитие сельского хозяйства в этом регионе имеет стратегическое значение для обеспечения потребностей не только местного населения, но и всей России. С применением современных агротехнологий и учетом внешних факторов, таких как изменяющаяся окружающая среда, агросектор может успешно адаптироваться к вызовам современного времени [2].

В настоящее время на передний план выходит актуальная проблема сохранения и рационального использования земельных ресурсов, обеспечения плодородия и качества почв [3]. Развитие специализированных информационных систем для мониторинга аграрной сферы играет ключевую роль в эффективном управлении сельскохозяйственными угодьями. Эти системы занимаются сбором, хранением, обработкой, передачей и анализом данных, полученных из различных источников [4].

В свете стремительного развития технологий и увеличения объёма данных проблема обеспечения устойчивости и эффективности агропроизводства становится всё более актуальной [5]. Системы аграрного мониторинга активно внедряются для оптимизации использования сельскохозяйственных ресурсов и охраны окружающей среды. Эффективное управление данными, полученными из дистанционного зондирования и других источников, помогает принимать обоснованные решения и улучшать сельскохозяйственное производство [6].

Основной задачей специализированных информационных систем сельскохозяйственного мониторинга является не только сбор и анализ данных, но и обеспечение надежной защиты информации, а также создание инструментов для принятия оптимальных решений [7]. Внедрение современных технологий в сельском хозяйстве способствует не только повышению производительности, но и сбережению земельных ресурсов [4].

Деятельность сельского хозяйства и агротехнические процессы тесно связаны с ландшафтными условиями местности, что играет ключевую роль в успешной хозяйственной деятельности. Космические аппараты на сегодняшний день являются важным инструментом для мониторинга полей и сельскохозяйственных работ [8]. Они предоставляют информацию о различных агротехнических процессах.

Своевременное получение данных о погоде и вегетационных показателях позволяет оценить состояние посевов и определить перспективы урожайности [9]. Но для более детального анализа сельскохозяйственных культур на уровне конкретных полей необходимо учитывать не только климатические факторы, но и географические особенности местности [10]. Рельеф земной поверхности влияет на экосистему поля через различные факторы, такие как освещение, тепловой режим, ветровые условия, осадки, формирование почвы и предотвращение эрозии. Глубокий анализ всех этих аспектов поможет улучшить эффективность сельскохозяйственных процессов и повысить продуктивность посевов [11].

При учёте различных параметров, таких как форма склонов, уклоны и ориентация по сторонам света, появляется возможность провести анализ наиболее подходящих для выращивания сельскохозяйственных культур в конкретной местности, определиться с методами обработки почв и планирования систем орошения и дренажа [12]. Какие культуры нужно выращивать на склонах в зависимости от их конфигурации, какие методы обработки почв наиболее эффективны для определенной ориентации склонов, как обеспечить системы орошения и дренажа с учетом специфики ландшафта – все эти аспекты требуют системного подхода и комплексного анализа перед принятием решений по использованию земельных ресурсов [13].

Материалы и методы исследования

Инновационный сервис OneSoil Map [14] позволяет проводить мониторинг показателей индекса вегетации, накопленных осадков и суммы эффективных температур. Доступ к информации о сельскохозяйственных землях имеют пользователи всех стран мира.

С помощью интерактивной карты сельскохозяйственных полей – OneSoil Map, пользователи могут изучать и анализировать информацию о сельскохозяйственных угодьях в любой стране, благодаря чему могут приниматься более обоснованные решения [15].

Нейронные сети, на которых базируется OneSoil Map [14], обеспечивают точность и доступность данных, что делает этот сервис незаменимым помощником для аграриев во всем мире [16]. Пользователи могут получить доступ к информации о состоянии посевов, погодных условиях и потенциальных рисках, что позволяет им оптимизировать свою деятельность и повышать урожайность [17].

Новые идеи и обратная связь от пользователей играют ключевую роль в работе OneSoil. Важным аспектом проекта является возможность взаимодействия с активным сообществом людей, готовых делиться опытом и знаниями. Пользователи могут связываться с разработчиками и сообщать о любых неточностях конфигурации полей и посадки сельскохозяйственных культур. Это партнерство позволяет постоянно совершенствовать сервис, делая его еще более точным и полезным для аграриев и фермеров по всему миру. В результате такого взаимодействия с сообществом OneSoil продолжает развиваться и улучшаться, чтобы наилучшим образом отвечать потребностям своих пользователей [17].

Функционал информационного ресурса состоит из множества слоев данных, которые можно накладывать на спутниковые снимки высокого качества, в связи с чем информация воспринимается наилучшим образом (рис. 1).

В качестве объектов исследования выбраны земельные участки сельскохозяйственного назначения в нескольких районах Краснодарского края, на которых имеются ярко выраженные негативные процессы, а также количественные показатели рельефа земной поверхности [18].

Для мониторинга земель, подверженных подтоплению в виде «блюдец» (явление, при котором вода накапливается на поверхности земли в углублениях или низинах, образуя небольшие водоемы, напоминающие блюдца), выбраны земли сельскохозяйственного назначения на территории Динского района (рис. 2).

Результаты и их обсуждение

На рисунке 2 видно, что северная часть выбранного поля подвержена подтоплению. Вегетационный индекс NDVI более полно отображает процессы заболачивания. OneSoil Map позволяет визуализировать NDVI на выбранном земельном участке в определённый период времени [19]. Для наглядности влияния подтопления приведены показатели индекса за август (рис. 3).

Благодаря визуализации отчетливо видно, что на участках, которые подвержены систематическому подтоплению, индекс NDVI переходит в желто-оранжевую зону с диапазоном 0,15-0,40, в то время как остальная территория выделена зеленым или темно-зеленым цветом, что эквивалентно диапазону в 0,40-0,80. Подтопления оказывают крайне негативный эффект на состояние посевов [20].

Помимо визуализации на снимках, сервис предоставляет статистические данные в виде информационных графиков (рис. 4).



Рис. 1. **Функционал программного сервиса OneSoil Map**
Fig. 1. Functionality of the OneSoil Map software service



Рис. 2. **Земельный участок на территории Динского района, подверженный подтоплению**
Fig. 2. A plot of land in the Dinsky District, subject to flooding



Рис. 3. **Вегетационный индекс NDVI за август для выбранного земельного участка в Динском районе**
Fig. 3. Vegetation index NDVI of the selected land plot in the Dinsky District

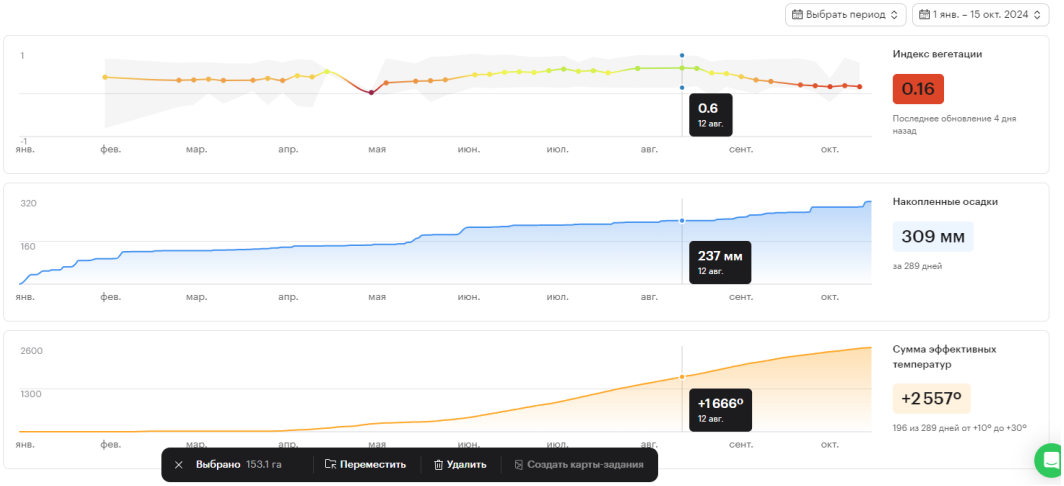


Рис. 4. **Динамика основных показателей мониторинга сельскохозяйственных земель**
Fig. 4. Dynamics of the main indicators of agricultural land monitoring

На рисунке 4 можно проследить динамику приведенных показателей в любом временном промежутке, выбранном для анализа. Как видно из представленных данных, вегетационный индекс NDVI, отраженный на графике в определённый период времени, крайне низок, что может свидетельствовать о негативных процессах, которые оказывают пагубное влияние на посевы сельскохозяйственных культур [21]. Показатели накопленных осадков и суммы эффективных температур рассчитываются на основе рельефа местности, а также анализе погодных условий в конкретной точке местности. Данная информация позволяет планировать дальнейшие работы на конкретном земельном участке с целью повышения эффективности выращивания сельскохозяйственных культур [22].

Для более детального и качественного исследования в выявлении негативных процессов выбран земельный участок в горной местности, а именно в Лабинском районе на склонах вблизи станицы Ахметовская (рис. 5).

На данном земельном участке имеются явно выраженные негативные процессы, в связи с чем показатель NDVI существенно ниже в сравнении с выбранным участком в Динском районе (рис. 6).



Рис. 5. **Земельный участок на территории Лабинского района, расположенный в горной местности**
Fig. 5. A land plot in the Labinsk District, located in a mountainous area

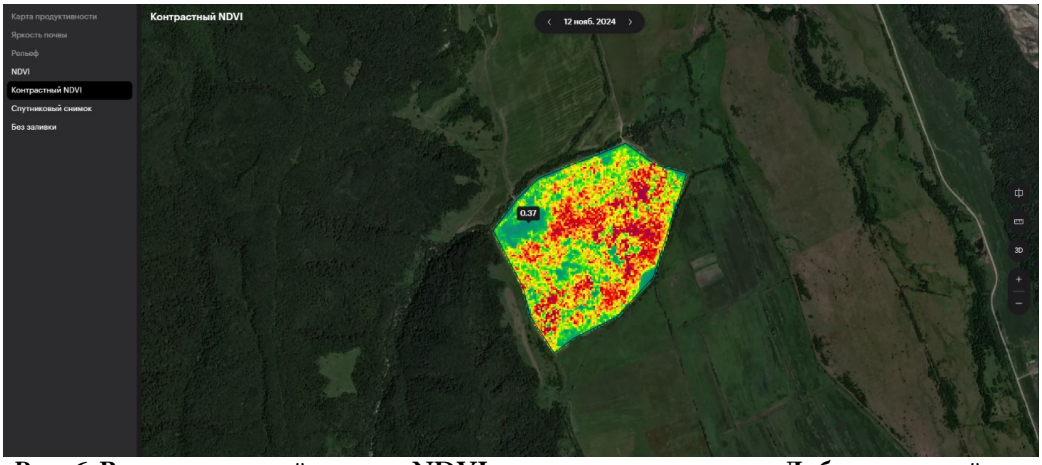


Рис. 6. **Вегетационный индекс NDVI земельного участка в Лабинском районе**
Fig. 6. Vegetation index NDVI of a land plot in the Labinsk District

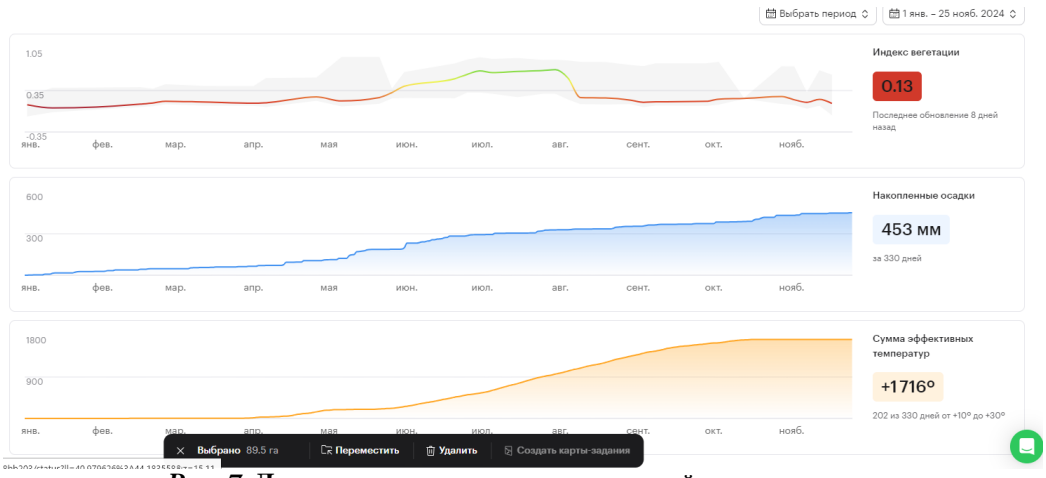


Рис. 7. **Динамика основных показателей мониторинга земель сельскохозяйственного назначения на выбранном участке**
Fig. 7. Dynamics of the main indicators of agricultural land monitoring in the selected area



Рис. 8. **Вычисление показателей для расчета уклона рельефа на выбранном земельном участке**

Fig. 8. Evaluation of indicators for calculating the relief slope on the selected land plot

Как видно на рисунке 6, в ноябре 2024 г. индекс NDVI находится в диапазоне 0,13-0,37, что говорит о плохих показателях почвы и неблагоприятных условиях для посевов. Динамика основных показателей мониторинга приведена на рисунке 7.

Для уточнения причин негативных процессов следует вычислить уклон местности на земельном участке, который также может играть важную роль в образовании негативных процессов [23]. Для этого используются открытые источники данных ДЗЗ с привязкой высот земли к спутниковой основе (рис. 8).

Длина склона составляет 1200 м, перепад высот составляет 22 м, следовательно, уклон рельефа – 1,8 %.

Негативное влияние уклона местности на сельскохозяйственные земли проявляется в нескольких аспектах. Во-первых, на крутых склонах увеличивается риск эрозии почвы, что приводит к потере верхнего слоя и питательных веществ. Во-вторых, сток воды с уклона может вызывать подтопление низменных участков, что негативно сказывается на здоровье корней растений и увеличивает вероятность заболеваний. Также на склонах может происходить более быстрое испарение влаги, что требует частого полива и увеличивает затраты на водоснабжение. Неравномерное распределение солнечного света на разных участках уклона может приводить к тому, что некоторые растения получают недостаток света, что также снижает урожайность.

Заключение

Благодаря данным, представленным на рисунках 7-8, можно сделать выводы о состоянии посевов на выбранном земельном участке в любой период времени. Если сравнивать представленные земельные участки по вегетационному индексу NDVI, можно сделать очевидный вывод, что земельный участок в Динском районе меньше подвержен негативным процессам, в то время как земельный участок Лабинского района имеет менее благоприятное расположение относительно рельефа местности, в связи с чем показатели вегетационного индекса NDVI остаются низкими «0,13» продолжительную часть года (с 01.01.2024 по 25.11.2024 г.). С учетом того, что земельный участок имеет ярко выраженный уклон, он более подвержен водной эрозии, в связи с чем неизбежны потери урожая и плодородных свойств поля сельскохозяйственного назначения.

В современном мире информационные технологии стали неотъемлемой частью сельского хозяйства. OneSoil Map, благодаря своим точным данным ДЗЗ и разнообразным функциям, стал незаменимым инструментом для мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Географические информационные системы совместно с интерактивными картами открывают новые возможности для прогнозирования развития сельскохозяйственных процессов и оценки урожайности на различных территориях.

Важно отметить, что использование подобных технологий требует предварительного тестирования и проверки, чтобы минимизировать возможные ошибки и обеспечить достоверность данных в конкретных условиях. Надежность и точность информации, получаемой с помощью OneSoil Map, играет ключевую роль в успешном выращивании сельскохозяйственной продукции. Постоянное обновление и совершенствование функционала спутниковых данных позволяют сельскохозяйственным предприятиям эффективно управлять земельными ресурсами и повышать производительность.

Список источников

1. Гагаринова Н. В., Харатян А. А. Анализ динамики изменения площадей земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: сборник статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции (Краснодар, 22 апреля 2022 г.). Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, 2022. С. 364-368. EDN: AGNKBB

2. Белевитина В. С., Миков К. И., Перов А. Ю. Дистанционное зондирование территории как основание для проведения государственного земельного надзора неиспользуемых земельных участков Краснодарского края // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: сборник статей по материалам V Всероссийской научно-практической конференции (Краснодар, 20 апреля 2023 г.). Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, 2023. С. 44-51. EDN: PBZGWZ

3. Агеева А. Р., Кустов М. В. Особенности мониторинга земель сельскохозяйственного назначения с применением методов дистанционного зондирования и ГИС-технологий // Природные опасности: связь науки и практики: материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию Михаила Ивановича Сумгина (Саранск, 18-19 мая 2023 г.). Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, 2023. С. 31-38. EDN: TYWERR

4. Барсукова Г. Н., Шеуджен З. Р., Ююкина М. В., Карпенко А. А. Применение цифровых технологий для рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в растениеводстве // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 201. С. 370-384. DOI: 10.21515/1990-4665-201-035. EDN: GSWHSK

5. Мелихова Е. В. Использование результатов дистанционного зондирования для управления аграрным производством в засушливых условиях Нижнего Поволжья // Научное обозрение. 2020. № 1. С. 9-15. DOI: 10.35679/1815-4972-2020-1-9-15. EDN: AYRHTX

6. Закаличная О. В. Формирование устойчивого землепользования на основе мониторинга агро-

References

1. Gagarinova NV, Kharatyan AA. Analysis of the dynamics of changes in agricultural land area in the Russian Federation. *Current Issuers and Prospects for the Development of Land and Property Relations: Collection of Articles Based on the Materials of the 4th All-Russian Scientific and Practical Conference (Krasnodar, April 22, 2022).* Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, 2022:364-368. (In Russ). EDN: AGNKBB

2. Belevitina VS, Mikov KI, Perov AYu. Remote sensing of the territory as a basis for state land supervision of unused land plots of the Krasnodar Territory. *Current Issues and Prospects for the Development of Land and Property Relations: Collection of Articles Based on the Materials of the 5th All-Russian Scientific and Practical Conference (Krasnodar, April 20, 2023).* Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, 2023:44-51. (In Russ). EDN: PBZGWZ

3. Ageeva AR, Kustov MV. Features of monitoring of agricultural lands using remote sensing methods and GIS technologies. *Natural Hazards: The Relationship Between Science and Practice: Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 150th Anniversary of Mikhail Ivanovich Sumgin (Saransk, May 18-19, 2023)*. Saransk: National Research Ogarev Mordovia State University, 2023:31-38. (In Russ). EDN: TYWERR

4. Barsukova GN, Sheudzhen ZR, Yuyukina MV, Karpenko AA. The use of digital technologies for the rational use of agricultural land in crop production. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University.* 2024(201):370-384. (In Russ). DOI: 10.21515/1990-4665-201-035. EDN: GSWHSK

5. Melikhova EV. Use of remote sensing results for agricultural management in arid conditions of the Lower Volga Region. *Nauchnoe Obozrenie.* 2020(1):9-15. (In Russ). DOI: 10.35679/1815-4972-2020-1-9-15. EDN: AYRHTX

6. Zakalichnaya OV. Formation of sustainable land use based on monitoring of agricultural landscapes (Simferopol District of the Republic of Crimea): Ph.D. thesis (Geography). Simferopol,

ландшафтов (на примере Симферопольского района Республики Крым): дис. ... канд. геогр. наук. Симферополь, 2023. 204 с. EDN: CPWLIC

7. Мартынова Н. Г., Кравченко В. Г. Мониторинг сельскохозяйственных земель по данным дистанционного зондирования земли // International Agricultural Journal. 2023. Т. 66. № 1. С. 7. DOI: 10.55186/25876740_2023_7_1_7. EDN: MDVALX

8. Гаврилов А. Д., Пилякин А. А., Малинин М. В. Применение космических аппаратов дистанционного зондирования при обзоре земной поверхности // Наукоемкие технологии. 2023. Т. 24. № 7. С. 32-38. DOI: 10.18127/j19998465-202307-04. EDN: MOBBGM

9. Петров М. А. Применение данных дистанционного зондирования для мониторинга использования земель сельскохозяйственного назначения // Каталог научных и инновационных разработок Тарского филиала ФГБОУ ВО Омский ГАУ: сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности. Омск: Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 2022. С. 141-144. EDN: HDXPXW

10. Нежевляк О. В., Гоман Н. В., Шаяхметов М. Р., Бобренко Е. Г., Кадермас И. Г. Дешифрирование данных дистанционного зондирования земли для выявления процессов изменения состояния сельскохозяйственных земель // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2023. № 1(49). С. 41-50. DOI: 10.48136/2222-0364_2023_1_41. EDN: YADTCT

11. Бесимбаева О. Г., Гордейко Е. В. Обзор программного обеспечения для контроля освоения городских территорий по данным космического мониторинга // Фундаментальная и прикладная наука: актуальные вопросы теории и практики: сборник статей VI Международной научно-практической конференции (Пенза, 28 февраля 2024 г.). Пенза: Наука и Просвещение, 2024. С. 30-34. EDN: LPYHRF

12. Гулянов Ю. А. Опыт использования технологий спутникового мониторинга для решения прикладных задач степного земледелия России // Пермский аграрный вестник. 2023. № 3(43). С. 12-20. DOI: 10.47737/2307-2873_2023_43_12. EDN: PNMEPI

13. Жуков В. Д., Сидоренко М. В., Перов А. Ю. Применение ГИС и методов дистанционного зондирования для выявления деградации почв Азово-Кубанской низменности (на примере Ейского района Краснодарского края) // Московский экономический журнал. 2020. № 2. С. 4. DOI: 10.24411/2413-046X-2020-10082. EDN: GCUXWE

14. Интерактивная карта OneSoil Map. URL: https://onesoil.ai/ru/ (дата обращения: 13.11.2024)

15. Попович В. В., Дунаева Е. А. Использование статистических материалов и данных ДЗЗ для мо-

2023:204. (In Russ). EDN: CPWLIC

7. Martynova NG, Kravchenko VG. Remote sensing satellite image-based monitoring of agricultural lands. *International Agricultural Journal.* 2023;66(1):7. (In Russ). DOI: 10.55186/25876740_2023_7_1_7. EDN: MDVALX

8. Gavrilov AD, Pilyakin AA, Malinin MV. Application of remote sensing spacecraft in the survey of the Earth's surface. *Science Intensive Technologies.* 2023;24(7):32-38. (In Russ). DOI: 10.18127/j19998465-202307-04. EDN: MOBBGM

9. Petrov MA. Application of remote sensing data for monitoring the use of agricultural land. *Catalog of Scientific and Innovative Developments of Tarskiy Branch of Omsk State Agrarian University: Proceedings Based on the Results of Research Activities.* Omsk: P. A. Stolypin Omsk State Agrarian University, 2022:141-144. (In Russ). EDN: HDXPXW

10. Nezhevlyak OV, Homan NV, Shayakhmetov MR, Bobrenko EG, et al. Decryption of Earth remote sensing data to identify the processes of changing the state of agricultural land. *Vestnik of Omsk State Agrarian University.* 2023(1(49):41-50. (In Russ). DOI: 10.48136/2222-0364_2023_1_41. EDN: YADTCT

11. Besimbayeva OG, Gordeiko YeV. Review of software for urban development control based on space monitoring data. *Fundamental and Applied Science: Current Issues of Theory and Practice: Collection of Articles from the 6th International Scientific and Practical Conference (Penza, February 28, 2024*). Penza: Nauka i Prosveshchenie, 2024:30-34. (In Russ). EDN: LPYHRF

12. Gulyanov YUA. Actual experience in using satellite monitoring technologies for solving applied problems of steppe farming in Russia. *Perm Agrarian Journal.* 2023(3(43):12-20. (In Russ). DOI: 10.47737/2307-2873_2023_43_12. EDN: PNMEPI

13. Zhukov VD, Sidorenko MV, Perov AYu. Application of GIS and methods of remote sensing for identification of degradation of the Azov-Kuban low soils (on the example of Yesky District of Krasnodar Region). *Moscow Economic Journal.* 2020(2):4. (In Russ). DOI: 10.24411/2413-046X-2020-10082. EDN: GCUXWE

14. OneSoil Map. URL: https://onesoil.ai/ru/ (accessed 13.11.2024)

15. Popovich VV, Dunaeva EA. Use of statistical materials and remote sensing data for monitoring agricultural lands in the regions of the Republic of Crimea. *ISI Science Week: Proceedings of the All-Russian Conference (St. Peters-*

ниторинга сельскохозяйственных земель в районах Республики Крым // Неделя науки ИСИ: сборник материалов Всероссийской конференции (Санкт-Петербург, 01-04 апреля 2024 г.). Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2024. С. 341-343.

16. Strygin SP, Khairullina SG, Tulegenov KK. Application of a precision farming system in soya cultivation. *Science and Education.* 2023(4-2(73):186-194.

17. Бородаев Д. Г. Возможности использования методов ДЗЗ для мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Современные проблемы агропромышленного комплекса: сборник научных трудов 74-й Международной научно-практической конференции (Кинель, 16 июня 2021 г.). Самарский государственный аграрный университет (Кинель), 2021. С. 40-42. EDN: IYKSQL

18. Зайцева Я. В., Остапенко О. В. Рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения Тимашевского района // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: сборник статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции (Краснодар, 22 апреля 2022 г.). Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, 2022. С. 119-123. EDN: JYNVYF

19. Туктамышев И. Р., Широких П. С., Муллагулов Р. Ю. Об информативности спектральных каналов и NDVI спутника ДЗЗ Landsat 5 TM Landsat 7 ETM+ для оценки стадий зарастания леса заброшенных сельскохозяйственных территорий // Экобиотех. 2021. Т. 4. № 3. С. 178-185. DOI: 10.31163/2618-964X-2021-4-3-178-185. EDN: AMDDGN

20. Никонорова И. В., Гуменюк А. Е., Пивоваров И. А. Оценка состояния плодородия почв сельскохозяйственных угодий с использованием ГИС-технологий // Успехи современного естествознания. 2021. № 12. С. 173-178. DOI: 10.17513/use.37755. EDN: PAQDCK

21. Якушев В. П., Якушев В. В., Блохина С. Ю., Блохин Ю. И, Матвеенко Д. А. Перспективы выявления идентификационных показателей состояния посевов по аэрокосмическим снимкам и специализированным полевым исследованиям // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 4. С. 113-127. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-4-113-127. EDN: DERGOI

22. Туганова Р. С., Юльметова Р. Ф. Разработка нейросетевых моделей для автоматического мониторинга состояния сельскохозяйственных земель на основе спутниковых снимков // Успехи современного естествознания. 2023. № 5. С. 7-12. DOI: 10.17513/use.38034. EDN: UNOBAS

23. Кузнецова А. С. Пушкарев А. А., Краснощеburg, April 1-4, 2024).* St. Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2024:341-343. (In Russ).

16. Strygin SP, Khairullina SG, Tulegenov KK. Application of a precision farming system in soya cultivation. *Science and Education.* 2023(4-2(73):186-194. (In Russ).

17. Borodaev DG. Possibilities of using remote sensing methods for monitoring agricultural lands. *Current Issues of the Agro-Industrial Complex: Collection of Scientific Papers of the 74th International Scientific and Practical Conference (Kinel, June 16, 2021)*. Samara State Agrarian University (Kinel), 2021:40-42. (In Russ). EDN: IYKSQL

18. Zaitseva YV, Ostapenko OV. Rational use of agricultural land Timashevsky District. Current Issues and Prospects for the Development of Land and Property Relations: *Collection of Articles Based on the Materials of the 4th All-Russian Scientific and Practical Conference (Krasnodar, April 22, 2022).* Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, 2022:119-123. (In Russ). EDN: JYNVYF

19. Tuktamyshev IR, Shirokikh PS, Mullagulov RY. On the information content of spectral channels and NDVI of the Landsat 5 TM landsat 7 ETM+ remote sensing satellite for assessing the stages of forest overgrowth of abandoned agricultural lands. Ecobiotech.2021;4(3):178-185. (In Russ). DOI: 10.31163/2618-964X-2021-4-3-178-185. EDN: AMDDGN

20. Nikonorova IV, Gumenyuk AE, Pivovarov IA. Assessment of the fertility state of agricultural areas with the use of Gis technologies. *Uspekhi Sovremennogo Estestvoznaniya.* 2021(12):173-178. (In Russ). DOI: 10.17513/use.37755. EDN: PAQDCK

21. Yakushev VP, Yakushev VV, Blokhina SYu, Blokhin YI, et al. Prospects for revealing identification indicators of crop canopy based on aerospace imagery and field precision experimentation. *Sovremennye Problemy Distantsionnogo Zondirovaniya Zemli iz Kosmosa.* 2022;19(4):113-127. (In Russ). DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-4-113-127. EDN: DERGOI

22. Tuganova RS, Yulmetova RF. Development of neural network models for automatic monitoring of agricultural land degradation based on satellite imagery. *Uspekhi Sovremennogo Estestvoznaniya.* 2023(5):7-12. (In Russ). DOI: 10.17513/use.38034. EDN: UNOBAS

23. Kuznetsova AS, Pushkarev AA, Krasnoshchekov KV, et al. Application of FABDEM and other modern digital elevation models in the agricultural monitoring system. *Information and*

ков К. В., Якубайлик О. Э., Ерунова М. Г. Применение FABDEM и других современных цифровых моделей рельефа в системе аграрного мониторинга // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2023. – № 4(32). С. 139-147. DOI: 10.25729/ESI.2023.32.4.012. EDN: UVYRVI

Mathematical Technologies in Science and Management. 2023(4(32):139-147. (In Russ). DOI: 10.25729/ESI.2023.32.4.012. EDN: UVYRVI

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Бондарчук Алина Валерьевна, магистрант кафедры землеустройства и земельного кадастра, землеустроительный факультет, Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия, alinavaleri472@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-6863-4364

Перов Александр Юрьевич, кандидат географических наук, доцент кафедры землеустройства и земельного кадастра, землеустроительный факультет, Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия, flick-media@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-2422-7528

Критерии авторства

Перов А. Ю. – методология, постановка цели и задач, написание статьи; Бондарчук А. В. – формулировка выводов, обзор литературных источников.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 05.12.2024
Одобрена после рецензирования 16.12.2024
Принята к публикации 23.12.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Alina V. Bondarchuk, Master's student, Department of Land Management and Land Cadastre, Faculty of Land Management, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia, alinavaleri472@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-6863-4364

Alexander Yu. Perov, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Land Management and Land Cadastre, Faculty of Land Management, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia, flick-media@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-2422-7528

Contribution of the authors

Perov A. Yu. – methodology, setting aims and objectives, paper writing; Bondarchuk A. V. – formulation of conclusions, review of references.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 05.12.2024
Approved after reviewing 16.12.2024
Accepted for publication 23.12.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК: 502/504:628.4.032
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-56-66
EDN: WZTYCL

Государственное регулирование и меры поддержки отрасли обращения и переработки твердых коммунальных отходов в Российской Федерации

© 2024Дега Н. С.✉[1], Петров Н. В.[1], Теунаев О. Х.[1, 2]
[1]Карачаево-Черкесский государственный университет им. У. Д. Алиева
Карачаевск, Россия, dega999@mail.ru✉; 5532874@mail.ru; chistyi_gorod_kchr@mail.ru
[2]ООО «Чистый город»
Черкесск, Россия, chistyi_gorod_kchr@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Цель настоящего исследования состоит в комплексном анализе текущего состояния государственного регулирования и поддержки обращения с отходами, выявлении основных проблем и барьеров, а также разработке рекомендаций, способных повысить эффективность системы управления твердыми коммунальными отходами (ТКО). **Методы.** В работе использовалась комплексная методология, объединяющая нормативно-правовой, статистический, сравнительный, системный и прогнозный подходы. **Результаты.** Проведен анализ инструментов государственного регулирования и стимулирования, направленных на развитие обращения и утилизации ТКО в Российской Федерации. Исследована правовая база, а также нововведения, внедренные в ходе реформы 2019 г. Проанализирован международный опыт, который подчеркивает важность комплексной системы регулирования и стимулирования, включая субсидии, налоговые льготы и ограничения на полигонное захоронение. **Выводы.** Проведенный анализ показал необходимость внедрения многоуровневого подхода для повышения результативности государственного регулирования и поддержки в сфере обращения и переработки ТКО в России. Реализация разработанных рекомендаций, поддержанная актуализацией нормативной базы, укрепит перерабатывающую инфраструктуру, оптимизирует обращение с отходами и повысит уровень переработки, создавая предпосылки для экологической безопасности и улучшения качества жизни.

Ключевые слова: государственное регулирование, меры поддержки, твердые коммунальные отходы, обращение, переработка.

Формат цитирования: Дега Н. С., Петров Н. В., Теунаев О. Х. Государственное регулирование и меры поддержки отрасли обращения и переработки твердых коммунальных отходов в Российской Федерации // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 4. С. 56-66. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-56-66. EDN: WZTYCL

State Regulation and Support Measures for the Industry of Handling and Processing of Municipal Solid Waste in the Russian Federation

© 2024Natalia S. Dega✉[1], Nikolay V. Petrov[1], Oleg Kh. Teunaev[1, 2]
[1]Umar Aliev Karachay-Cherkess State University
Karachayevsk, Russia, dega999@mail.ru✉; 5532874@mail.ru;
chistyi_gorod_kchr@mail.ru
[2]OOO Chistiy Gorod (Limited Liability Company)
Cherkessk, Russia, chistyi_gorod_kchr@mail.ru

ABSTRACT. The **aim** of the research is a comprehensive analysis of the current state of government regulation and support for waste management, identifying the main problems and barriers and developing recommendations that can improve the efficiency of the municipal solid waste management system. **Methods**. The work used a comprehensive methodology that combines regulatory, statistical, comparative, systemic and predictive approaches. **Results.** The article analyzes the instruments of state regulation and incentives aimed at developing the handling and recycling of municipal solid waste in the Russian Federation. The legal framework and innovations introduced during the 2019 reform are studied. It is analyzed the International experience, which emphasizes the importance of a comprehensive system of regulation and incentives, including subsidies, tax breaks and restrictions on landfill disposal. **Conclusions.** The conducted analysis showed the need to implement a multi-level approach to improve the effectiveness of state regulation and support in the field of handling and recycling of municipal solid waste in Russia. The implementation of the developed recommendations, supported by the updating of the regulatory framework, will strengthen the recycling infrastructure, optimize waste handling and increase the level of recycling, creating prerequisites for environmental safety and improving the quality of life.

Keywords: state regulation, support measures, municipal solid waste, handling, recycling.

For citation: Dega NS, Petrov NV, Teunaev OKh. State Regulation and Support Measures for the Industry of Handling and Processing of Municipal Solid Waste in the Russian Federation. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(4):56-66 (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-56-66. EDN: WZTYCL

Введение

Сфера обращения и переработки ТКО в России представляет собой важнейший элемент государственной экологической политики, связанный с необходимостью минимизации экологических рисков и реализации принципов устойчивого развития. В условиях роста объемов отходов и исчерпания возможностей полигонного захоронения на первый план выходит задача формирования эффективной системы управления отходами, способной обеспечить сокращение объемов захоронения, увеличение переработки и вовлечение ресурсов вторичного использования.

Особую значимость проблематика обращения с ТКО приобретает в свете реализации национального проекта «Экология», ключевые цели которого включают переработку 60 % отходов и сокращение объемов их захоронения до 50 % к 2030 г. [1]. Совершенствование нормативно-правовой базы, финансовой поддержки и механизмов стимулирования частного капитала требует глубокого анализа и разработки новых подходов, что подчеркивает актуальность исследования.

Современные научные работы, в частности исследования Бааха Д. [2], Гильмутдинова Б. И. и Биктемировой М. Х. [3], указывают на важность государственной поддержки переработки, а также на необходимость совершенствования систем раздельного сбора отходов. Тем не менее, многие аспекты остаются нерешенными: недостаток перерабатывающих мощностей, слабая финансовая привлекательность проектов и низкий уровень экологической осведомленности населения. Эти вызовы препятствуют достижению стратегических целей и требуют детального изучения.

Цель настоящего исследования состоит в комплексном анализе текущего состояния государственного регулирования и поддержки обращения с отходами, выявлении основных проблем и барьеров, а также разработке рекомендаций, способных повысить эффективность системы управления ТКО. Задачи включают изучение нормативно-правовой базы, анализ передового международного опыта и формирование предложений по адаптации лучших практик к российским условиям.

Материалы и методы исследования

Методология исследования основывалась на изучении нормативно-правовой базы Российской Федерации, включая Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ [4] и Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации» от 29.12.2014 № 458-ФЗ [5], а также сопутствующих актов, регулирующих финансирование экологически значимых проектов. Эти документы позволили выявить основные направле-

ния и существующие пробелы в законодательной системе, регулирующей переработку ТКО.

Для оценки эффективности текущих мер государственной поддержки проводился статистический анализ на основе данных Министерства природных ресурсов и экологии РФ, а также международных баз, таких как Eurostat [6] и Statista [7]. Данный подход позволил объективно исследовать изменения в объемах переработки и утилизации отходов с 2019 по 2023 г., включая динамику доли сортируемых отходов и снижение объемов полигонного захоронения.

Сравнительный анализ, проведенный в рамках исследования, был направлен на изучение опыта Европейского Союза (ЕС) и Китая. Особое внимание уделялось внедрению механизмов расширенной ответственности производителей, субсидированию перерабатывающей инфраструктуры и применению инновационных технологий. Адаптация этих успешных международных практик к условиям российской экономики стала ключевой задачей данного этапа.

Применение системного подхода позволило выявить ключевые барьеры, препятствующие эффективному развитию системы обращения с ТКО в России.

Прогнозный анализ основывался на данных федеральной схемы обращения с отходами, предусматривающей создание 1240 объектов перерабатывающей инфраструктуры к 2030 г. [5]. Расчеты включали оценку ожидаемого сокращения объемов захоронения и роста перерабатывающих мощностей.

Визуализация результатов анализа, включающая графические и табличные методы, позволила наглядно представить основные выводы. Были отображены динамика переработки ТКО, показатели государственной поддержки и сравнительные характеристики механизмов регулирования в России, ЕС и Китае.

Использованная научная база включала работы отечественных и зарубежных исследователей [2; 3; 8-10], которые освещают вопросы переработки отходов и государственной поддержки экологических инициатив. Дополнительно применялись материалы национального проекта «Экология» [11-12], аналитические отчеты Российского экологического оператора (ППК «РЭО») [13], что обеспечило актуальность и глубину анализа.

Таким образом, комплексная методология, объединяющая нормативно-правовой, статистический, сравнительный, системный и прогнозный подходы, обеспечила всестороннее изучение проблем регулирования и поддержки переработки ТКО.

Результаты и их обсуждение

Обращение и переработка ТКО в Российской Федерации находятся под пристальным вниманием государства. Основной целью государственной политики в этой области является создание системы, минимизирующей объемы захоронений отходов и увеличивающей показатели переработки и утилизации [14]. В таблице рассмотрим основные меры государственного регулирования и поддержки в области обращения и переработки ТКО в Российской Федерации.

Оценить влияние государственного регулирования и поддержки в области обращения и переработки ТКО в РФ можно с помощью анализа динамики целевых и фактических показателей по доле ТКО, направляемых на утилизацию и сортировку.

Так, в области утилизации наблюдается положительная динамика (рис. 1). С 2019 по 2023 г. фактические значения оказались выше запланированных, что свидетельствует об успешности мер, направленных на развитие инфраструктуры утилизации. Тем не менее, фактические результаты остаются ниже первоначальных целей, что указывает на необходимость дополнительного финансирования и совершенствования механизмов стимулирования утилизационных мощностей.

Сегмент сортировки ТКО демонстрирует еще более впечатляющие успехи (рис. 2). Фактические показатели существенно превышают принятые целевые значения на протяжении всего рассматриваемого периода, что указывает на результативность государственных мер поддержки, таких как финансирование закупки оборудования для раздельного сбора отходов и развитие инфраструктуры для их сортировки.

Таблица. **Основные меры государственного регулирования и поддержки в области обращения и переработки твердых коммунальных отходов в Российской Федерации**
Table. The main measures of state regulation and support in the field of handling and recycling of solid municipal waste in the Russian Federation

№	**Меры государственной поддержки** Government support measures	**Дата введения, регионы реализации** Date of introduction, regions of implementation	**Достигнутые показатели** Indicators achieved	**Объем и источник бюджета** Scope and source of budget	**Влияние на отрасль обращения и переработки твердых коммунальных отходов в РФ** Impact on the industry of handling and processing of municipal solid waste in the Russian Federation
1	Федеральный закон № 458-ФЗ от 29.12.2014 г.	2014, всероссийская реализация	Все регионы обязаны разрабатывать территориальные схемы обращения с ТКО	Финансирование через региональные бюджеты	Передача полномочий управления ТКО на региональный уровень, улучшение контроля и координации обращения с отходами
2	Национальный проект «Экология»	2019, всероссийская реализация	Рост доли ТКО, направленных на сортировку, с 12 % в 2019 г. до 56,9 % в 2023 г.	Общий бюджет проекта составил 4 трлн руб., включая 101 млрд руб. на систему раздельного сбора. Федеральный бюджет и частные инвестиции через государственно-частное партнёрство.	Повышение доли переработки и утилизации, привлечение инвестиций, расширение инфраструктуры переработки ТКО
3	Постановление Правительства РФ от 21.09 2021 г. № 1587	2021, Москва, Санкт-Петербург, Татарстан, Калининградская область	Привлечение 226,8 млрд руб. частных инвестиций на проекты по переработке	Непосредственные субсидии на проекты, одобренные по «зеленой таксономии», – общий объем не менее 50 млрд руб. Федеральный бюджет, кредиты от госбанков (Сбербанк, ВТБ).	Придание приоритетного статуса проектам по переработке ТКО, повышение доступа к субсидиям и инвестиционной поддержке
4	«Зеленые тарифы» и налоговые льготы	2020 г., Московская область, Татарстан, Краснодарский край, Ленинградская область	Прирост выработки энергии из отходов, запуск первых энергетических установок в Московской области	Тарифная поддержка через региональные операторы, частные инвесторы	Снижение затрат на энергию, полученную от переработки, и налоговые льготы; увеличение привлекательности и рентабельности отрасли

В соответствии с федеральной схемой обращения с отходами к 2030 г. в России планируется ввести в эксплуатацию 1240 объектов инфраструктуры, включая 419 объектов сортировки, 243 объекта компостирования, 110 объектов для производства альтернативного топлива, 7 объектов энергетической утилизации, 152 объекта обезвреживания и 305 современных полигонов. Ожидается, что общая мощность данных объектов составит 95,3 млн т, из которых 28,3 млн т будет отведено для захоронения. Эти меры направлены на сокращение объемов захоронения ТКО до 50 % и обеспечение 100 % сортировки, что является важным шагом к созданию экономики замкнутого цикла [1].

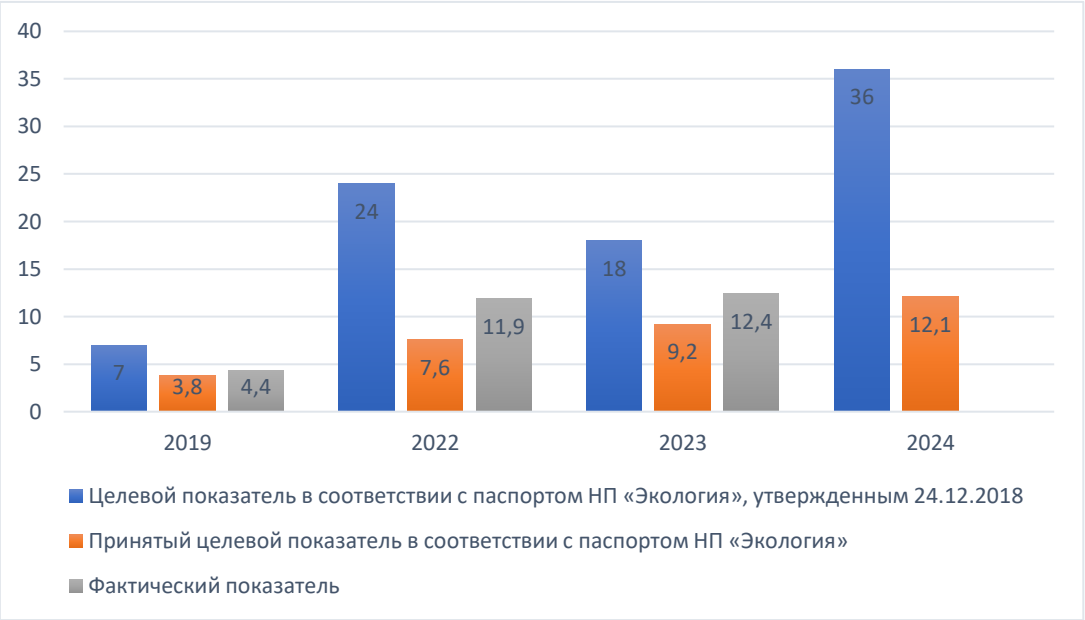


Рис. 1. **Доля твердых коммунальных отходов, направленных на утилизацию (составлено авторами [11; 12])**
Fig. 1. The share of municipal solid waste sent for recycling (compiled by the authors [11; 12])



Рис. 2. **Доля твердых коммунальных отходов, направленных на обработку (сортировку) (составлено авторами [11; 12])**
Fig. 2. The share of municipal solid waste sent for processing (sorting) (compiled by the authors [11; 12])

Таким образом, действующие механизмы государственной поддержки и регулирования отрасли ТКО в России способствуют формированию интегрированной системы управления отходами, направленной на минимизацию их захоронения и максимизацию переработки. Развитие правовой и финансовой базы способствует привлечению инвестиций, созданию перерабатывающей инфра-

структуры и повышению экологической устойчивости. Тем не менее, для достижения стратегических целей на 2030 г. требуется дальнейшее расширение мощностей и совершенствование нормативных и экономических стимулов в данной сфере. «Мусорная реформа» подвергается большой критике со стороны Совета Федерации и Правительства РФ. За шестилетний период работы и значительный прогресс динамика по сбору, утилизации и переработке ТКО во многих регионах остается неудовлетворительной. По мнению вице-премьера Дмитрия Патрушева: «В сфере обращения с ТКО необходимо выстраивать четкую вертикаль управления, формировать проактивную позицию регионов, дорабатывать законопроекты и внедрять новые технологии».

В рамках оценки международного опыты государственного регулирования и поддержки в области обращения и переработки ТКО проведем сравнительную характеристику Китая, Евросоюза и РФ. Опыт Китая, Европейского Союза и России иллюстрирует различные стратегии, которые соответствуют их специфическим экономическим и экологическим условиям (рис. 3).

В Китае значительный акцент сделан на термическую переработку, что позволяет существенно сократить объемы захоронения на полигонах. При среднем объеме отходов на душу населения за 2022 г. в 166 кг и общем объеме ТКО в 255 млн т 62% отходов утилизируются путем сжигания, и только 33 % отправляются на полигоны [7].

В Европейском Союзе, напротив, основное внимание уделяется переработке отходов и внедрению раздельного сбора, что позволило перерабатывать 49 % отходов из общего объема в 223,7 млн т в 2022 г. При этом 27 % отходов направляются на сжигание, и лишь 24 % отправляются на полигоны. При среднем объеме ТКО на душу населения в 509 кг такие высокие показатели переработки стали возможны благодаря строгому экологическому законодательству, программам субсидий и налоговым стимулам [6].

В России средний объем ТКО на душу населения в 2022 г. составил 312,6 кг, что на 122,1 кг меньше показателя 2021 г. (434,7 кг) и на 140,8 кг меньше показателя 2020 г. (453,4 кг). Общий объем ТКО достиг 47 млн т. Согласно исследованию FinExpertiza, около 88 % отходов отправляются на полигоны, 10 % подвергаются переработке, и 2 % – сжиганию [14]. Несмотря на внедрение системы расширенной ответственности производителей и налоговых льгот, этих мер пока недостаточно для существенного снижения объемов захоронения.

На основании проведенного исследования следует сделать вывод, что система обращения и переработки ТКО в Российской Федерации сталкивается с рядом значительных вызовов, которые препятствуют внедрению передовых международных практик.

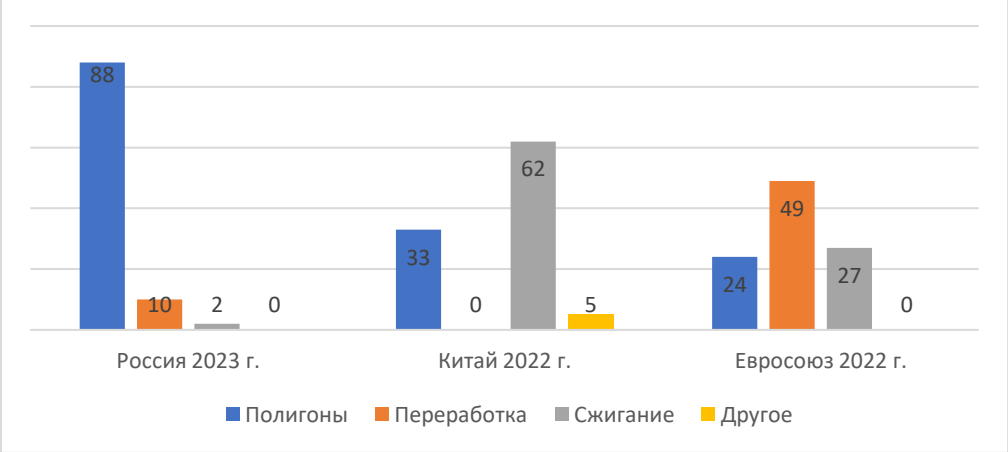


Рис. 3. **Обращение с твердыми коммунальными отходами в России, КНР и ЕС в 2022 г., % (составлено авторами [6-7; 14])**
Fig. 3. Municipal solid waste handling in Russia, China and the EU in 2022, %

(compiled by the authors [**6-7; 14**])

Одной из главных проблем является недостаток перерабатывающих мощностей: на данный момент около 90 % ТКО подвергается полигонному захоронению. «Пока мы находимся на уровне Мексики и Бразилии, отправляя на полигоны до 90 % отходов», – заявила вице-премьер в интервью газете «Аргументы и факты». Данный уровень значительно выше рекомендуемого уровня по международным стандартам. В частности, Директива Совета Европейского Союза 1999/31/ЕС от 26 апреля 1999 г. по полигонам захоронения отходов устанавливает строгие количественные ограничения на объемы захораниваемых бытовых отходов. Согласно положениям данного документа, страны-члены Европейского Союза обязаны обеспечить поэтапное сокращение доли биоразлагаемых компонентов в структуре отходов, направляемых на захоронение: до 35 % от уровня 1995 г. в течение 15 лет с момента вступления директивы в силу. Более того, к 2035 г. предельная доля полигонного размещения всех видов бытовых отходов не должна превышать 10 % их совокупного образования по массе (статьи 5(2) и 5(5) директивы). С учетом вышеизложенного, можно заметить значительное отклонение отечественной системы обращения с ТКО от приоритетов, зафиксированных в международной практике устойчивого развития [15]. В Европейском Союзе и Китае государственная поддержка и значительное привлечение частного капитала стимулируют создание перерабатывающих и утилизирующих предприятий.

Низкий уровень вовлеченности населения в раздельный сбор отходов и недостаток экологической мотивации также создают дополнительные сложности. В странах ЕС раздельный сбор регулируется на государственном уровне и активно поддерживается информационными кампаниями, что способствует росту экологического сознания среди граждан. В России, напротив, нехватка экологического просвещения затрудняет внедрение систем раздельного сбора, ограничивая возможности для переработки и повторного использования материалов.

Кроме того, недостаточное развитие механизмов государственно-частного партнерства и отсутствие унифицированной правовой базы усугубляют ситуацию. В отличие от Китая и ЕС, где государственное частное партнерство является ключевым элементом для привлечения инвестиций, российские проекты сталкиваются с бюрократическими барьерами и низкой экономической привлекательностью, что ограничивает приток частных вложений в отрасль. Отсутствие согласованной правовой системы на уровне субъектов Российской Федерации также препятствует внедрению единых стандартов обращения с отходами.

Также существует серьезный дефицит государственной финансовой поддержки, наряду с недостаточным тарифным регулированием. В то время как в ЕС и Китае предоставляются обширные субсидии и налоговые льготы для поддержки переработки, в России они остаются недостаточными, что замедляет создание и обновление перерабатывающей инфраструктуры. Действующая тарифная система не предусматривает корректировок, связанных с расходами на раздельный сбор и переработку, что негативно сказывается на финансовой устойчивости операторов в сфере обращения с отходами.

Совокупность данных факторов демонстрирует острую необходимость реформирования системы регулирования и поддержки обращения с отходами в России. Опыт Европейского Союза и Китая указывает на то, что интеграция экономических стимулов, единых нормативных требований и значительной государственной поддержки позволяет эффективно решать проблемы управления отходами. Этот международный опыт может стать основой для модернизации российской системы обращения с ТКО.

Ввиду существующих препятствий рекомендуется применение трех групп механизмов государственной поддержки, каждая из которых ориентирована на определенные аспекты и способна минимизировать текущие риски и барьеры. В основу данных предложений положен опыт Китая и Европейского Союза, где интеграция финансовых стимулов, перекрестного субсидирования и налоговых льгот продемонстрировала высокую эффективность в достижении экологически устойчивых целей.

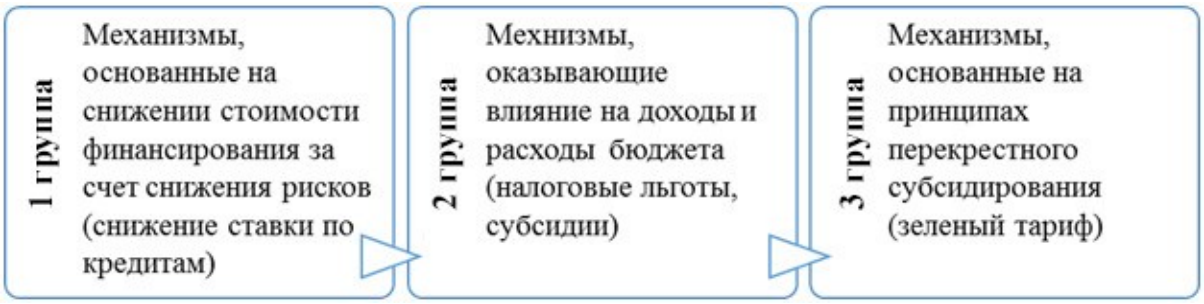


Рис. 4. **Группировка механизмов государственного регулирования и поддержки в области обращения и переработки твердых коммунальных отходов в Российской Федерации (составлено авторами по [2; 14])**

Fig. 4. Grouping of mechanisms of state regulation and support in the field of solid municipal waste handling and recycling in the Russian Federation (compiled by the authors by [2; 14])

Данная схема иллюстрирует приоритетность и последовательность применения трех групп механизмов, отражающих оптимальную стратегию для различных категорий проектов в сфере обращения с отходами.

Первая группа (рис. 4) нацелена на снижение финансовых рисков и затрат для инвесторов, что достигается через меры по удешевлению кредитного финансирования, налоговые преференции и льготы при технологическом подключении. Применение таких мер, как показал опыт ЕС и Китая, позволяет увеличить инвестиционную привлекательность проектов в области переработки отходов и обеспечить приток частного капитала в сектор ТКО. В российском контексте снижение процентных ставок по кредитам и предоставление налоговых льгот для операторов переработки могли бы значительно снизить финансовую нагрузку, тем самым повысив рентабельность проектов в этой сфере. Данные меры рассматриваются в качестве первоочередных для создания финансовой устойчивости и минимизации экономических рисков, с которыми сталкиваются инициаторы проектов.

Во второй группе мер (рис. 4) предусмотрено субсидирование на различных стадиях реализации проектов, включая этапы строительства и эксплуатации объектов по переработке отходов. Европейский опыт показывает, что государственные субсидии на начальных этапах создают условия для быстрой реализации проектов, сокращая операционные издержки и обеспечивая финансовую стабильность предприятий. В Китае субсидии также используются для поддержки инновационных технологий переработки отходов. Для России целесообразно применение подобных субсидий в целях поддержки региональных операторов на этапах запуска и эксплуатации перерабатывающих мощностей, особенно с учетом недостаточной развитости инфраструктуры в этой области.

Третья группа мер (рис. 4) включает механизмы перекрестного субсидирования и использование зеленых тарифов, которые могут применяться, если две предыдущие группы мер не обеспечили достаточной поддержки. Зеленые сертификаты и тарифы, как показывает практика ЕС и Китая, играют ключевую роль в стимулировании внедрения экологически безопасных технологий и стандартов устойчивого развития. В России введение зеленых тарифов и перекрестного субсидирования позволит поддержать проекты, ориентированные на экологическую устойчивость, и сделать их более конкурентоспособными. Важно также предусмотреть отмену обязательств по восстановлению НДС для операторов ТКО, что снизит их налоговую нагрузку и повысит финансовую устойчивость, а устранение существующего неравенства в нормативном регулировании создаст равные условия для всех участников отрасли.

Оптимальная последовательность применения данных групп поддержки начинается с инструментов первой группы, поскольку они минимально нагружают бюджет и создают наиболее благоприятные условия для частных инвестиций. В то же время, для крупных капиталоемких проектов первоочередных мер может быть недостаточно, что обуславливает необходимость подключения инструментов второй группы, направленных на предоставление прямых субсидий. В случае если обе

первые группы мер не дают необходимого эффекта, целесообразно применять третью группу, включающую зеленые тарифы и перекрестное субсидирование. Хотя данные меры требуют более сложной координации, они существенно расширяют возможности финансирования и обеспечивают поддержку для экологически значимых проектов, тем самым способствуя переходу России к более устойчивой системе управления отходами.

Заключение

Проведенный анализ показал необходимость внедрения многоуровневого подхода для повышения результативности государственного регулирования и поддержки в сфере обращения и переработки ТКО в России. Основные ограничения – недостаточная перерабатывающая инфраструктура, преобладание полигонного захоронения и ограниченные стимулы для участников – сдерживают адаптацию экологически устойчивых практик и привлечение инвестиций.

Опыт Китая и Европейского Союза демонстрирует эффективность комплексных мер, таких как снижение инвестиционных рисков, субсидирование и применение зеленых тарифов, что способствует экологически ориентированному развитию отрасли. Для России это требует корректировки тарифного и налогового регулирования и упрощения доступа к экологически значимым данным.

Реализация данных рекомендаций, поддержанная актуализацией нормативной базы, укрепит перерабатывающую инфраструктуру, оптимизирует обращение с отходами и повысит уровень переработки, создавая предпосылки для экологической безопасности и улучшения качества жизни.

Список источников

1. Национальный проект «Экология» // Российский экологический оператор. URL: https://reo.ru/green-course/ (дата обращения: 09.12.2024).

2. Баах Д. Возможности софинансирования добывающими компаниями проектов по переработке твердых коммунальных отходов с получением энергии в условиях Арктики // Горизонты экономики. 2021. № 2(61). С. 111-115. EDN: EHXCYR

3. Гильмутдинов Б. И., Биктемирова М. Х. Финансирование проектов по переработке отходов как экономический шаг к чистоте природы // Научное обозрение. 2017. № 3. С. 109-114. EDN: YHFBIT

4. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ // Справочная правовая система КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 09.12.2024)

5. О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2014 № 458-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172948/ (дата обращения: 09.12.2024)

6. Eurostat. Municipal Waste Statistics. *Eurostat.* URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_WASMUN__custom_1092637/default/table?lang=en (дата обращения: 09.12.2024).

7. Recycling Volume of Solid Industrial Waste in China from 2015 to 2022. *Statista.* URL: https://www.statista.com/statistics/1459509/chin

References

1. National project "Ecology". *Russian ecological operator.* URL: https://reo.ru/green-course/ (accessed 09.12.2024). (In Russ)

2. Baah D. The possibility of co-financing mining companies projects on processing of municipal solid waste to produce energy in the arctic. *Horizons of Economics.* 2021(2(61):111-115. (In Russ). EDN: EHXCYR

3. Gil'mutdinov BI, Biktemirova MKh. Funding waste recycling projects as an economic step towards clean environment. *Nauchnoe Obozrenie.* 2017(3):109-114. (In Russ). EDN: YHFBIT

4. On production and consumption waste: Federal Law of 24.06.1998 No. 89-FZ. Consultant Plus Reference Legal System. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (accessed 09.12.2024). (In Russ)

5. On amendments to the Federal Law "On production and consumption waste", certain legislative acts of the Russian Federation and recognition as invalid of certain legislative acts (provisions of legislative acts) of the Russian Federation: Federal Law of 29.12.2014 No. 458-FZ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172948/ (accessed 09.12.2024). (In Russ)

6. Municipal waste by waste management operations. *Eurostat.* URL:https://ec.europa.eu/ eurostat/databrowser/view/ENV_WASMUN__custom_1092637/default/table?lang=en (accessed 09.12.2024).

7. Recycling Volume of Solid Industrial Waste in China from 2015 to 2022. *Statista.* URL: https://www.statista.com/statistics/1459509/china-recycling-volume-of-solid-industrial-waste/ (accessed 09.12.2024).

a-recycling-volume-of-solid-industrial-waste/ (дата обращения: 09.12.2024).

8. Прохоров В. В., Аникина Ю. А. Инструменты стимулирования развития регионального промышленного кластера по переработке отходов лесного комплекса // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2020. № 4. С. 67-72. EDN: WJDWMS

9. Шкодинский С. В., Рыкова И. Н., Юрьева А. А. Анализ существующей в России системы поддержки инвестиционных проектов в сфере обработки и утилизации отходов // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 5. С. 1-17. DOI: 10.15862/02ECVN521. EDN: MNDNRR

10. Дега Н. С., Петров Н. В., Теунаев О. Х. Инновационные подходы к решению проблем переработки твердых коммунальных отходов на Северном Кавказе // Успехи современного естествознания. 2024. № 11. С. 39-44. DOI: 10.17513/use.38330. EDN: MBICWX

11. Принятый паспорт национального проекта «Экология» // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/np_ecology/241022_%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%20%D0%9D%D0%9F%20%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F.PDF (дата обращения: 09.12.2024).

12. Утвержденный 24.12.2018 паспорт национального проекта «Экология» // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/fbad8a780cfe43d0d4e807eb166ae5fb/NP_EKO_241218.pdf?ysclid=m45vnlnm6d307455069 (дата обращения: 09.12.2024).

13. Публично правовая компания «Российский экологический оператор». URL: https://reo.ru/news (дата обращения: 09.12.2024).

14. В России захоранивается 80 % бытового мусора // FinExpertiza. URL: https://finexpertiza.ru/press-service/researches/2023/zakh-80-musora/ (дата обращения: 09.12.2024).

15. Директива Совета Европейского Союза 1999/31/ЕС о захоронении отходов. URL: https://wecoop.eu/wp-content/uploads/2020/04/Директива-Совета-Европейского-Союза-199931EC-.pdf (дата обращения: 09.12.2024).

8. Prokhorov VV, Anikina JuA. Tools for stimulating the development of a regional industrial cluster for processing forest waste. *RISK: Resursy, Informatsiya, Snabzhenie, Konkurentsiya.* 2020(4):67-72. (In Russ). EDN: WJDWMS

9. Shkodinsky SV, Rykova IN, Yuryeva AA. Analysis of the system for supporting investment projects in the sphere of processing and disposal of waste existing in Russia. *Vestnik Evraziyskoy Nauki.* 2021;13(5):1-17. (In Russ). DOI: 10.15862/02ECVN521. EDN: MNDNRR

10. Dega NS, Petrov NV, Teunaev OKh. Innovative approaches to solving problems of municipal solid waste recycling in the North Caucasus. *Uspekhi Sovremennogo Estestvoznaniya.* 2024(11):39-44. (In Russ). DOI: 10.17513/use.38330. EDN: MBICWX

11. Adopted passport of the national project "Ecology". *Official website of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation.* URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/np_ecology/241022_%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%20%D0%9D%D0%9F%20%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F.PDF (accessed 09.12.2024). (In Russ)

12. Passport of the national project "Ecology" approved on 24.12.2018. *Official website of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation*. URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/fbad8a780cfe43d0d4e807eb166ae5fb/NP_EKO_241218.pdf?ysclid=m45vnlnm6d307455069 (accessed 09.12.2024). (In Russ)

13. Publicly legal company «Russian Ecological Operator». URL: https://reo.ru/news (accessed 09.12.2024). (In Russ)

14. It is buried 80 % of household waste in Russia. *FinExpertiza.* URL: https://finexpertiza.ru/press-service/researches/2023/zakh-80-musora/ (accessed 09.12.2024). (In Russ)

15. Council Directive 1999/31/EC on the landfill of waste. URL: https://wecoop.eu/wp-content/uploads/2020/04/Директива-Совета-Европейского-Союза-199931EC-.pdf (accessed 09.12.2024). (In Russ)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Дега Наталья Сергеевна, кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, естественно-географический факультет, Карачаево-Черкесский государственный университет им. У. Д. Алиева, Карачаевск, Россия,

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Natalia S. Dega, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Ecology and Nature Management, Faculty of Natural Geography, Umar Aliev Karachay-Cherkess State University, Karachayevsk, Russia, dega999@mail.ru, https://orcid.org/0000-

dega999@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-5154-4601

Петров Николай Валерьевич, аспирант кафедры экологии и природопользования, естественно-географический факультет, Карачаево-Черкесский государственный университет им. У. Д. Алиева, Карачаевск, Россия, 5532874@mail.ru

Теунаев Олег Хасанович, аспирант кафедры экологии и природопользования, естественно-географический факультет, Карачаево-Черкесский государственный университет им. У. Д. Алиева, Карачаевск, Россия; генеральный директор ООО «Чистый город», Черкесск, Россия, chistyi_gorod_kchr@mail.ru

0002-5154-4601

Nikolay V. Petrov, Ph.D. student, Department of Ecology and Nature Management, Faculty of Natural Geography, Umar Aliev Karachay-Cherkess State University, Karachayevsk, Russia, 5532874@mail.ru

Oleg Kh. Teunaev, Ph.D. student, Department of Ecology and Nature Management, Faculty of Natural Geography, Umar Aliev Karachay-Cherkess State University, Karachayevsk, Russia; General Director, OOO Chistiy Gorod (Limited Liability Company), Cherkessk, Russia, chistyi_gorod_kchr@mail.ru

Критерии авторства

Дега Н. С. – постановка цели и задач, методология, написание статьи, формулировка выводов; Петров Н. В. – построение графического материала, обработка данных, обзор литературных источников; Теунаев О. Х. – составление таблиц, обработка данных, обзор литературных источников.

Contribution of the authors

Dega N. S – setting aims and objectives, metadology, paper writing, formulating conclusions; Petrov N. V. – graphic material construction, data processing, references review; Teunaev O. Kh. – tabulation, data processing, references review.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 10.12.2024
Одобрена после рецензирования 19.12.2024
Принята к публикации 23.12.2024

The article was submitted 10.12.2024
Approved after reviewing 19.12.2024
Accepted for publication 23.12.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК: 338.2
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-67-76
EDN: YXAZTW

Анализ подготовки единого документа территориального планирования и градостроительного зонирования города Краснодара для комплексного управления территориями

© 2024**Осенняя А. В.**✉[1], **Гура Д. А.**[1,2], **Андрющенко А. Е.**[1], **Осенняя Е. А.**[1]
[1]Кубанский государственный технологический университет
Краснодар, Россия, avosen2910@yandex.ru✉; gda-kuban@mail.ru;
andr.anna.e@gmail.com; osennaaliza203@gmail.com
[2]Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина
Краснодар, Россия, gda-kuban@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Целью исследования является анализ опыта подготовки единого документа территориального планирования и градостроительного зонирования (ТПиГЗ) для муниципального образования г. Краснодар. **Методы**. С помощью сравнительного и описательного методов исследования было проведено частичное сопоставление старой, актуальной градостроительной документации с новым документом. Также был проведен анализ действующей нормативно-правовой базы, которая регулирует сферу комплексного градостроительного развития территории. **Результаты.** Приведено краткое описание текстовой и графической частей вышеуказанного документа, а также процедура представления проекта единого документа гражданам. Проанализированы градостроительные решения, принятые после заключения комиссии. Предложено дальнейшее совершенствование единого документа через совмещение его с другими и использование интеллектуальных информационных систем. **Выводы.** Содержание единого документа ТПиГЗ повторяет состав двух других – генерального плана и правил землепользования и застройки г. Краснодара. Основным отличием новой документации является полная согласованность всей информации, содержащейся в нем. Для раскрытия всех возможностей этого документа необходимо соединить его с другой градостроительной документацией и применить информационную систему поддержки принятия решений и трехмерное моделирование территории.

Ключевые слова: территориальное планирование, градостроительное зонирование, комплексный подход к управлению территориями, генеральный план, правила землепользования и застройки, объект градостроительной деятельности.

Формат цитирования: Осенняя А. В., Гура Д. А., Андрющенко А. Е., Осенняя Е. А. Анализ подготовки единого документа территориального планирования и градостроительного зонирования города Краснодара для комплексного управления территориями // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 4. С. 67-76. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-67-76. EDN: YXAZTW

Analysis of Unified Document Preparation for the Territorial Planning and Urban Zoning of Krasnodar for Integrated Territory Management

© 2024**Anna V. Osennyaya**✉[1], **Dmitry A. Gura**[1, 2],
Anna E. Andryushchenko[1], **Elizaveta A. Osennyaya**[1]

[1]Kuban State Technological University
Krasnodar, Russia, avosen2910@yandex.ru✉; gda-kuban@mail.ru;
andr.anna.e@gmail.com; osennaaliza203@gmail.com
[2] Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin
Krasnodar, Russia, gda-kuban@mail.ru

ABSTRACT. The **aim** of the research is to analyze the experience of preparing a unified document of territorial planning and urban zoning for the municipality of Krasnodar. **Methods.** Using comparative and descriptive research methods, a partial comparison of the old, current urban planning documentation with the new document was carried out. An analysis of the current regulatory framework, which regulates the sphere of integrated urban development of the territory, was also carried out. **Results.** A brief description of the text and graphic parts of the above document, as well as the procedure for submitting the draft of a single document to citizens are provided. The urban planning decisions made after the commission's conclusion are analyzed. It is proposed to further improve the single document by combining it with others and using intelligent information systems. **Conclusions.** The content of a unified document for the territorial planning and urban zoning repeats the composition of the other two – the general plan and the rules of land use and development of Krasnodar. The main difference of the new documentation is the complete consistency of all the information contained in it. To reveal all the possibilities of this document, it is necessary to connect it with other urban planning documentation and apply an information system for decision support and three-dimensional modeling of the territory.

Keywords: territorial planning, urban zoning, integrated approach to territory management, master plan, land use and development rules, urban planning object.

For citation: Osennyaya AV, Gura DA, Andryushchenko AE, Osennyaya EA. Analysis of Unified Document Preparation for the Territorial Planning and Urban Zoning of Krasnodar for Integrated Territory Management. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(4):67-76 (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-67-76. EDN: YXAZTW

Введение

Единый документ территориального планирования и градостроительного зонирования (ТПиГЗ) является новшеством в градостроительной документации, которое призвано не только объединить два наиболее значимых для градостроительного развития поселений документа (генеральный план городского поселения и правила землепользования и застройки), но и усовершенствовать процедуры по организации разработки, согласования и утверждения этих документов, сократить общие сроки принятия, обеспечить их согласованность и улучшить инвестиционную привлекательность муниципальных образований в целом [1]. Данный документ является первым, который предполагает комплексный подход к управлению территорией.

Официально в Градостроительный кодекс РФ статья 28.1 «Единый документ территориального планирования и градостроительного зонирования поселения, муниципального округа, городского округа» была введена Федеральным законом от 19.12.2022 N 541-ФЗ [2; 3]. Но предпосылками к созданию данного документа может являться комплексный градостроительный подход к проектированию территории в проектах Института территориального планирования (ИТП) «Град». Данный подход был применен для отдельных городов Урала, Западной Сибири, Дальнего Востока и Южно-Сахалинской агломерации еще в начале 2000-х гг.

Для своего времени подобные проекты являлись новшеством в подходе к разработке градостроительной документации, они предполагали всесторонний анализ и выработку стратегии социально-экономического и пространственного развития городов, а также включали основные документы как стратегического, так и тактического планирования развития территорий. Внедрение подобных проектов позволяло принимать более эффективные решения на уровне управления, прежде всего, градостроительным развитием территорий [4].

Такие разработки показывают, насколько эффективно единовременное создание объединенной документации в сфере планирования и зонирования территорий.

Материалы и методы исследования

В данном исследовании главным материалом выступает единый документ г. Краснодара и непосредственно сама территория населенного пункта. Основными методами исследования являются сравнительный, описательный. Сравнение основано на частичном сопоставлении старых, но еще актуальных по срокам службы генерального плана и правил землепользования и застройки новому документу. Описание основывается на представлении состава единого документа, порядке его принятия и утверждения, его содержании. Также был проведен анализ действующей нормативно-правовой базы, которая регулирует сферу комплексного градостроительного развития территории. Дополнительно был проанализирован опыт ИТП «Град» в этой области.

С учетом всей имеющейся информации были предложены возможные улучшения, которые направлены на раскрытие потенциала единого документа ТПиГЗ для реализации возможного системного и всестороннего управления территориями городов.

На основе изученных данных были сделаны соответствующие выводы, что новый документ обладает большим потенциалом в будущем. Он является соединением двух градостроительных документов в одно целое. Для развития возможностей такого документа в сфере комплексного управления территориями необходимо объединить его с другой документацией из градостроительной и прочих сфер, которая поможет дополнить существующую.

Результаты и их обсуждение

После вступления в силу вышеупомянутых изменений в Градостроительном кодексе РФ одним из первых таких комплексных градостроительных проектов является единый документ ТПиГЗ г. Краснодара – генеральный план данного муниципального образования, в том числе подготовленный применительно к отдельным населенным пунктам, входящим в его состав, частям населенного пункта, которые наряду с положением о территориальном планировании и картами, подлежащими включению в генеральный план, содержат карты градостроительного зонирования, градостроительные регламенты в отношении земельных участков и объектов капитального строительства, порядок применения карт градостроительного зонирования и градостроительных регламентов и внесения в них изменений [2; 5; 6].

Текстовая часть нового документа объединила ранее разработанные и утвержденные тексты генерального плана и правил землепользования и застройки с некоторыми корректировками в части актуализации этих документов, что и было предусмотрено законодательно [7; 8].

Графические материалы состоят из карты планируемого размещения объектов местного значения городского округа, относящихся к различным областям объектов обслуживания, а также из других карт, например, границ населенных пунктов [9].

Также к единому документу г. Краснодара прилагаются материалы по обоснованию принятых решений в данном документе. Текстовая часть обоснований ссылается прежде всего на документы стратегического планирования более высоких уровней, на национальные проекты, разработанные и утвержденные инвестиционные программы в различных областях народного хозяйства РФ, которые затрагивают градостроительное развитие муниципального образования. Здесь оценивается возможное влияние планируемых объектов местного значения на комплексное развитие муниципальных районов и всего муниципального образования в целом, проводится расчет технико-экономических показателей [10; 11].

Графическая часть материалов по обоснованию нового документа вполне ожидаемо содержит традиционный набор генерального плана и правил землепользования и застройки, предусмотренный законодательно, начиная от карты современного состояния территории, и заканчивая сведениями о границах территориальных зон и населенных пунктов [7].

Версия единого документа г. Краснодара была обнародована 4 октября 2024 г., а 16 октября был опубликован проект документа: карты функциональных зон, размещения социальных объектов, развития транспорта и др. Вследствие этого было опубликовано постановление о проведении общественных обсуждений по данному проекту, которые проводились с 19 по 25 октября 2024 г. [12]. Все

предложения и замечания, поступившие от граждан, были проанализированы комиссией по землепользованию и застройке [13].

На заседании городской думы г. Краснодара депутатами был одобрен и принят данный документ, который будет введен с 1 марта 2025 г. на 20-летний период.

Но в связи с тем, что всего лишь пару лет назад утвердили генеральный план и внесли изменения в правила землепользования и застройки [14-16] возникает вопрос – насколько обоснованно было создавать новый документ, если старые делались с перспективой развития города на 20 лет?

В ответ на это можно сказать, что разработка единого документа ТПиГЗ для данного населенного пункта дала возможность привести в соответствие оба документа, соединив их. Также на производство этого документа повлияло наличие в них градостроительных ошибок.

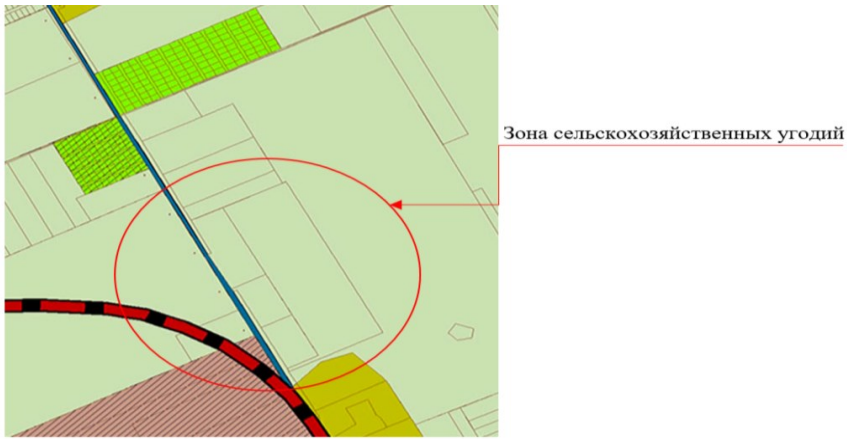


Рис. 1. **Фрагмент карты функциональных зон рядом с кварталом Пригородный из Генерального плана г. Краснодара с внесенными изменениями от 10.09.2020 г.**
Fig. 1. A fragment of functional zones map near the Prigorodny quarter from the General Plan of Krasnodar dated 09.10.2020

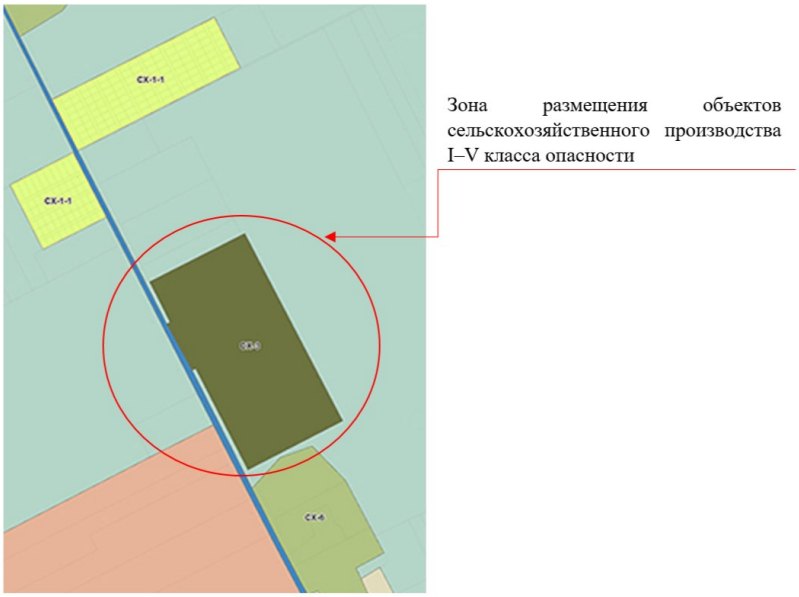


Рис. 2. **Фрагмент карты градостроительного зонирования рядом с кварталом Пригородный из Правил землепользования и застройки г. Краснодара с внесенными изменениями от 05.06.2023**
Fig. 2. Fragment of urban planning zoning map near the Prigorodny block from the Rules of land use and development of Krasnodar dated 06.05.2023



Рис. 3. **Фрагмент карты функциональных зон поселка Разъезд из Единого документатерриториального планирования и градостроительного зонирования г. Краснодара от 04.10.2024 г.**
Fig. 3. Fragment of functional zones map of Razyezd village from the Unified document of territorial planning and urban zoning of Krasnodar dated 04.10.2024



Рис. 4. **Фрагмент карты градостроительного зонирования рядом с кварталом Пригородный из Единого документа территориального планирования и градостроительного зонирования г. Краснодара от 04.10.2024 г.**
Fig. 4. A fragment of the urban zoning map near the Prigorodny block from the Unified document of territorial planning and urban zoning of Krasnodar dated 04.10.2024

Одной из таких проблем являлось несогласованность функциональных и территориальных зон друг с другом (рис. 1, 2). При этом возникали ситуации, когда происходило наложение этих зон. Это является результатом создания генерального плана города и правил землепользования и застройки в разное время. Данные моменты были учтены в едином документе, выравнивание границ зон осуществлялось по границам земельных участков и была соблюдена согласованность этих зон (рис. 3, 4).

В старом генеральном плане было предусмотрено всего 750 социальных объектов. В новом документе предусматривается размещение свыше тысячи таких

объектов, среди которых 77 поликлиник, 18 больниц, 414 детских садов, 337 спортивных сооружений, 188 школ, 27 домов культуры и т. п. Но так как население города очень быстро растет, планируемого количества также может оказаться недостаточно.

Немаловажным аспектом для г. Краснодара является также планирование расширения площади зеленых насаждений общего пользования с 790 до 2804 га.

Новым и спорным моментом является выведение 7,4 тыс. га земель населенных пунктов под земли сельскохозяйственного использования. Данное решение основано на президентском поручении об обеспечении продовольственной безопасности России, т. е. земли сельскохозяйственного использования эксплуатируются нецелесообразно, так как вместо крестьянско-фермерских хозяйств строятся коттеджные поселки без необходимой инфраструктуры. Это может остановить строительство таких незапланированных объектов.

Но до активного строительства коттеджных поселков было построено большое количество индивидуальных жилых домов на различных пригородных территориях. Теперь существует вероятность сноса уже построенных жилых домов, так как они могут не соответствовать требованиям, предъявляемым к ним при отсутствии получения разрешения на их строительство [17]. Так, площадь объекта недвижимости должна составлять не более 500 м^2, а занимаемая доля земельного участка быть не более 0,25 % [18].

В концепцию единого документа было заложено комплексное управление территориями, которое предполагает сбалансированное развитие жилищного строительства, социальной, транспортной, инженерной инфраструктур, создание комфортной среды и развитие природно-экологического каркаса, развитие экономической базы, создание новых рабочих мест.

Следует отметить, что, несомненно, данный документ обладает явными преимуществами по сравнению с разновременно принятыми и разрабатываемыми зачастую различными профессиональными коллективами, но в итоге на нынешнем этапе он просто механически объединяет два документа.

Для эффективного внедрения идеи комплексного управления территорией единый документ ТПиГЗ следует объединить с другой документацией. К ним можно отнести проект межевания территории, стратегию социально-экономического развития и план ее реализации, концепцию пространственного развития, проект по планировке территории, нормативы строительного проектирования и другие документы [4; 19]. Опыт ИТП «Град» показал успешность создания подобных комплексных проектов применительно к различным территориям РФ.

Так, например, для большего раскрытия потенциала единого документа его можно совместить с документацией по планировке территории применительно к малым городам на начальном этапе, с расширением практики такого объединения градостроительной документации (при положительном эффекте подобных проектов) для отдельных крупных и крупнейших городов. Такое объединение может способствовать, например, созданию единого плана красных линий.

Дальнейшим шагом является применение информационной системы поддержки принятия решений (ИСППР) и создание трехмерной модели города на основе мониторинга. Это поможет выделить основные цели и задачи планирования, эффективно решить возникшие проблемы, что способствует формированию комфортной городской среды [20].

Заключение

Содержание единого документа ТПиГЗ повторяет состав двух своих «предшественников», которые объединены в нем. Основным отличием является полная согласованность всей информации, содержащейся в новом виде документации. Авторы считают, что необходимым условием при принятии проекта единого документа является учет всех мнений и пожеланий различных категорий местного сообщества как на начальной стадии, так и в ходе его реализации.

Единый документ ТПиГЗ – это хороший базис для комплексного градостроительного развития территорий. Для такого перспективного города, как Краснодар, данный документ может помочь решить градостроительные проблемы, которые копились десятилетиями. Несомненно, что решение подобных проблем потребует длительного времени. При этом должен непременно происходить постоянный анализ оценки влияния утвержденного единого документа на принятую стратегию развития города в целом.

Для раскрытия всех возможностей этого документа необходимо соединить его с другой градостроительной документацией, например, с проектом межевания территории и проекта по планировке территории. Далее необходимо применить ИСППР и трехмерное моделирование территории. Это делается для того, чтобы понять более подробно всю сложившуюся ситуацию в городской среде и развить открывающиеся перспективы в векторе территориального развития и комплексного управления территориями.

Список источников

1. Важность Единого документа территориального планирования обсудили в Государственной думе // Комитет Государственной Думы по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству. Государственная Дума Федерального Собрания Российской Федерации. URL: http://stroi.duma.gov.ru/novosti/8b098ff9-ebe1-4b38-9d47-747a8e76622e (дата обращения: 01.12.2024).

2. Градостроительный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2004 N 190-ФЗ (редакция от 26.12.2024) // Справочная правовая система КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 02.12.2024).

3. О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и статью 18.1 Федерального закона «О защите конкуренции»: Федеральный закон от 19.12.2022 N 541-ФЗ // Справочная правовая система КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_434583/ (дата обращения: 01.12.2024).

4. Береговских А. Н. Преимущества разработки комплексных проектов градостроительного развития городов и агломераций // Вестник евразийской науки. 2024. Т. 16. № 3. С. 48. EDN SOLXVS

5. Об утверждении Правил подготовки и утверждения единого документа территориального планирования и градостроительного зонирования поселения, муниципального округа, городского округа, внесения в него изменений и состава материалов по обоснованию единого документа территориального планирования и градостроительного зонирования поселения, муниципального округа, городского округа: Постановление Правительства Российской Федерации от 29 июня 2023 года N 1076 // Правительство России. URL: http://government.ru/docs/all/148386/ (дата обращения: 01.12.2024).

6. Рудяшко А. А. Новая градостроительная политика. Предпосылки создания. Полномочия органов власти // Юриспруденция, государство и общество: современные правовые проблемы: сборник статей Международной научно-практической конференции (Пенза, 30 января 2023 г.). Пенза: Наука и Просвещение, 2023. С. 28-32. EDN KBVMYD

7. Общественные обсуждения по проекту единого документа территориального планирования и градостроительного зонирования муниципального образования город Краснодар // Портал общественных обсуждений Краснодара. URL:

References

1. The importance of the Unified Territorial Planning Document was discussed in the State Duma. *The State Duma Committee on Construction, Housing and Public Utilities. State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation.* URL: http://stroi.duma.gov.ru/novosti/8b098ff9-ebe1-4b38-9d47-747a8e76622e (accessed: 01.12.2024). (In Russ)

2. Urban Development Code of the Russian Federation: Federal Law of 29.12.2004 N 190-FZ (as amended on 26.12.2024). *ConsultantPlus Reference Legal System*. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (accessed on 02.12.2024). (In Russ)

3. On amendments to the Urban Development Code of the Russian Federation and Article 18.1 of the Federal Law "On Protection of Competition": Federal Law dated 19.12.2022 N 541-FZ. *ConsultantPlus Reference Legal System.* URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_434583/ (accessed: 01.12.2024). (In Russ)

4. Beregovskikh AN. Advantages of developing integrated urban development projects for cities and agglomerations. *Vestnik Evraziyskoy Nauki.* 2024;16(3):48. (In Russ). EDN SOLXVS

5. On approval of the Rules for the preparation and approval of a single document for territorial planning and urban zoning of a settlement, municipal district, urban district, amendments thereto and the composition of materials to justify a single document for territorial planning and urban zoning of a settlement, municipal district, urban district: Resolution of the Government of the Russian Federation dated June 29, 2023 N 1076. *Government of Russia.* URL: http://government.ru/docs/all/148386/ (accessed 01.12.2024). (In Russ)

6. Rudyashko AA. New urban planning policy. Prerequisites for creation. Powers of the authorities. *Jurisprudence, State and Society: Modern Legal Issues: Collection of Articles from the International Scientific and Practical Conference (Penza, January 30, 2023).* Penza: Science and Education, 2023:28-32. (In Russ). EDN KBVMYD

7. Public discussions on the draft of a single document for the territorial planning and urban zoning of the municipality of Krasnodar. *Portal of public discussions of Krasnodar.* URL: https://golos.krd.ru/obschestvennye-obsuzhdeniya/discussion_16102024_084015/

https://golos.krd.ru/obschestvennye-obsuzhdeniya/discussion_16102024_084015/ (дата обращения: 01.12.2024).

8. Калмыкова А. К., Херувимова И. А. Единый документ территориального планирования и градостроительного зонирования // Вопросы планировки и застройки городов: сборник материалов XXXV Международной научно-практической конференции (Пенза, 08–09 июля 2023 г.) Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2023. С. 142-145. EDN LCKXNT

9. Скакодуб Н. Р. О едином документе территориального планирования и градостроительного зонирования на муниципальном уровне // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2024. № 7(274). С. 19-25. EDN VPBVEA

10. Майборода В. А. О новом публично-правовом инструменте – едином документе территориального планирования и градостроительного зонирования // Хозяйство и право. 2023. № 1(552). С. 84-95. DOI 10.18572/0134-2398-2023-1-84-95. EDN PPLZZD

11. Митягин С. Д., Майборода В. А. Единство публичной власти в едином документе градостроительного планирования и территориального зонирования // Градостроительство. 2023. № 1-2(83-84). С. 2-6. EDN ZHBTQX

12. Экспозиции проекта Единого документа территориального планирования откроются в Краснодаре 21 октября 2024 // Кубанские Новости. URL: https://kubnews.ru/obshchestvo/2024/10/20/ekspozitsii-proekta-edinogo-dokumenta-territorialnogo-planirovaniya-otkroyutsya-v-krasnodare-21-oktya/ (дата обращения: 02.12.2024)

13. Опубликован проект Единого документа территориального планирования Краснодара // МК на Кубани. URL: https://kuban.mk.ru/social/2024/10/22/opublikovan-proekt-edinogo-dokumenta-territorialnogo-planirovaniya-krasnodara.html (дата обращения: 02.12.2024)

14. О генеральном плане муниципального образования город Краснодар: Решение городской Думы Краснодара от 02.09.2020 № 100 п. 1 // Документы городской Думы. URL: https://krd.ru/dokumenty/dokumenty-gorodskoy-dumy/document-09092020101646/ (дата обращения: 01.12.2024)

15. Об утверждении правил землепользования и застройки на территории муниципального образования город Краснодар: Решение городской Думы Краснодара от 30 января 2007 года N 19 п. 6 (с изменениями на 29 мая 2023 года) // Документы городской Думы. URL: https://docs.cntd.ru/document/446130397 (дата обращения 01.12.2024).

16. Лифенцева Д. А., Осенняя А. В., Грибкова И. С., Коломыцев А. А. Анализ основных изменений в правилах землепользования и застройки МО го-

(accessed 01.12.2024). (In Russ)

8. Kalmykova AK, Kheruvimova IA. Unified document of territorial planning and urban zoning. *Issues of Urban Planning and Development: Proceedings of 35th International Scientific and Practical Conference (Penza, July 08-09, 2023).* Penza: Penza State University of Architecture and Civil Engineering, 2023:142-145. (In Russ). EDN LCKXNT

9. Skakodub NR. On a single document of territorial planning and urban zoning at the municipal level. *Imushchestvennye Otnosheniya v Rossiyskoy Federatsii.* 2024(7(274):19-25. (In Russ). EDN VPBVEA

10. Mayboroda VA. On a new public law instrument: the unified document of territorial planning and urban development zoning. *Khozyaystvo i Pravo.* 2023(1(552):84-95. (In Russ). DOI 10.18572/0134-2398-2023-1-84-95. EDN PPLZZD

11. Mityagin DS, Mayboroda AV. Unity of public power in a unified document of urban planning and territorial zoning. *Gradostroitel'stvo.* 2023(1-2(83-84):2-6. (In Russ). EDN ZHBTQX

12. Expositions of the draft unified territorial planning document will open in Krasnodar on October 21, 2024. *Kuban News*. URL: https://kubnews.ru/obshchestvo/2024/10/20/ekspozitsii-proekta-edinogo-dokumenta-territorialnogo-planirovaniya-otkroyutsya-v-krasnodare-21-oktya/ (accessed 02.12.2024). (In Russ)

13. The draft unified territorial planning document for Krasnodar has been published. *MK na Kubani.* URL: https://kuban.mk.ru/social/2024/10/22/opublikovan-proekt-edinogo-dokumenta-territorialnogo-planirovaniya-krasnodara.html (accessed 02.12.2024). (In Russ)

14. On the general plan of the municipality of Krasnodar: Decision of Krasnodar State Duma of September 2, 2020 No. 100, paragraph 1. *Documents of the State Duma.* URL: https://krd.ru/dokumenty/dokumenty-gorodskoy-dumy/document-09092020101646/ (accessed 01.12.2024). (In Russ)

15. On approval of the rules for land use and development on the territory of the municipality of Krasnodar: Decision of Krasnodar State Duma of January 30, 2007 No. 19, paragraph 6 (as amended on May 29, 2023). *Documents of the State Duma.* URL: https://docs.cntd.ru/document/446130397 (accessed 01.12.2024). (In Russ)

16. Lifentseva DA, Osennyaya AV, Gribkova IS, Kolomytsev AA. Nalysis of major changes in the rules of land termination and construction of Krasnodar. *Electronic Network Polythematic Journal "Scientific Works of Kubstu".* 2019(2):344-350. (In Russ). EDN ZCNVYN

род Краснодар // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2019. № 2. С. 344-350. EDN ZCNVYN

17. Градостроительная сингулярность: какой будет будущая застройка Краснодара. 2024. // РБК. URL: https://kuban.rbc.ru/krasnodar/17/10/2024/6711091e9a794707805b4b2d (дата обращения: 02.12.2024).

18. Закон о фермерских домах разрешил строить на сельскохозяйственной земле: комментарии юриста. 2021. // Agrobook. URL: https://agrobook.ru/instruction/zakon-o-fermerskih-domah-razreshil-stroit-na-selskohozyaystvennoy-zemle-kommentarii (дата обращения: 02.12.2024).

19. Береговских А. Н. Градостроительное проектирование как интеллектуальный базис системы управления развитием территорий // Вестник МГСУ. 2024. Т. 19. № 8. С. 1248-1259. DOI 10.22227/1997-0935.2024.8.1248-1259. EDN OQQEOU

20. Гура Д. А., Дьяченко Р. А., Саввиди К. Л., Дражецкий Д. А. Разработка структуры интеллектуальной системы для решения задач территориального планирования // Передовые исследования Кубани: сборник материалов Ежегодной отчетной конференции грантодержателей Кубанского научного фонда (Сочи, 29-31 мая 2024 г.). Краснодар: Кубанский научный фонд, 2024. С. 197-200. EDN DMRGPU

17. Urban singularity: what will be the future development of Krasnodar. 2024. *RBC.* URL: https://kuban.rbc.ru/krasnodar/17/10/2024/6711091e9a794707805b4b2d (accessed 02.12.2024).

18. The law on farm houses allowed construction on agricultural land: comments of a lawyer. 2021. *Agrobook.* URL: https://agrobook.ru/instruction/zakon-o-fermerskih-domah-razreshil-stroit-na-selskohozyaystvennoy-zemle-kommentarii (accessed 02.12.2024). (In Russ)

19. Beregovskikh AN. Urban planning design as an intellectual basis of the territorial development management system. *Vestnik Mgsu.* 2024;19(8):1248-1259. (In Russ). DOI 10.22227/1997-0935.2024.8.1248-1259. EDN OQQEOU

20. Gura DA, Dyachenko RA, Savvidi KL, Drazhetsky DA. Development of a structure of an intelligent system for solving territorial planning problems. *Advanced Research in Kuban: Proceedings from the Annual Reporting Conference of Grant Holders of the Kuban Science Foundation (Sochi, May 29-31, 2024).* Krasnodar: Kuban Science Foundation, 2024:197-200. (In Russ). EDN DMRGPU

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Осенняя Анна Витальевна, кандидат технических наук, доцент кафедры кадастра и геоинженерии, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия, avosen2910@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-8631-6254

Гура Дмитрий Андреевич, кандидат технических наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой кадастра и геоинженерии, Кубанский государственный технологический университет; доцент кафедры геодезии, Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия, gda-kuban@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-2748-9622

Андрющенко Анна Евгеньевна, студент кафедры кадастра и геоинженерии, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия, andr.anna.e@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-4871-0891

Осенняя Елизавета Александровна, ассистент кафедры кадастра и геоинженерии, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия osennaaliza203@gmail.com, https://orcid.org/0009-0008-5781-5741

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Anna V. Osennyaya, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Department of Cadastre and Geoengineering, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, avosen2910@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-8631-6254

Dmitry A. Gura, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Acting Head of the Department of Cadastre and Geoengineering, Kuban State Technological University; Associate Professor, Department of Geodesy, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia, gda-kuban@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-2748-9622

Anna E. Andryushchenko, student, Department of Cadastre and Geoengineering, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, andr.anna.e@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-4871-0891

Elizaveta A. Osennyaya, Assistant, Department of Cadastre and Geoengineering, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, osennaaliza203@gmail.com, https://orcid.org/0009-0008-5781-5741

Критерии авторства

Осенняя А. В. – идея, сбор материала, написание статьи, научное редактирование текста; Гура Д. А. – анализ данных, научное редактирование текста; Андрющенко А. Е. – обработка материала, анализ данных, написание статьи; Осенняя Е. А. – сбор, материала, обработка материала, написание статьи.

Contribution of the authors

Osennyaya A. V. – idea, material collection, paper writing, scientific editing of the text; Gura D. A. – data analysis, scientific editing of the text; Andryushchenko A. E. – material processing, data analysis, paper writing; Osennyaya E. A. – collection, material collection, material processing, paper writing.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 16.12.2024
Одобрена после рецензирования 20.12.2024
Принята к публикации 23.12.2024

The article was submitted 16.12.2024
Approved after reviewing 20.12.2024
Accepted for publication 23.12.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК: 528.88
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-76-83
EDN: XVBZDG

Применение методов дистанционного зондирования для оценки и выбора потенциально виноградопригодных земель в Краснодарском крае

© 2024 **Попов Ю. М.**✉, **Перов А. Ю.**
Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина
Краснодар, Россия, georgos02@mail.ru✉; flick-media@yandex.ru

РЕЗЮМЕ. В статье отмечается наличие особо ценных земельных ресурсов в Краснодарском крае, указывается высокое плодородие почв и благоприятные климатические условия. Важным аспектом является акцент на ограниченность виноградопригодных земель в России, что делает их учет и изучение приоритетными задачами. На основании нормативно-правовой базы подчеркиваются критерии, по которым определяется принадлежность земель к категории виноградопригодных. **Целью** статьи является исследование виноградопригодных земель в Краснодарском крае с использованием современных методов анализа, в частности дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). **Методы.** Важной частью статьи является использование данных ДЗЗ, которое также рассматривается как инновационный и эффективный инструмент для первичного анализа земельных участков. Представлены примеры из практики, демонстрирующие, как снимки и топографические карты могут быть использованы для анализа рельефа и уклона земельных участков, что важно для определения их пригодности под виноградники. **Результаты.** Приведенные примеры показывают методику оценки земельных ресурсов на Таманском полуострове, где на основании анализа уклона и высотных характеристик делаются предварительные выводы о потенциальной пригодности участков. **Выводы** статьи акцентируют внимание на необходимости дальнейшего детального исследования почвы после первичного анализа, что позволяет более точно определить статус земель как виноградопригодных. Таким образом, статья не только информирует о текущем состоянии виноградопригодных земель в Краснодарском крае, но и предлагает практические методы анализа, способствующие эффективному использованию ресурсного потенциала региона. В работе подчеркивается важность ведения реестра виноградопригодных земель и постоянного наблюдения за изменениями в их использовании, что является не только экономической, но и экологической задачей, способствующей устойчивому развитию сельского хозяйства в регионе.

Ключевые слова: виноградопригодные земли, дистанционное зондирование Земли, земельные ресурсы, земельный мониторинг, цифровые технологии, спутниковые снимки.

Формат цитирования: Попов Ю. М., Перов А. Ю. Применение методов дистанционного зондирования для оценки и выбора потенциально виноградопригодных земель в Краснодарском крае // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 3. С. 76-83. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-76-83. EDN: XVBZDG

Use of Remote Sensing Methods to Assess and Select Potential Vinelands in the Krasnodar Territory

© 2024**Yuriy M. Popov**✉, **Alexander Yu. Perov**
Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin
Krasnodar, Russia, georgos02@mail.ru✉; flick-media@yandex.ru

ABSTRACT. The **aim** of the paper is to research vinelands in the Krasnodar Territory using modern methods of analysis, in particular Earth remote sensing. The paper notes the presence of particularly valuable land resources in the Krasnodar Territory, indicates high soil fertility and favorable climatic conditions. An important aspect is the emphasis on the limited number of vinelands in Russia, which makes their registration and study a priority task. Based on the regulatory framework, the criteria for determining whether land belongs to the category of grape-suitable are emphasized. **Methods.** An important part of the paper is the use of Earth remote sensing, which is also considered as an innovative and effective tool for the primary analysis of land plots. The paper presents practical examples demonstrating how images and topographic maps can be used to analyze the relief and slope of land plots, which is important for determining their suitability for vineyards. **Results.** The examples provided demonstrate the methodology for assessing land resources on the Taman Peninsula, where preliminary conclusions on the potential suitability of sites are made based on the analysis of slope and altitude characteristics. The **conclusions** of the paper emphasize the need for further detailed soil research after the initial analysis, which will make it possible to more accurately determine the status of lands as suitable for grape growing. Thus, the paper not only informs about the current state of vinelands in the Krasnodar Territory, but also offers practical methods of analysis that contribute to the efficient use of the region's resource potential. The paper emphasizes the importance of maintaining a register of vinelands and continuously monitoring changes in their use, which is not only an economic but also an environmental task that contributes to the sustainable development of agriculture in the region.

Keywords: vinelands, Earth remote sensing, land resources, land monitoring, digital technologies, satellite images.

For citation: Popov YuM, Perov AYu. Use of Remote Sensing Methods to Assess and Select Potential Vinelands in the Krasnodar Territory. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(4):76-83 (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-76-83. EDN: XVBZDG

Введение

Богатство земельного фонда Краснодарского края обусловлено высоким плодородием почв и благоприятными климатическими условиями местности. Однако среди всего разнообразия сельскохозяйственных угодий можно выделить наиболее ценные, которые используются для выращивания многолетних насаждений в виде плодовых садов, чайных плантаций и виноградников. Отдельного внимания заслуживают виноградопригодные земли, которые в нашей стране находятся в дефиците и их учёт является приоритетной задачей [1].

Инновационный подход к управлению социально-экономическим развитием агропромышленного комплекса на национальном и региональном уровнях заключается в интеграции современных цифровых инструментов. В частности, активно используются информационные и геоинформационные технологии для повышения эффективности и оптимизации процессов [2].

Виноградопригодными землями считаются территории или земельные участки, географические и почвенно-климатические характеристики которых предоставляют возможность использовать их для посадки виноградников.

В Краснодарском крае виноградом занимаются 65 крупных хозяйств и около 150 малых предприятий. На сегодняшний

день экспорт вина из этого региона представляет собой прибыльную отрасль сельского хозяйства России, при этом его успех во многом зависит от состояния земель, пригодных для виноградарства [1].

Согласно статье 10 Федерального закона № 468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации», признание земель или земельного участка виноградопригодными осуществляется на основании исследования их географических и почвенно-климатических характеристик. Одним из важнейших показателей пригодности земель или земельного участка для включения в состав виноградопригодных земель является их текущее использование для выращивания виноградников не менее 5 лет в течение последних 50 лет [3].

Данная формулировка в законодательстве нуждается в уточнении. В частности, возникает вопрос о наличии достоверных данных об использовании земельных участков за последние 50 лет и о том, какая организация может предоставить такую информацию. Кроме того, необходимо получить актуальные сведения о качестве почвы на участке и о растительности, которая на нем произрастает в настоящее время, что возможно только через проведение инвентаризации [1].

При культивировании винограда важным фактором, влияющим на его рост и урожайность, являются характеристики почвы. В связи с этим в нормативно-правовой базе России целесообразно предусмотреть обязательное наличие данных о почвенных показателях для определения земель, пригодных для виноградарства [4].

Земельные ресурсы представляют собой категорию природных ресурсов, не созданных человеком, где основным компонентом является почва [5].

Комплекс почвенных показателей должен состоять из параметров, содержание которых гарантирует возможность выращивания винограда, а именно [6]:

– содержание подвижного кальция по Друино-Галле;
– содержание гумуса и его запасы;
– мощность почв;
– механический (гранулометрический) состав и скелетность;
– физические свойства;
– реакция почвенной среды;
– глубина залегания плотных пород;
– солонцеватость;
– засоленность;
– гидрологические условия.

Наличие и определенное содержание этих показателей служит основой и индикатором пригодности для произрастания винограда.

На текущий момент отсутствует какой-либо реестр, который ведет общий учет виноградопригодных земель по всей стране [7].

Тем не менее, на территории Краснодарского края площадь виноградных насаждений увеличивается, что свидетельствует о том, что находят всё новые земли, которые пригодны для выращивания винограда (рис. 1).



Рис. 1. **Площадь виноградных насаждений, тыс. га**
Fig. 1. The area of grape plantations, thousand hectares

Для того чтобы выявлять новые виноградопригодные земли, существуют различные методы анализа земельных ресурсов, один из которых – применение данных ДЗЗ [8].

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) – метод получения информации о каком-либо объекте на территории планеты без установления непосредственного контакта. Получение данных происходит в аналоговой и цифровой форме электромагнитного излучения, при помощи которого происходит считывание поверхности земли и представление готового материала в электронном виде [9]. Обработка этих данных производится при помощи компьютерных технологий. Данные ДЗЗ широко применяются для составления картографических материалов на различные тематики.

Согласно действующим законам, ДЗЗ включает в себя первичные данные, полученные с воздушных судов и переданные на Землю, а также материалы, которые были обработаны на основе этих данных [10].

Процесс создания карт на основе данных ДЗЗ включает в себя следующие действия (рис. 2)

Материалы и методы исследования

Для первичного анализа земельных участков на пригодность под виноградные насаждения следует использовать спутниковые снимки с привязкой высот на уровне моря, а также определением экспозиции склона.

Предложенная нами методика проведения первичного анализа земельных участков на пригодность к использованию для выращивания винограда состоит из следующих этапов (рис. 3).

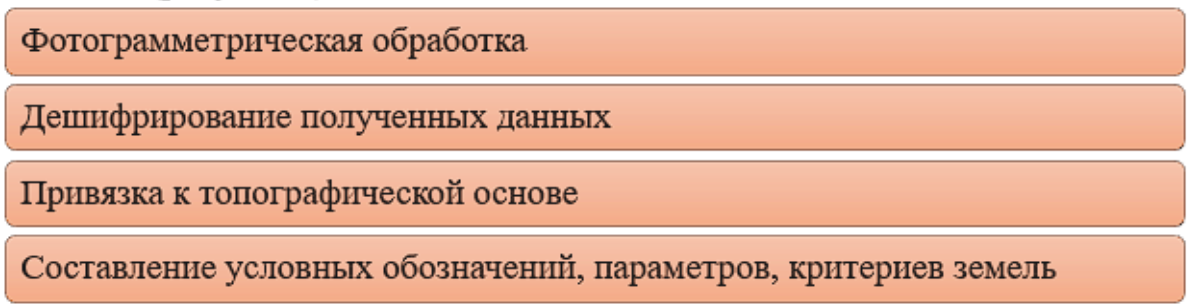


Рис. 2. **Действия, необходимые для создания карт на основе дистанционного зондирования Земли**
Fig. 2. Actions required to create maps based on Earth remote sensing

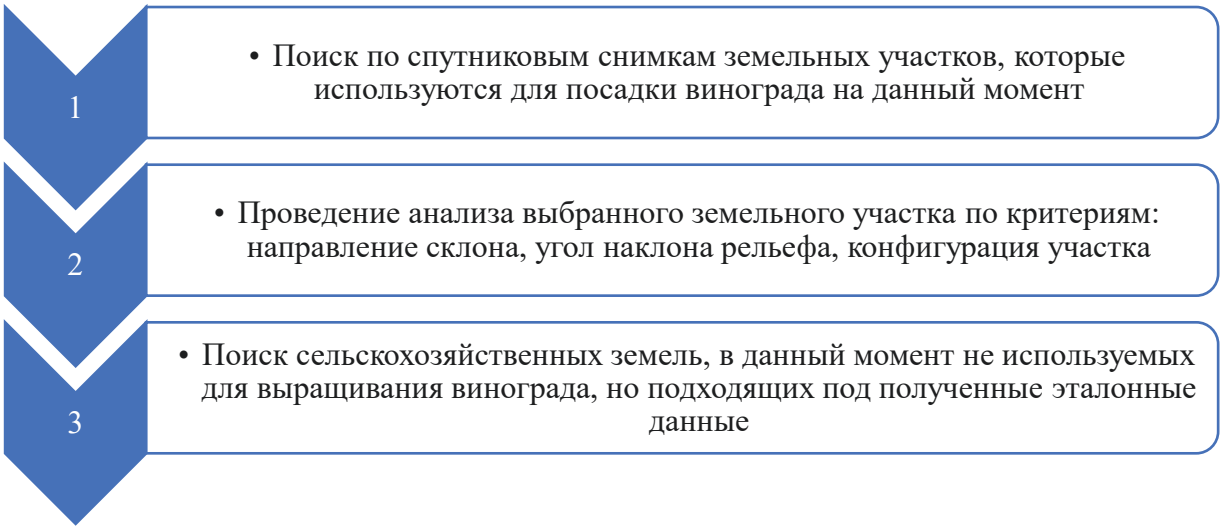


Рис. 3. **Этапы методики подбора виноградопригодных земель**
Fig. 3. Stages of the methodology for selecting vinelands



Рис. 4. **Земельный участок, занятый для выращивания винограда на территории Тамани**
Fig. 4. A land plot occupied for growing grapes on Taman territory

Используя данную методику, после нахождения потенциально пригодного для выращивания винограда земельного участка, следует провести необходимые почвенные исследования, с целью подтверждения первичных результатов. Данная методика позволит сократить время поиска потенциальных виноградопригодных земель, что позволит сократить финансовые расходы на лишние почвенные анализы земельных участков, которые непригодны для виноградных насаждений.

В качестве примера рассмотрим земельные участки Тамани, которые уже используются для выращивания винограда, чтобы снять первичные данные (рис. 4).

На рисунке 4 представлен земельный участок на спутниковом снимке и на топографической карте с отображением рельефа. Согласно приведенным данным видно, что участок расположен на южном склоне, высота с севера на юг меняется с 60 до 35 м н. у. м., соответственно. Длина данного участка равна 1500 м, в связи с чем уклон на местности составит 1,6 %.

Поскольку на данном участке произрастают виноградники, можно сделать вывод, что участки с такими параметрами пригодны для выращивания виноградников. Используя эти данные, можно проанализировать другие участки земель сельскохозяйственного назначения на возможность использования их для виноградных насаждений.

Результаты и их обсуждение

На территории Таманского полуострова были проанализированы земельные ресурсы, используемые в данный момент в сельскохозяйственном производстве, но без виноградопригодных насаждений (рис. 5).

На спутниковом снимке видно, что на выбранном склоне в данный момент проводятся сельскохозяйственные процессы, однако он не занят виноградными насаждениями.

Согласно информации о высотах и длине склона, уклон на данных земельных участках составляет 2,2 %, в общем, это значение приближено к эталонным данным, выявленным на рисунке 4. И поскольку в данный момент на земельном участке проводятся сельскохозяйственные процессы, по первичному анализу можно сделать вывод, что земельный участок может быть пригоден для выращивания виноградных насаждений. В дальнейшем следует провести детальный анализ выбранных земельных ресурсов и, если они действительно подойдут для выращивания винограда, в таком случае земля приобретет особый статус виноградопригодных земель, а также возросшую стоимость из-за своих плодородных и редких свойств.

Заключение

Описанная методика подбора земельных ресурсов для виноградопригодных участков является первичным этапом, поскольку содержит в себе лишь визуальное определение возможности использования территории для выращивания винограда, а также с учетом ландшафтных особенностей местности. После такого отбора участков следует приступать к более детальному исследованию почвы на земельном участке и отнесению его к виноградопригодным землям.

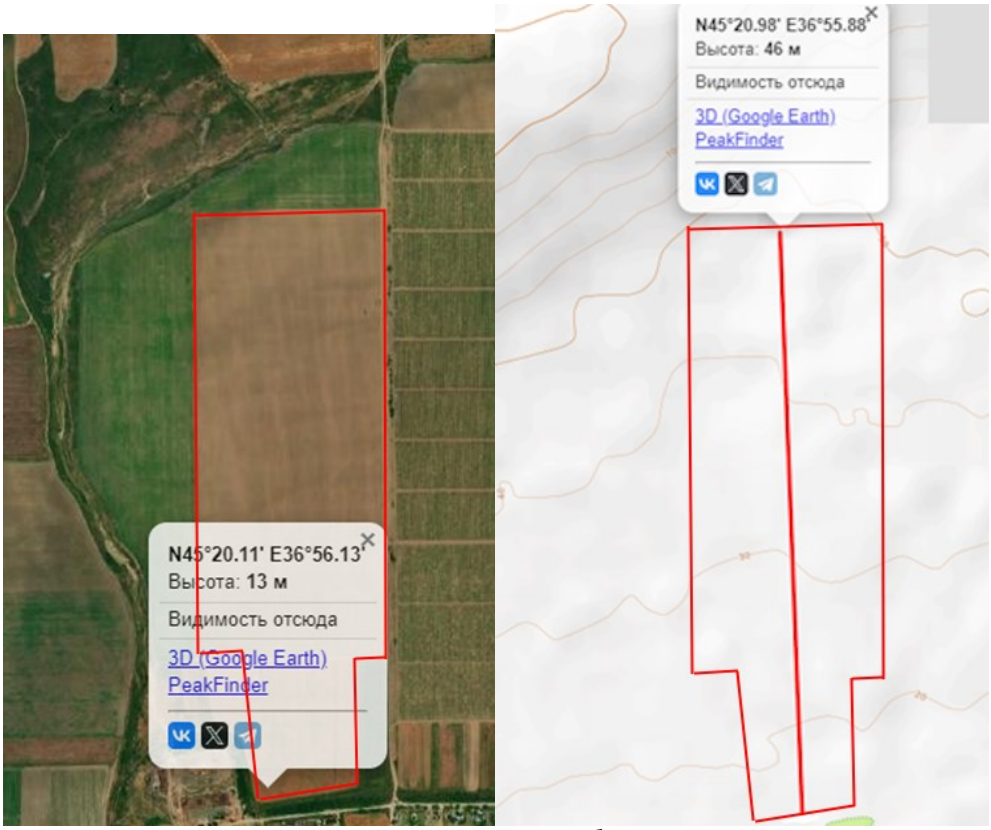


Рис. 5. **Спутниковый снимок и рельеф земельного участка, подходящего для выращивания винограда**

Fig. 5. Satellite image and relief of a land plot suitable for growing grapes

Список источников

1. Власенко В. П., Быкова М. В. Методология оценки виноградопригодности почв (земель) и способы отображения их в градостроительной документации на примере земель Анапо-Таманской зоны Краснодарского края // Московский экономический журнал. 2022. Т. 7. № 9. С. 135-150. DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_9_553. EDN: HGFLWG

2. Подколзин О. А, Соколова И. В, Перов А. Ю,

References

1. Vlasenko VP, Bykova MV. Methodology for assessing the viticultural suitability of soils (lands) and ways to display them in urban planning documentation on the example of lands of the Anapo-Taman zone of the Krasnodar Territory. *Moscow Economic Journal.* 2022;7(9):135-150. (In Russ). DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_9_553. EDN: HGFLWG

2. Podkolzin OA, Sokolova IV, Perov AYu, Kildy-

Кильдюшкин В. М, Давиденко Г. А. Инвентаризация земель сельскохозяйственного назначения как элемент системы управления земельными ресурсами // Успехи современного естествознания. 2018. № 9. С. 72-77. EDN: YAVGEH

3. О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации: Федеральный закон от 27.12.2019 № 468-ФЗ // Справочная правовая система КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_341772/c8291e22517f449a614dbb3db5e92837eea903cb/ (дата обращения: 08.08.2024)

4. Власенко В. П., Пшидаток С. К., Быкова М. В. К вопросу выделения особо ценных продуктивных сельскохозяйственных угодий в России // International Agricultural Journal. 2022. Т. 65. № 1. С. 442-457. DOI: 10.55186/25876740-2022-6-1-27. EDN: NRLQUO

5. Лукомская М. В., Деревенец Д. К. Использование ГИС-технологий при планировании и прогнозировании использования земельных ресурсов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко (Краснодар, 26-30 ноября 2016 Г.). Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2017. С. 1566-1567. EDN YNMTPB

6. Быкова М. В. Критерии отнесения земель к виноградопригодным на примере почв Темрюкского района Краснодарского края // Агрохимический вестник. 2023. № 1. С. 80-86. DOI: 10.24412/1029-2551-2023-1-013. EDN: HHGZUX

7. Орлов В. А., Лукьянов А. А., Михайловский С. С. Цифровизация в системе мониторинга виноградных насаждений // Русский виноград. 2023. Т. 25. С. 116-124. DOI: 10.32904/2712-8245-2023-25-116-124. EDN: OHGSCQ

8. Быкова М. В. Применение методов ДЗЗ при проведении мониторинга земель // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: сборник статей по материалам V Всероссийской научно-практической конференции (Краснодар, 20 апреля 2023 Г.). Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2023. С. 92-96. EDN: KUVJEL

9. Антонова Е. Е. Отдельные вопросы формирования федеральных реестров, используемых в виноградарстве // Аграрное и земельное право. 2022. № 1(205). С. 129-132. DOI: 10.47643/1815-1329_2022_1_129. EDN: FDYBZK

10. Перов А. Ю., Ручкина Г. И. Использование данных дистанционного зондирования при проведении инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения в Нововеличковском сельushkin VM, et al. Inventory of lands of agricultural purpose as element of the control system of land resources. *Uspehi Sovremennogo Estestvoznaniya.* 2018(9):72-77. (In Russ). EDN: YAVGEH

3. On viticulture and winemaking in the Russian Federation: Federal Law dated 27.12.2019 No. 468-FZ. *ConsultantPlus Reference Legal System.* URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_341772/c8291e22517f449a614dbb3db5e92837eea903cb/ (accessed 08.08.2024). (In Russ)

4. Vlasenko V.P.1, Pshidatok S.K.1, Bykova M.V. To the issue of allocation of especially valuable productive agricultural lands in Russia. *International Agricultural Journal.* 2022;65(1):442-457. (In Russ). DOI: 10.55186/25876740-2022-6-1-27. EDN: NRLQUO

5. Lukomskaya MV, Derevenets DK. Use of GIS technologies in planning and forecasting the use of land resources. *Scientific Support for the Agro-Industrial Complex: Collection of Papers Based on the Proceedings of the 10th All-Russian Conference of Young Scientists Dedicated to the 120th Anniversary of I. S. Kosenko (Krasnodar, November 26-30, 2016).* Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, 2017:1566-1567. (In Russ). EDN YNMTPB

6. Bykova MV. Criteria for classifying lands as viticultural on the example of soils of the Temryuk District of the Krasnodar Region. *Agrochemical Herald.* 2023(1):80-86. (In Russ). DOI: 10.24412/1029-2551-2023-1-013. EDN: HHGZUX

7. Orlov VA, Lukyanov AA, Mikhailovsky SS. Digitalization in vineyrds' monitoring. *Russkiy Vinograd.* 2023;25:116-124. (In Russ). DOI: 10.32904/2712-8245-2023-25-116-124. EDN: OHGSCQ

8. Bykova MV. Application of remote sensing methods in land monitoring. *Current Issues and Prospects for the Development of Land and Property Relations: Collection of Papers Based on the Proceedings of the 5th All-Russian Scientific and Practical Conference (Krasnodar, April 20, 2023).* Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, 2023:92-96. (In Russ). EDN: KUVJEL

9. Antonova EE. Certain issues of the formation of federal registers, used in viticulture. *Agrarnoe i Zemel'noe Pravo.* 2022(1(205):129-132. (In Russ). DOI: 10.47643/1815-1329_2022_1_129. EDN: FDYBZK

10. Perov AYu, Ruchkina GI. Use of remote sensing data in the inventory of agricultural lands in the Novovelichkovskoye rural settlement of the Krasnodar Territory. *Sovremennye Nauchnye Issledovaniya i Razrabotki.* 2018(12(29):646-649.

ском поселении Краснодарского края // Современные научные исследования и разработки. 2018. № 12(29). С. 646-649. EDN YYINET

(In Russ). EDN YYINET

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Попов Юрий Михайлович, магистрант кафедры землеустройства и земельного кадастра, землеустроительный факультет, Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия, georgos02@mail.ru

Перов Александр Юрьевич, кандидат географических наук, доцент кафедры землеустройства и земельного кадастра, землеустроительный факультет, Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия, flick-media@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-2422-7528

Критерии авторства

Попов Ю. М. – проведение исследований, графический материал, обработка данных, обзор литературных источников; Перов А. Ю. – постановка цели, методология, формулировка выводов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 07.10.2024
Одобрена после рецензирования 22.10.2024
Принята к публикации 23.12.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Yuriy M. Popov, Master's student, Department of Land Management and Land Cadastre, Faculty of Land Management, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia, georgos02@mail.ru

Alexander Yu. Perov, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Land Management and Land Cadastre, Faculty of Land Management, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia, flick-media@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-2422-7528

Contribution of the authors

Popov Yu. M. – conducting research, graphic material, data processing, review of references; Perov A. Yu. – setting the aim, methodology, formulating conclusions.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 07.10.2024
Approved after reviewing 22.10.2024
Accepted for publication 23.12.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК: 910.26
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-84-92
EDN: VHJJDL

Методические аспекты зонирования продовольственной безопасности регионов Российской Федерации

© 2024Родоманская С. А.✉
Санкт-Петербургский Гуманитарный университет профсоюзов
Санкт-Петербург, Россия, svetlana_1902@mail.ru✉

РЕЗЮМЕ. Цель работы – выявление территориальной дифференциации обеспеченности регионов продовольствием и определение территориального охвата сочетаний, отличающихся мерой однородности показателей продовольственного обеспечения. **Методы**. На основе географического анализа были проведены комплексные исследования, направленные на выявление различий в поляризованных сочетаниях внутренних факторов диалектического характера разной степени их доминирования и подчинения. На основе разработанной системы показателей выполнена континентально-сетевая и дискретно-системная структуризация внутренних факторов. **Результаты**. Проведено «продовольственное» зонирование России с возможностью уточнения основных факторов или их группы на каждом последующем этапе. Целостность однородной информации представлена в виде продовольственных уровней. По продовольственным уровням построены картосхемы с рассмотрением вариативности сочетаний территориальных различий под воздействием доминирующих факторов по четырем основным их иерархичным типам. Модельные сочетания внутренних факторов трех основных продовольственных ситуаций – оптимальная, кризисная и критическая выражены ассоциативными цветами безопасности – зелёный, желтый и красный, и двух промежуточных – салатовый и оранжевый. **Выводы.** Предлагаемый комплексный подход позволяет рассматривать предлагаемое зонирования как способ территориальной систематизации исходных данных и способ информирования населения об изменении уровня продовольственной безопасности; картографическую схему и основу для разработки комплекса мероприятий.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, территориальная дифференция, продовольственный баланс, сочетание факторов, модели, продовольственный уровень, цветовой код.

Формат цитирования: Родоманская С. А. Методические аспекты зонирования продовольственной безопасности регионов Российской Федерации // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 4. С. 84-92. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-84-92. EDN: VHJJDL

Methodological Aspects for Zoning Food Security in Regions of the Russian Federation

© 2024Svetlana A. Rodomanskaya✉
Saint Petersburg Humanitarian University of Trade Unions
St. Petersburg, Russia, svetlana_1902@mail.ru✉

ABSTRACT. The **aim** of the paper is to identify territorial differentiation of regional food security and to determine the territorial coverage for combinations that differ in the degree of homogeneity of food security indicators and practical tasks for managing them. **Methods.** Based on geographical analysis, comprehensive studies were conducted to identify differences in polarized combinations of internal factors of a dialectical nature with varying degrees of dominance and subordination. It was performed the continental-network and discrete-system structuring of internal factors based on the developed indicators system. **Results.** The "food" zoning of Russia was carried out with the possibility of specifying the main factors or their group at each subsequent stage. The integrity of homogeneous information is presented in the food levels

form. The food levels were used to construct maps with consideration of the variability for combinations of territorial differences under the influence of dominant factors for their four main hierarchical types. Model combinations of internal factors for three main food situations – optimal, crisis and critical are expressed by associative colors of security – green, yellow and red, and two intermediate – light green and orange. **Conclusions.** The proposed integrated approach makes it possible to consider the proposed zoning as a method of territorial systematization for initial data and a method for informing the population about changes in the level of food security; a cartographic scheme and a basis for developing a set of measures.

Keywords: food security, territorial differentiation, food balance, combination of factors, models, food level, color code.

For citation: Rodomanskaya SA. Methodological Aspects for Zoning Food Security in Regions of the Russian Federation. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(4):84-92 (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-84-92. EDN: VHJJDL

Введение

Продовольственная безопасность регионов Российской Федерации находится в тесной взаимосвязи с природно-климатическими, земельными, биологическими и другими ресурсами. Ресурсная обеспеченность регионов, которую можно мобилизовать, задействовать и использовать для обеспечения продовольственной безопасности, формирует их продовольственный потенциал. Под ним понимают совокупность природных ресурсов, сбалансированную по количеству и качеству, наличие которых позволяет произвести максимально возможный объем продукции при их рациональном использовании [1]. Повсеместное воздействие природных ресурсов в значительной степени задает потенциальную контрастность территории.

Продовольственная безопасность страны формируется в условиях высокой природно-климатической, социально-экономической и хозяйственной контрастности. Дисбаланс между регионами (как по уровню продовольственной безопасности, так и в природном отношении) обусловлен тем, что большая площадь страны, располагаясь в умеренном климатическом поясе, субарктическом и арктическом поясах, в которых преобладает вечная мерзлота, имеет земли, непригодные для ведения сельского хозяйства. Однако, несмотря на низкий продовольственный потенциал регионов, особенно северных и приравненных к ним территорий (а это 69 % территории России [2; 3]), имеющих очаговое земледелие и традиционное природопользование, их продовольственная и социально-экономическая значимость велика, поскольку эти регионы обеспечивают страну в большей степени рыбной продукцией. Их выпадение из числа регионов, способных обеспечивать население продовольствием, не менее ощутима, чем выпадение регионов с высоким уровнем сельскохозяйственной освоенности.

Цель исследования – выявление территориальной дифференциации обеспеченности регионов продовольствием и определение моделей территориальных сочетаний по мере однородности показателей продовольственного обеспечения.

Материал и методы исследований

На основе географического анализа с использованием типологий были проведены комплексные исследования по выявлению различий в поляризованных сочетаниях внутренних факторов диалектического характера разной степени их доминирования и подчинения. В рамках данных исследований была предложена схема зонирования, которая позволяет перейти к форме прямого учета возможных сочетаний территориально взаимосвязанных факторов, оказывающих влияние на продовольственную безопасность в регионах.

Предлагаемое «продовольственное» зонирование территории представляет собой поэтапный процесс с последовательным уточнением основных факторов или их группы, оказывающих непосредственное влияние на продовольственные процессы. В целях познания географических закономерностей обеспечения продовольственной безопасности разработанная система показателей позволила выполнить:

– континентально-сетевую структуризацию внутренних факторов (горизонтальное направление) – определение продовольственных зон с учетом количественного значения балансового показателя, отражающего динамически вариативные изменения суммарных объемов производства, потребления и имеющихся запасов продовольствия, а также определе-

ние типов продовольственной безопасности и региона. Дополнительно – выявление структуры отраслевой специализации, доли вовлеченности конкретного региона в систему национального распределения по определенному виду продовольствия;

– дискретно-системную структуризацию (вертикальное направление), которая наглядно демонстрирует соподчиненность природно-климатических и экологических показателей между собой, пространственную взаимосвязанность однородных выделов в границах определенного продовольственного уровня.

Территориальные различия агроклиматических факторов и структуры расселения, органично взаимосвязанных с деструкциями природной среды под воздействием техногенной нагрузки, обуславливают вариативность образующихся модельных сочетаний. Эти сочетания под воздействием доминирующих факторов по их четырем основным иерархичным типам – главные, ведущие, значительные и незначительные факторы представляют собой ареал однородной информации в виде продовольственных уровней и подуровней с присущими им признаками: целостности, взаимосвязанности структурных субъектов и территориального единства природно-климатических условий, отраслевой специализации, пространственной концентрации производства сельскохозяйственной продукции и структуры расселения.

Формирование модели характеризуется определенной территориальной сочетаемостью агроклиматических, земельных ресурсов и ресурсов биоразнообразия, обеспечивающих экономически эффективное производство продовольствия и экологически безопасное использование сельскохозяйственных земель. Особо важный момент выделения однородных ареалов в виде продовольственных уровней заключается в использовании метода цветовой маркировки, который позволяет выразить возможные варианты образующихся модельных сочетаний внутренних факторов ассоциативными цветами – зеленым, салатовым, желтым, оранжевым и красным. Данные цвета выражают пять главных моделей сочетания факторов [4; 5]. Три основных цвета – зелёный, желтый и красный отражают три основные продовольственные ситуации – оптимальную, кризисную и критическую ситуации. Два других цвета – салатовый, оранжевый – ассоциируют промежуточные ситуации между основными продовольственными уровнями, имея при этом свои характерные особенности обеспечения продовольственной безопасности [6; 7].

Оценка продовольственных уровней и потенциальных возможностей регионов проводилась в два этапа:

первый этап направлен на определение доли сельскохозяйственной освоенности территории и основных типов продовольственной безопасности, согласно выделенным зонам по количественному значению продовольственного баланса.

второй этап характеризуется обобщающими показателями территориальной соподчиненности агроклиматических, почвенных и биологических условий, наличием деградационных процессов с выделением однородных ареалов по их предрасположенности к развитию процессов водной и ветровой эрозии.

Предполагается и третий этап, на котором в дальнейшем разрабатываются рекомендуемые мероприятия по предотвращению и урегулированию продовольственных конфликтов.

Результаты и их обсуждение

В ходе работы было проведено зонирование на основе анализа общего продовольственного баланса, ключевых показателей производства и потребления продукции в целом по стране, федеральным округам, а затем и регионам, что позволило выделить однородные ареалы, отражающие особенности продовольственной ситуации в различных частях страны.

Крупнейшей единицей зонирования явилась продовольственная зона, представляя собой синтез уникальных особенностей биоразнообразия, агроклиматических и почвенных условий, которые способствуют формированию наиболее существенных черт региональной идентичности продовольственного обеспечения, структуры расселения населения и геоэкологической обстановки. На территории страны выделены три продовольственные зоны – зона регионов-доноров, относительно самодостаточных, и зона регионов реципиентов, характеризуются глубоко специфичным комплексом отличий качественно-количественных показателей

продовольственного обеспечения [4; 5] (рис. 1).

В границах продовольственной зоны обеспеченность продовольствием обусловлена проявлением различных по степени поляризации моделей сочетания факторов, оказывающих, так или иначе, влияние на производственный процесс.

Выделяемые модели, как однородные ареалы в границах одного продовольственного уровня, характеризуются близкими условиями:

– формирование зон отраслевой специализации, как однотипных территорий, отличающихся взаимосвязанными между собой сочетаниями предпочтительных культур и продуктов, соответствующих природно-климатическим условиям, инвестиционным возможностям и потребительскому спросу, создающих основу для оптимального распределения ресурсов, сокращения издержек, повышения продуктивности и уровня конкурентоспособности;

– инфраструктурная оснащенность, которая включает в себя транспортно-логистические сети, хранилища, системы орошения и другие элементы, способствующие оптимизации производственных процессов, создает равные условия для обеспечения населения продовольствием;

– наличие неблагоприятных экологических ситуаций, территории, которые необходимо учитывать при концентрации инвестиционных ресурсов на приоритетных направлениях и формировании вектора развития территориально-продовольственной системы.

Вариативность возможных модельных сочетаний по уровням в пределах одной продовольственной зоны была получена путем анализа и наложения агроклиматических и почвенно-экологических карт, а также выполненной автором карты продовольственного районирования территории РФ. Характерные особенности продовольственных уровней, представленные группой сопряженных показателей (природно-климатических, почвенных и биоресурсов), наглядно демонстрируют соподчиненность природных, социальных и экологических показателей между собой, пространственную взаимосвязанность однородных выделов в границах определенного продовольственного уровня и возможного их дополнения в производственном процессе продовольствия.

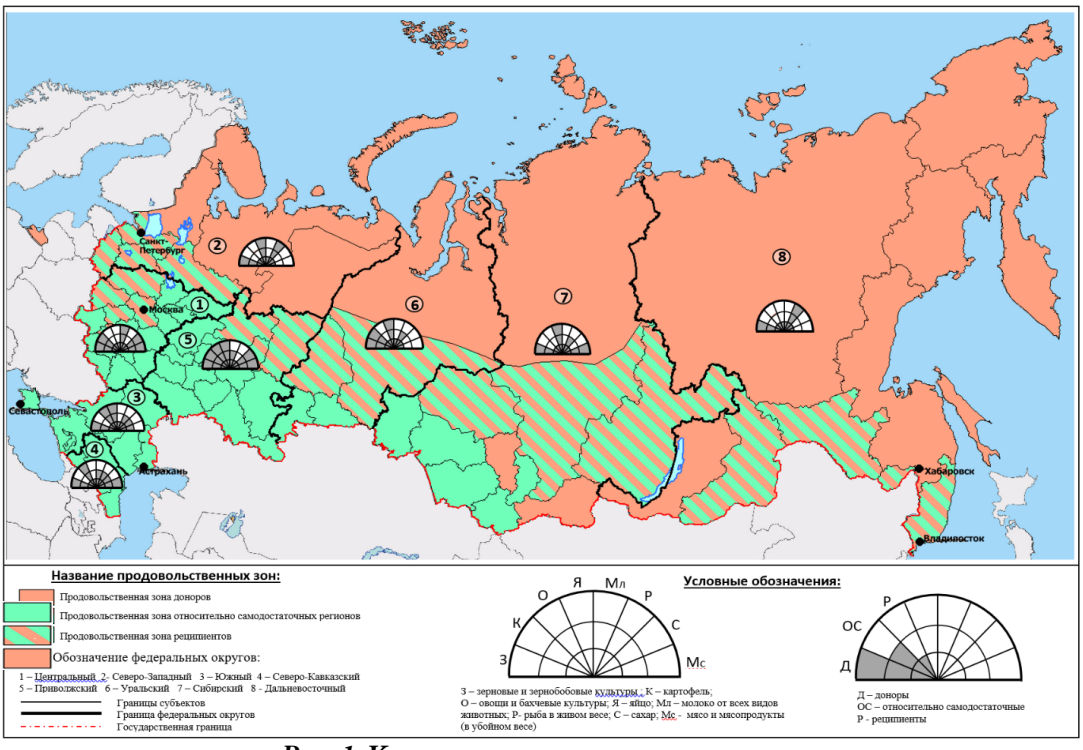


Рис. 1. **Картосхема продовольственных зон территории Российской Федерации 2018-2020 гг. [2; 3]**

Fig. 1. Map of food zones of the Russian Federation in 2018-2020 [2; 3]

Так, например, в пределах продовольственной зоны доноров выделяются два основных продовольственных уровня – «зелёный» и «салатовый». Продовольственная зона относительно самодостаточных регионов отражает сущность «желтого» уровня. Продовольственная зона регионов-реципиентов представлена двумя уровнями – «оранжевым» и «красным». Образуемые модели «зелёного» и «салатового» продовольственных уровней, где предложение на продовольствие превышает его спрос, относятся к рабочим моделям. В рамках данных исследований рассмотрим только рабочие модели (рис. 2).

«Зелёный» продовольственный уровень высокой степени поляризации с незначительным воздействием факторов имеет оптимальную продовольственную ситуацию, которая характеризуется достаточно высокой продовольственной обеспеченностью. Регионы данного уровня относятся к резервным, как имеющие наибольшие объемы мобилизационных запасов практически по всем видам продовольствия. Для России эти регионы выступают «производственными площадками» для выращивания и реализации широкого спектра сельскохозяйственной продукции и сырья.

«Зелёный» продовольственный уровень в составе 12 регионов-доноров занимает на Европейском юге и юго-западе страны площадь 725 тыс. км^2, что составляет 4,2 % от площади России [2; 3]. На территории уровня регионы, включенные автором в его состав, располагаются на низменной Окско-Донской равнине на западе, юге и юго-востоке в Кумо-Манычской впадине. Ось поляризации простирается в направлении с северо-востока на юго-запад, пересекая лесостепную зону и зону смешанных и широколиственных лесов. Отправной точкой являются высокопродуктивные южные регионы, от которых в западном направлении в пределах уровня прослеживается поляризация. По оси сохраняется высокая степень распаханности (в среднем 52 % [2; 3]) и повсеместно преобладает пахотный характер землепользования. При продвижении по оси поляризации в западном направлении уровня высокая освоенность сочетается с относительно плотным крупнонаселенным расселением и урбанизированностью [6; 7]. Данный уровень, учитывая его логистически выгодное расположение, которое позволяет регионам осуществлять контрактные поставки продовольствия всеми видами транспорта, имеет наибольший приоритет в реализации, сбыте и доставке продовольствия.

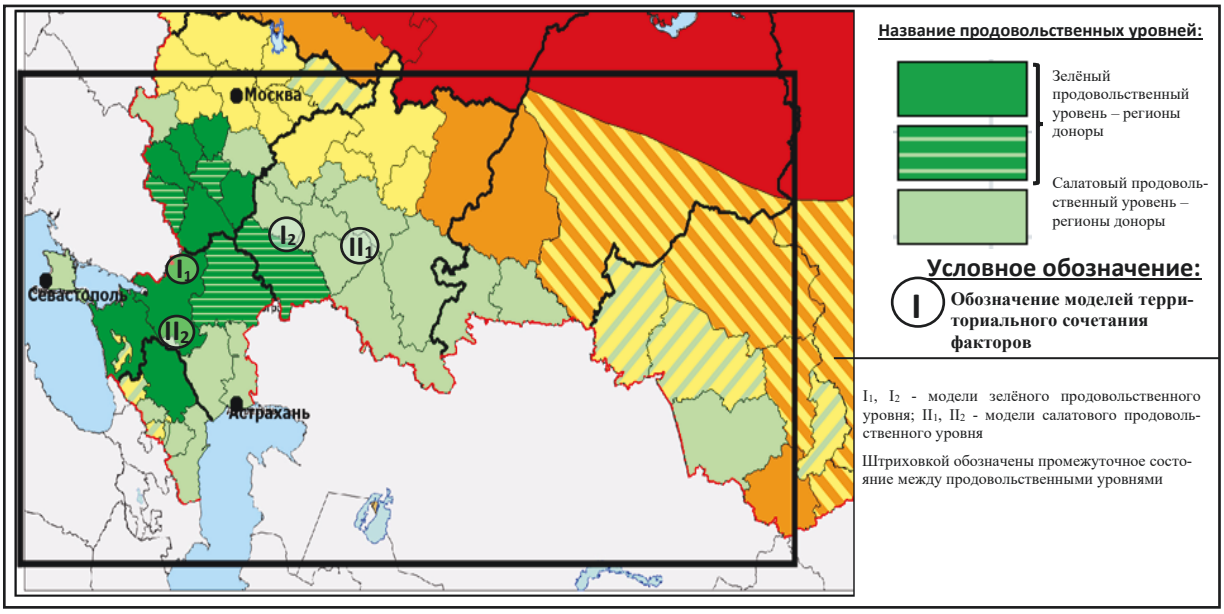


***Рис. 2.* Фрагмент карты продовольственного зонирования регионов РФ 2018-2020 гг.**
Fig. 2. Fragment of the food zoning map of the Russian Federation regions in 2018-2020.

В целом незначительное влияние факторов на «зеленом» уровне, которое можно считать условно сбалансированным, позволяет проследить аграрную ориентированность регионов и общность по значительному агроресурсному потенциалу – плодородию почв и повышенной тепло- и влагообеспеченности [8]. Однако, несмотря на высокую степень поляризации с точки зрения климата, степени освоенности и уровня развития аграрного производства, «зелёный» уровень включает в себя две четко выраженные модели. Они отличаются сочетаниями сельскохозяйственной продукции и сырья, а также соотношением разных видов скота и долями участия в производстве агрохолдингов, крупных сельскохозяйственных компаний, груш компаний, мелких частных хозяйств и фермеров.

Так, например, в состав модели I_1 – входят регионы Черноморского побережья и регионы низовий Волги, формируя ареал с ярко выраженной ориентацией на производство и экспорт зерновых. В данной модели высокопродуктивные аграрные регионы рассматриваются как регионы условного баланса, у которых высокий производственный показатель обусловлен в целом общностью благоприятного климата, преобладания обширных сельскохозяйственных угодий, высокой урожайности и высокоразвитого аграрного производства. Высокая сельскохозяйственная освоенность (80 % [2; 3]) предопределяет фоновый тип – интенсивный специализированный земледельческий [8]. Доля пшеницы в структуре посевных площадей составляет 70-80 % [6]. На территории южных регионов уровня такие крупные российские зерновые холдинги, как «АгроКомплекс», «Юг Руси», «Степь», «Энергомера» производят третью часть общероссийского зерна, которые фактически формируют национальный кластер конкурентоспособной готовой продукции из пшеничной культуры [7].

Вторая модель «зелёного» уровня I_2 – занимает сравнительно небольшую территорию на Европейском западе страны. В состав модели входят два региона лесостепной полосы и черноземной зоны европейской части России – Белгородская и Липецкая области, и два региона на юго-востоке европейской части страны в пределах Волго-Ахтубинской поймы – Волгоградская и Саратовская области. Почвы модели неоднородны, но имеют общность по их плодородию с преобладанием светло-каштановых, бурых солонцеватых, темноцветных и цветных почв [2; 3]. Здесь территориальная сочетаемость природно-климатических условий, наличия земельных ресурсов и уровень развития аграрного производства имеет условно сбалансированную общность, близкую к первой модели зеленного уровня, однако по отраслевой специализации модель относится к фоновому типу – интенсивный земледельческо-животноводческий [8]. Ось поляризации модели направлена с запада на восток. Природно-климатическая общность модели обусловлена умеренно-континентальным климатом. В данной модели сохраняется направленность на производство зерновых с ярко выраженной ориентацией на производство высококачественной мясной продукции. Большинство высокоразвитых аграрных регионов модели II специализируется на скотоводстве мясо-молочного направления. Особой точкой отсчета поляризации в границах этой модели можно считать аграрно ориентированный регион – Белгородскую область, которая помимо мясо-молочного животноводства специализируется на свиноводстве, птицеводстве и овцеводстве [7].

«Салатовый» («желто-зелёный») уровень высокой степени поляризации с незначительным воздействием факторов или выделением главного фактора имеет оптимальную продовольственную ситуацию и стабильный уровень продовольственной обеспеченности. В состав уровня входит 18 субъектов. Важной особенностью уровня являются природно-хозяйственные провинции – равнинно-степная и предгорно-горная, которые образуют в границах этого уровня две модели, отличающиеся разнообразием природных зон, видов сельскохозяйственной деятельности, природно-климатических условий и ресурсов землепользования. Особое разнообразие наблюдается по двум осям поляризации. Первая ось находит свое проявление в направлении с запада на восток в регионах восточноевропейской зоны широколиственных и смешанных лесов – регионы равнинно-степной провинции. В предгорно-горных провинциях ось поляризации имеет направление с се-

веро-востока на юго-запад. Однако с изменением климата и увеличением антропогенной нагрузки на природные ресурсы сельскохозяйственное производство провинций сталкивается с проблемами устойчивого развития. Эффективное использование земель требует постоянного мониторинга и внедрения современных агротехнических методов для минимизирования негативного воздействия на экосистемы и повышения продуктивности [7; 8].

Уровень включает две модели, различающиеся структурой посевных площадей, концентрацией и структурой скота. Так, в центральной части уровня модель II_1 из 12 регионов-доноров граничит в южном направлении с регионами «зелёного» уровня и в северо-восточном с регионами «желтого» уровня. Ландшафтная общность большой части территории образуемой модели на Приволжской возвышенности в восточной части Русской равнины характеризуется крупнохолмистым характером рельефа. Модель имеет гидрологическую общность – расположение большей части регионов (центральная часть модели) в Волжско-Камском бассейне. Ось поляризации модели простирается от Брянской области в направлении с северо-запада на юго-восток. При продвижении по оси поляризации с запада на восток распаханность порядка 50-60 % [2] сочетается с повышенной долей (10-12 % [3; 8]) природно-кормовых угодий, но близких по значению к фоновому типу земледельческого использования.

По всей оси поляризации природно-климатическая общность регионов модели обусловлена умеренно-континентальным климатом с ярко выраженной сезонностью. Модель относиться к фоновому типу – экстенсивному земледельческо-животноводческому [8]. Земледелие имеет зерно-овощеживотноводческую направленность, однако в основном ориентировано на обслуживание животноводства, поскольку при недостатке тепла наиболее эффективными культурами оказываются кормовые травы [9]. На территории модели сформировалась производственная сеть крупных холдингов и сельскохозяйственных организаций, специализирующихся на производстве куриного мяса, говядины и свинины.

На «салатовом» уровне модель II_2 в составе 8 субъектов предгорно-горной провинции занимает 183,2 тыс. км^2, что составляет примерно 1,2 % [2; 3] территории страны. Однако модель является густонаселенной с высокой (по российским меркам) плотностью населения – 60,15 чел./кмI [3], незначительно уступая I модели – регионам-донорам на Европейском западе страны. Городское население модели составляет 50,28 % [3]. Модель имеет выраженное разнообразие природных зон, благодаря которому возможно возделывание более специализированных культур и наличие пастбищ. Контрастность рельефа обусловлена наличием на территории регионов модели Прикубанской и Терско-Кумской низменностей, Ставропольской возвышенности, Терско-Каспийского прогиба, Главного хребта Большого Кавказа. Кроме того, характерной особенностью для данной модели является расположение её в бассейне трех морей: Черного, Каспийского и Азовского.

Отсутствие общности в ландшафтах и наличие водоемов способствует образованию двух осей поляризации факторов в южном и юго-восточном направлениях модели. По осям поляризации от Республики Дагестан основные природно-климатические изменения обусловлены сменой трех высотных поясов: горной, предгорной и равнинной (прибрежной). Для этой модели характерна поляризация факторов даже в пределах каждого из её регионов. Модель относится к фоновому типу – экстенсивному горному животноводческому [8; 9]. В структуре земельных угодий присутствует пастбищный тип землепользования. Основными компонентами земельного фонда являются предгорно-горные пастбища и сенокосы, а пахотные земли в основном сосредоточены в дельтах рр. Кумы, Терека и Кубани. На территории этой модели обеспеченность пахотными угодьями на душу населения ниже, чем в модели III. Отсутствие природно-климатической общности обусловлено изменением климата от умеренного континентального на севере модели до горного в высокогорных районах. Вегетационный период составляет 200-240 дней без климатической зимы и образования постоянного снежного покрова.

Кроме федеральных агрохолдингов, крупных сельскохозяйственных предприятий, групп компаний в южной и юго-западной части модели сосредоточено

свыше 2000 фермерских хозяйств [2; 3]. Практически во всех регионах модели развито производство зерновых, картофеля, овощебахчевых культур, мясомолочное скотоводство, овцеводство, птицеводство. На территории южных регионов модели расположено 15 % плодово-ягодных насаждений России [3], а также 37 % площадей виноградников и крупнейших тепличных комплексов по производству плодоовощной продукции защищенного грунта [3; 10]. При этом местное население, проживающее в предгорно-горных провинциях, активно развивает небольшие крестьянско-фермерские хозяйства и больше ориентируется на собственное подсобное хозяйство, полагаясь на частный скот и экологически чистые продукты. Это создает определенную устойчивость, но в то же время приводит к нехватке современных технологий и доступа к рынкам сбыта.

Заключение

Резюмируя вышеизложенное, стоит отметить, что формирование подобных моделей в рамках предлагаемого зонирования отличается от ранее предложенных простых территориальных дифференциаций качеством, структурой, функциональной направленностью и позволяет:

– выявить продовольственную проблему, возникшую в результате изменения темпов производства, уровня потребления и неэффективного распределения имеющихся ресурсов, что в свою очередь приводит к необходимости реформирования существующих систем поставок, сокращению потерь продовольствия на всех уровнях, внедрения устойчивых методов ведения сельского хозяйства и инновационных технологий;

– оценить продовольственную ситуацию на территории любой административно-территориальной единицы (определяемую как оптимальную, кризисную и критическую), что предполагает комплексный анализ территориальных контрастов воздействия природной среды на продовольственное обеспечение на рассматриваемых территориях и влияние численности населения на продовольственные процессы. Практически продовольственная ситуация определяется как территориальная зона продовольственных рисков, обусловленная возникновением продовольственных проблем;

– оценить совокупность причин возникновения всех возможных неблагоприятных ситуаций территории, учитываемых при распределении инвестиционных ресурсов на приоритетных направлениях и формировании вектора перспективного продвижения рассматриваемой территории;

– оценить в целом продовольственную обстановку, в которой находится население страны, определяемую показателями по всем трем продовольственным процессам – производство, потребление и распределение.

Список источников

1. Потапов А. П. Ресурсное обеспечение продовольственной независимости России в условиях экономических санкций // Научное обозрение: теория и практика. 2016. № 2. С. 29-39. EDN: VXMWLP

2. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Амурской области: официальный сайт. URL: http://amurstat.gks.ru/ (дата обращения: 17.11.2024)

3. Регионы России: статистический сборник: в 2 т. Т. 2. М.: Госкомстат России, 2018. 1040 с.

4. Родоманская С. А. Типизация регионов Российской Федерации по особенностям продовольственных уровней // Успехи современного естествознания. 2022. № 8. С. 65-70. DOI: 10.17513/use.37870. EDN: GPXHQR

5. Родоманская С. А. Картографическая визуализация ключевых индикаторов рисков на продовольственных уровнях // Известия Дагестанского государственного педагогического университе-

References

1.Potapov AP. Resource support of Russia's food independence in the conditions of economic sanctions. *Science Review: Theory and Practice*. 2016(2):29-39. (In Russ). EDN: VXMWLP

2.Territorial body of the Federal State Statistics Service for Amur Oblast: official website. URL: http://amurstat.gks.ru/ (accessed 17.11.2024). (In Russ)

3.Regions of Russia: statistical digest: in 2 vols. Vol. 2. Moscow: Goskomstat of Russia, 2018:1040. (In Russ)

4.Rodomanskaya SA. Typing of the regions of the Russian federation by the peculiarities of food levels. *Uspehi Sovremennogo Estestvoznaniya*. 2022(8):65-70. (In Russ). DOI: 10.17513/use.37870. EDN: GPXHQR

5. Rodomanskaya SA. Cartographic visualization of key risk indicators at food levels in Russian regions. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences*. 2024;18(1):70-80.

та. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 1. С. 70-80. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-1-70-80. EDN: MZXMWU

6. Родоманская С. А. Картографическая интерпретация продовольственной безопасности регионов России // International Agricultural Journal. 2022. Т. 65. № 5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kartograficheskaya-interpretatsiya-prodovolstvennoy-bezopasnosti-regionov-rossii (дата обращения: 17.11.2024)

7. ГОСТ Р 22.3.13-2018 (ИСО 22324:2015) Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Руководство по цветовым кодам опасности: дата введения15.05.2018. М.: Стандартинформ, 2018. 8 с.

8. Нефедова Т. Г. Основные тенденции изменения социально-экономического пространства сельской России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2012. № 3. С. 5-21.

9. Нефедова Т. Г. Десять актуальных вопросов о сельской России: ответы географа. М.: URSS, 2012. 452 с.

10. Журнал Агробизнес – аграрный новостной портал о сельском хозяйстве и агробизнесе России. URL: https://agbz.ru (дата обращения: 17.11.2024)

(In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-1-70-80. EDN: MZXMWU

6. Rodomanskaya SA. Cartographic interpretation of food security in Russian regions. *International Agricultural Journal.* 2022;65(5). (In Russ). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kartograficheskaya-interpretatsiya-prodovolstvennoy-bezopasnosti-regionov-rossii (accessed 17.11.2024). (In Russ)

7. Russian National Standard P 22.3.13-2018 (ИСО 22324:2015). Societal security – Emergency management. Guidelines for colour-coded alerts: introduction date 15.05.2018. Moscow, Standartinform, 2018:8. (In Russ)

8. Nefedova TG. Major trends for changes in the socioeconomic space of rural Russia. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2012(3):5-21. (In Russ)

9. Nefedova TG. Ten topical questions about rural Russia: answers from a geographer. Moscow: URSS, 2012:452. (In Russ)

10. Agribusiness Magazine – an agricultural news portal about agriculture and agribusiness in Russia. URL: https://agbz.ru (accessed 17.11.2024). (In Russ)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Родоманская Светлана Александровна, кандидат географических наук, доцент кафедры математики и информатики, Санкт-Петербургский Гуманитарный университет профсоюзов, Санкт-Петербург, Россия, svetlana_1902@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-3210-9970

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 26.11.2024
Одобрена после рецензирования 18.12.2024
Принята к публикации 23.12.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Affiliation

Svetlana A. Rodomanskaya, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Mathematics and Computer Science, Saint Petersburg Humanitarian University of Trade Unions, St. Petersburg, Russia, svetlana_1902@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-3210-9970

Conflict of interest

The author declares no conflicts of interests.

The article was submitted 26.11.2024
Approved after reviewing 18.12.2024
Accepted for publication 23.12.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 911:528.94:004.9:31:330.59:338
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-93-98
EDN: TILVHA

Городское планирование и сохранение окружающей среды города Краснодара

© 2024Салиб Джон И. Ф., Романова Т. А.,
Щенявская Л. А.✉, Андрющенко А. В, Шалая. А. А.
Кубанский государственный технологический университет
Краснодар, Россия, johnsalib1234@gmail.com; romanovata23@yandex.ru;
lyudmela2311@mail.ru✉; antonandr72@gmail.com; alinashalaya310303@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Целью данного исследования является проведение комплексного анализа городской среды Краснодара – крупнейшего административного и экономического центра юга России. **Методы.** Методы исследования включают анализ статистических данных и анализ проблемных зон городской застройки. Это позволило рассмотреть экологическую составляющую городских проблем. **Результаты.** Исследование текущего состояния городской среды Краснодара подчеркивает необходимость принятия комплексных мер, направленных на улучшение экологической ситуации, модернизацию транспортной сети и расширение зеленых зон. Для решения указанных задач необходимо активное внедрение современных технологий, таких как цифровые платформы для управления городскими процессами, геоинформационные системы и современные экологические стандарты проектирования. **Выводы.** В результате на основе анализа статистических данных и современных научных исследований разработаны практические рекомендации по улучшению городской среды. Комплексный подход к трансформации городской среды обеспечит ее стабильность и повысит качество жизни горожан. Реализация предложенных мер позволит Краснодару стать образцом современного города, соответствующего мировым нормативам устойчивого развития.

Ключевые слова: городская среда, зеленые зоны, транспортная загруженность, экологическое проектирование.

Формат цитирования: Салиб Джон И. Ф., Романова. Т. А., Щенявская Л. А., Андрющенко А. В, Шалая. А. А. Городское планирование и сохранение окружающей среды города Краснодара // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 4. С. 93-98. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-93-98. EDN: TILVHA

Urban Planning and Environmental Conservation in Krasnodar

© 2024Ibrahim F. Salib John, Tatiana A. Romanova,
Lyudmila L. Shchenyavskaya✉, Anton V. Andryushchenko, Alina A. Shalaya
Kuban State Technological University
Krasnodar, Russia, johnsalib1234@gmail.com; romanovata23@yandex.ru;
lyudmela2311@mail.ru✉; antonandr72@gmail.com; alinashalaya310303@mail.ru

ABSTRACT. The **aim** of the paper is a comprehensive analysis of the urban environment of Krasnodar, the largest administrative and economic center of southern Russia. **Methods**. The research methods include the analysis of statistical data and the analysis of problem areas of urban development. This allowed us to consider the environmental component of urban problems. **Results**. The study of the current state of Krasnodar's urban environment highlights the need to take comprehensive measures aimed at improving the environmental situation, modernizing the transport network and expanding green areas. To solve these

problems, it is necessary to actively introduce modern technologies, such as digital platforms for managing urban processes, geoinformation systems and modern environmental design standards. **Conclusions**. As a result, based on the analysis of statistical data and modern scientific research, practical recommendations for improving the urban environment have been developed. An integrated approach to the transformation of the urban environment will ensure its stability and improve the quality of citizens' life. The implementation of the proposed measures will give Krasnodar the opportunity to become a model of a modern city that meets global standards of sustainable development.

Keywords: urban environment, green zones, traffic congestion, environmental design.

For citation: Salib John IF, Romanova TA, Schenyavskaya LA., Andryushchenko AV, Shalaya AA. Urban Planning and Environmental Conservation of Krasnodar. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(4):93-98 (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-93-98. EDN: TILVHA

Введение

Городское планирование представляет собой основу для обеспечения устойчивого развития городов и населенных пунктов [1-3]. Краснодар, являясь крупнейшим центром экономики и управления на юге России, сталкивается с серьезными вызовами, обусловленными стремительным увеличением численности жителей, перегруженностью транспортной инфраструктуры, ухудшением экологической ситуации и недостатком зеленых зон. Эти факторы оказывают существенное влияние на комфорт и качество жизни горожан, создавая необходимость внедрения инновационных подходов к планированию и управлению городской средой [4; 5].

Целью данной работы является проведение анализа текущего состояния городской среды Краснодара, выявление ключевых проблем и разработка предложений, направленных на их решение. Основное внимание уделено интеграции отечественного и зарубежного опыта, а также применению современных технологий и методов, способствующих формированию гармоничной, экологически устойчивой и современной городской среды.

Материалы и методы исследования

На сегодняшний день Краснодар является интенсивно развивающимся мегаполисом с населением более 1,5 млн человек. Краснодарстат отмечает прирост городского населения на 20 % с 2022 по 2024 г. [6], что провоцирует активную застройку города объектами жилой недвижимости, усиленное использование транспортной инфраструктуры и заставляет обратить внимание на состояние экологической системы города.

Краснодар сталкивается с множеством проблем, которые можно разделить на несколько ключевых категорий (рис.).

Следует рассмотреть каждую категорию более подробно:

– транспортная перегруженность: плотность автомобильного транспорта достигает 450 автомобилей на 1000 жителей, что неминуемо превышает допустимую нагрузку на автодорожную систему [7]. В часы пик средняя скорость движения не превышает 18 км/ч, что создает пробки на дорогах и значительно замедляет мобильность горожан. Проблема осложняется нехваткой альтернативных видов транспорта, таких как развитая сеть выделенных полос для движения средств индивидуальной мобильности (СИМ) и общественного транспорта нового поколения;

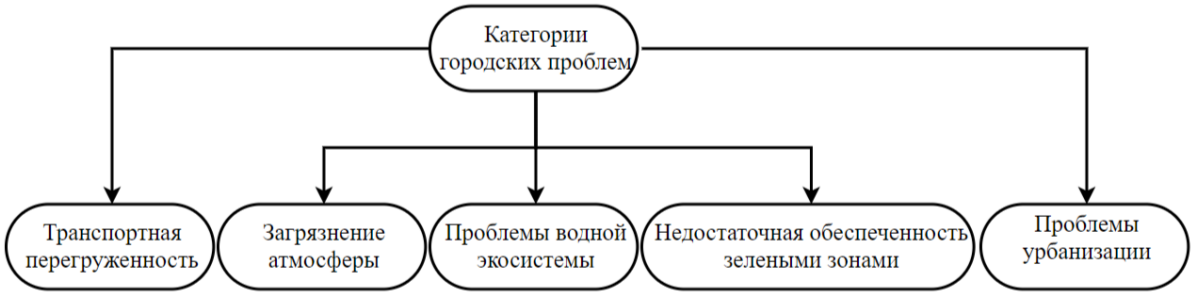


Рис. **Ключевые категории проблем г. Краснодара**
Fig. Key categories of problems in Krasnodar

– загрязнение атмосферы: 90 % негативного влияния на окружающую среду обусловлено антропогенным фактором [8; 9]. Краснодар – город с работающими в нем промышленными предприятиями, такими как завод ЗПИ (производство пластика), ПАО «Сатурн» (разработка и производство физических и химических источников тока для космических аппаратов), Краснодарская ТЭЦ, ООО «ТД Авантпак» (производство полимерной упаковки), компания «Аванта» (производство парфюмерии и косметики), компания «ЮЖНОЕ СИЯНИЕ» (производство бытовой химии) и многими другими. Вкупе с автотранспортом промышленные организации загрязняют атмосферу токсическими выбросами углерода, серы, тяжелых металлов, что значительно снижает качество атмосферного воздуха. По данным 2023 г. уровень загрязнения воздушной атмосферы г. Краснодара отмечен как высокий – среднегодовая концентрация взвешенных частиц загрязняющих веществ превышает нормативы в 1,3 раза [10];

– проблемы водной экосистемы: основной водный ресурс города – бассейн р. Кубани – подвергается значительному загрязнению сточными водами и отходами, поступающими от промышленных и бытовых источников. Критическое состояние водной экосистемы негативно влияет на состояние окружающей среды и здоровье горожан [11];

– недостаточная обеспеченность зелеными зонами: площадь парковых насаждений города составляет всего 7,5 м^2 на одного человека, что существенно ниже по сравнению с рекомендованными ВОЗ 20 м^2 [12]. Дефицит зеленых насаждений в городе оказывает негативное воздействие на микроклимат и снижает возможности для активного отдыха. Это приводит к перегреву городских пространств в летний период и ухудшению общего качества городской среды;

– проблемы урбанизации: стремительное увеличение плотности застройки в Краснодаре ведет к сокращению общественных пространств, необходимых для отдыха и социальной активности. Нерациональное зонирование территорий приводит к конфликтам между жилыми, промышленными и рекреационными зонами.

Результаты и их обсуждение

Комплексный подход к решению городских проблем Краснодара включает в себя реализацию следующих мер:

– модернизация транспортной системы. Данная мера комплексного подхода включает в себя создание и внедрение системы Bus Rapid Transit (BRT), которая обеспечит приоритетное движение общественного пассажирского транспорта и сократит время в пути [13]. Также для стимулирования использования средств индивидуальной мобильности (СИМ) и велосипедов как экологически чистого вида транспорта необходимо создание выделенных полос для движения велосипедов и СИМ, особенно в центральных и густонаселенных районах города. Также модернизация транспортной системы подразумевает расширение сети наземного электрического транспорта и внедрение интеллектуальных систем управления дорожным движением, которые позволят оптимизировать использование дорожной сети и снизить количество заторов;

– озеленение городской территории. Под данным мероприятием понимается организация программы высадки деревьев вдоль ключевых автомагистралей, на придомовых территориях жилых комплексов и в промышленных зонах для улучшения качества воздуха. Необходима разработка стандартов для строительных компаний, предполагающих обязательное создание зеленых территорий в застраиваемых районах. Также неотъемлемой частью озеленения городских территорий является проектирование новых парков и скверов с использованием современных технологий вертикального озеленения и озеленения крыш;

– экологическая безопасность и мониторинг. Включает в себя следующие мероприятия: 1) проведение модернизации существующих очистных сооружений для снижения уровня загрязнения водных объектов; 2) установка дополнительных станций мониторинга качества воздуха, позволяющих в режиме реального времени фиксировать показатели загрязненности и реагировать на отклонения; 3) введение и популяризация раздельного сбора бытовых отходов, что позволит перерабатывать до 50 % от общего объема мусора, снижая нагрузку на полигоны.

Предложенные меры направлены на создание комфортной, экологически устойчивой и современной городской среды, отвечающей потребностям как нынешнего, так и будущего населения Краснодара.

Заключение

Анализ текущего состояния городской среды Краснодара свидетельствует о необходимости внедрения системных мер, направленных на улучшение экологической ситуации, оптимизацию транспортной инфраструктуры и увеличение площади зеленых территорий. Решение обозначенных проблем требует активного применения современных технологий, включая цифровые платформы управления городским хозяйством, геоинформационные системы и экологические стандарты проектирования. Комплексный подход к развитию городской среды обеспечит не только ее устойчивость, но и повышение качества жизни жителей города. Благодаря реализации предложенных мер Краснодар сможет стать образцом современного мегаполиса, соответствующего международным стандартам устойчивого развития.

В связи с обозначенными проблемами авторами сформулирован ряд следующих рекомендаций для их решения:

1. Разработка нового генерального плана города: утвердить стратегию пространственного развития города, учитывающую прогнозы демографического роста, экологические потребности и экономическую динамику. Новый план должен содержать конкретные мероприятия по зонированию территорий, созданию зеленых коридоров и расширению общественных пространств.

2. Расширение использования геоинформационных систем (ГИС): применение ГИС с привлечением искусственного интеллекта позволит улучшить управление городской инфраструктурой за счет анализа данных о транспортной загруженности, состоянии инженерных сетей и экологической ситуации, а также позволит в кратчайшие сроки прогнозировать потребности города [14].

3. Увеличение финансирования развития транспорта и озеленения: рекомендуется перераспределить часть бюджета города для приоритетного финансирования общественного транспорта, включая строительство новых маршрутов и обновление подвижного состава, а также реализацию программ по увеличению площади зеленых насаждений.

4. Введение образовательных инициатив: организация программ для повышения экологической грамотности населения. Это может включать курсы для школьников, лекции для взрослых и продвижение раздельного сбора отходов. Экологическая культура населения является важным элементом устойчивого развития.

5. Привлечение частных инвестиций: создание благоприятных условий для бизнеса, заинтересованного в реализации проектов устойчивого развития. Это может включать налоговые льготы, субсидии на инновационные технологии и гранты для стартапов в области экологии и инфраструктуры.

Список источников

1. Котов А. И., Лихтин А. А. Урбанистика и городское планирование: симбиоз знаний и практики на службе у человека // Управленческое консультирование. 2023. № 2(170). С. 81-89. DOI: 10.22394/1726-1139-2023-2-81-89. EDN QZTQCI

2. Илюхин А. Г. Городское планирование и концепция комфортной городской среды // Символ науки: Международный научный журнал. 2022. № 1-2. С. 52-54. EDN LGJSRA

3. Tolovenkova D. Urban ecological framework as an optimal mechanism for managing the development of urban areas. *E3S Web of Conferences: VII International Scientific Conference "Cities of New Age: GLASS" (REC-2023), (Ekaterinburg, 27–29 июня 2023 г.).* Ekaterinburg: EDP Sciences, 2023:01006. DOI: 10.1051/e3sconf/202343501006. EDN CMPPLA

4. Осенняя А. В., Гура Д. А., Самарин С. В., Товкач В. С. Применение геопространственных данных для решения задач территориального планирования на примере г. Краснодара // Земле-

References

1. Kotov AI, Likhtin AA. Urbanism and urban planning: a symbiosis of knowledge and practice in the service of human. *Administrative Consulting.* 2023(2(170):81-89. (In Russ). DOI: 10.22394/1726-1139-2023-2-81-89. EDN: QZTQCI

2. Ilyukhin AG. Urban planning and the concept of a comfortable urban environment. *Symbol of Science: International Scientific Journal.* 2022(1-2):52-54. (In Russ). EDN: LGJSRA

3. Tolovenkova D. Urban ecological framework as an optimal mechanism for managing the development of urban areas. *E3S Web of Conferences: VII International Scientific Conference "Cities of New Age: GLASS" (REC-2023), (Ekaterinburg, 27–29 июня 2023 г.).* Ekaterinburg: EDP Sciences, 2023:01006. (In Russ). DOI: 10.1051/e3sconf/202343501006. EDN: CMPPLA

4. Osennyaya AV, Gura DA, Samarin SV, Tovkach VS. Using geospatial data for solving prob-

устройство, кадастр и мониторинг земель. 2024. № 2(229). С. 127-132. DOI: 10.33920/sel-04-2402-09. EDN SQBIQK

5. Дьяченко Р. А., Гура Д. А., Осенняя А. В., Самарин С. В., Беспятчук Д. А. Разработка структуры информационной системы геопространственных данных для решения задач территориального планирования // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка.2024. Т. 68. № 4. С. 87-99. DOI: 10.30533/GiA-2024-013. EDN YQASPD

6. Краснодарский край в цифрах. 2023: статистический сборник / Краснодарстат. Краснодар, 2024. 169 с.

7. Осенняя А. В., Евстигнеев А. А., Шалая А. А. К вопросу о создании информационно-аналитической системы "Кадастр улично-дорожной сети" // Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции (Омск, 28–29 марта 2024 г.). Омск: Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 2024. С. 443-444. EDN BIWBNX

8. Кузякина М. В., Гура Д. А. Оценка комфортности биоклиматических условий Краснодарского края с применением ГИС-технологий // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15. № 3(56). С. 66-76. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76. EDN EETFRM

9. Пинчук А. П., Тесля В. О. Экологическое состояние атмосферы Краснодарского края // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". 2016. № 11. С. 66-75. EDN UZCLLX

10. О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2023 году: доклад. Краснодар, 2024. 411 с.

11. Гура Д. А., Павлюкова А. П. К вопросу о проблеме расположения границ земельного участка в пределах береговой полосы водного объекта // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции (Краснодар, 23-24 апреля 2019 г.). Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью "Эпомен", 2019. С. 233-240. EDN ANXAND

12. Погорелов А. В., Липилин Д. А. Зеленые насаждения города Краснодара. Оценка и многолетние изменения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2017. № 3(27). С. 192-205. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.03.15. EDN ZIAOMP

13. Орехов С. Ю., Закиров И. В. Применимость систем скоростных автобусов типа Bus rapid transit (BRT) в городах России // Московский экономический журнал. 2023. Т. 8. № 8. С. 7. DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_8_399. EDN GYUOOV

lems of territorial planning by example of Krasnodar. *Zemleustroystvo, Kadastr i Monitoring Zemel.* 2024(2(229):127-132. (In Russ). DOI: 10.33920/sel-04-2402-09. EDN: SQBIQK

5. Dyachenko RA, Gura DA, Osennyaya AV, Samarin SV, Bespyatchuk DA. Development of the structure of the geospatial data information system for solving territorial planning tasks. *Izvestia Vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying.* 2024;68(4):87-99. (In Russ). DOI: 10.30533/GiA-2024-013. EDN: YQASPD

6. Krasnodar Krai in Figures. 2023: Statistical Digest. Krasnodarstat. Krasnodar, 2024:169. (In Russ).

7. Autumn AV, Evstigneev AA, Shalaya AA. On the issue of creating an information and analytical system "Cadastre of the road network". *Geodesy, Land Management and Cadastres: Problems and Development Prospects: Collection of Scientific Papers Based on the Materials of the 6th International Scientific and Practical Conference (Omsk, March 28–29, 2024).* Omsk: Stolypin Omsk State Agrarian University, 2024:443-444. (In Russ). EDN: BIWBNX

8. Kuzyakina MV, Gura DA. Assessment of bioclimatic comfort of the Krasnodar territory, Russia through the application of GIS-technologies. 2020;15(3(56):66-76. (In Russ). DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76. EDN: EETFRM

9. Pinchuk AP, Teslya VO. Ecological state of the atmosphere Krasnodar Territory. *Electronic Network Polythematic Journal "Scientific Works of Kubstu".* 2016(11):66-75. (In Russ). EDN: UZCLLX

10. On the state of nature management and environmental protection of the Krasnodar Territory in 2023: report. Krasnodar, 2024:411. (In Russ).

11. Gura DA, Pavlyukova AP. On the issue of the location of land boundaries within the coastal strip of a water body. *Current Issues and Prospects for the Development of Land and Property Relations: Collection of Articles Based on the Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference (Krasnodar, April 23-24, 2019).* Krasnodar: Limited Liability Company "Epomen", 2019:233-240. (In Russ). EDN: ANXAND

12. Pogorelov AV, Lipilin DA. Green spaces of Krasnodar city. Evaluation and multi-year changes. *Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Applied Ecology. Urban Development.* 2017(3(27):192-205. (In Russ). DOI: 10.15593/2409-5125/2017.03.15. EDN: ZIAOMP

13. Orekhov SYu, Zakirov IV. Applicability of bus rapid transit (BRT) systems in Russian cities. *Moscow Economic Journal*. 2023;8(8):7. (In Russ). DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_8_399. EDN: GYUOOV

14. Berkova E.D.1, Panyutischeva AA, Gribko-

14. Беркова Е. Д., Панютищева А. А., Грибкова И. С., Гура Д. А. Управление земельными ресурсами с применением геоинформационных систе // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. 2023. № 2. С. 126-129. DOI: 10.33764/2687-041X-2023-2-126-129. EDN UZECVO

va IS, Gura DA. Land resources management using geoinformation systems. *Regulation of Land and Property Relations in Russia: Legal and Geospatial Support, Real Estate Valuation, Ecology, Technological Solutions.* 2023(2):126-129. (In Russ). DOI: 10.33764/2687-041X-2023-2-126-129. EDN: UZECVO

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Салиб Джон Ибрахим Фахми, магистрант кафедры кадастра и геоинженерии, институт строительства и транспортной инфраструктуры, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия, johnsalib1234@gmail.com, https://orcid.org/0009-0002-7258-6306

Романова Татьяна Андреевна, старший преподаватель кафедры кадастра и геоинженерии, институт строительства и транспортной инфраструктуры, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия, romanovata23@yandex.ru, https//orcid.org/0009-0004-9704-9966

Щенявская Людмила Андреевна, студент, лаборант-исследователь кафедры кадастра и геоинженерии, институт строительства и транспортной инфраструктуры, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия, lyudmela2311@mail.ru, https//orcid.org/0009-0000-4881-0385

Андрющенко Антон Владимирович, магистрант кафедры кадастра и геоинженерии, институт строительства и транспортной инфраструктуры, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия, antonandr72@gmail.com, https//orcid.org/0000-0001-5832-5690

Шалая Алина Алексеевна, студент кафедры кадастра и геоинженерии, институт строительства и транспортной инфраструктуры, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия, alinashalaya310303@mail.ru, https//orcid.org/0009-0002-8324-8759

Критерии авторства

Салиб Джон И. Ф. – методология; Романова Т. А. – постановка цели и задач; Щенявская Л. А. – написание статьи; Андрющенко А. В. – формулировка выводов; Шалая А. А. – обзор литературных источников.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 10.12.2024
Одобрена после рецензирования 16.12.2024
Принята к публикации 23.12.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Ibrahim F. Salib John, Master's student, Department of Cadastre and Geoengineering, Institute of Construction and Transport Infrastructure, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, johnsalib1234@gmail.com, https://orcid.org/0009-0002-7258-6306

Tatiana A. Romanova, Senior Lecturer, Department of Cadastre and Geoengineering, Institute of Construction and Transport Infrastructure, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, romanovata23@yandex.ru, https//orcid.org/0009-0004-9704-9966

Lyudmila A. Shchenyavskaya, student, Laboratory Researcher, Department of Cadastre and Geoengineering, Institute of Construction and Transport Infrastructure, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, lyudmela2311@mail.ru, https//orcid.org/0009-0000-4881-0385

Anton V. Andryushchenko, Master's student, Department of Cadastre and Geoengineering, Institute of Construction and Transport Infrastructure, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, antonandr72@gmail.com, https// orcid.org/0000-0001-5832-5690

Alina A. Shalaya, student, Department of Cadastre and Geoengineering, Institute of Construction and Transport Infrastructure, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, alinashalaya310303@mail.ru, https// orcid.org/0009-0002-8324-8759

Contribution of the authors

Salib John I. F. – methodology; Romanova T. A. – setting aims and objectives; Schenyavskaya L. A. – paper writing; Andryushchenko A. V. – formulation of conclusions; Shalaya A. A. – review of references.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 10.12.2024
Approved after reviewing 16.12.2024
Accepted for publication 23.12.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК: 910.1:911.3
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-99-109
EDN: KNXRWC

Литературная география Краснодарского края в контексте туристско-рекреационного развития территории региона

© 2024**Сидоренко В. В., Волкова Т. А.**✉
Кубанский государственный университет
Краснодар, Россия, viktorsidorenko7@gmail.com; mist-next4@inbox.ru✉

РЕЗЮМЕ. Цель настоящего исследования заключается в рассмотрении истории развития литературы Краснодарского края под призмой будущего использования этих материалов литературного наследия в качестве потенциальных туристских ресурсов, способных стать частью туристско-рекреационного комплекса отдельных рекреационных зон Краснодарского края. Потенциально данные могут способствовать улучшению туристского продукта и вовлеченности населения, а также стимулированию социально-экономического развития региона. **Методы.** В исследовании были применены исторические и литературоведческие методы с упором на их использование в рамках рекреационной географии. **Результаты.** В результате проведенного исследования были выделены существующие литературные места Краснодарского края мемориального типа, а также предложены для последующего инфраструктурного освоения литературные места мемориального типа. Например, усадьба Захария Щербака (Новокубанский район), деда А. И. Солженицына по матери или создание собственного литературного музея г. Армавира, в котором бывали и выступали значительное количество писателей. Помимо этого, нами было проведено ранжирование районов Краснодарского края с точки зрения их перспективы для литературного туризма. **Выводы.** В Краснодарском крае имеется достаточное количество литературных ресурсов для потенциального развития литературного туризма, а также для использования их в качестве структурных элементов культурного туризма. Отмечен существенный потенциал для описания литературного ландшафта Краснодарского края, который в процессе собственного стихийного становления до сих пор еще не был описан.

Ключевые слова: литературная география, литературное наследие территории, литературное освоение территории, литературный туризм, литературное место, Краснодарский край, литературная география Краснодарского края.

Формат цитирования: Сидоренко В. В., Волкова Т. А. Литературная география Краснодарского края в контексте туристско-рекреационного развития территории региона // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 4. С. 99-109. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-99-109. EDN: KNXRWC

Literary Geography of the Krasnodar Territory in the Context of its Tourism and Recreational Development

© 2024**Viktor V. Sidorenko, Tatyana A. Volkova**✉
Kuban State University
Krasnodar, Russia, viktorsidorenko7@gmail.com; mist-next4@inbox.ru✉

ABSTRACT. The **aim** of the research is to explore the history of literature development in the Krasnodar Territory through the lens of the potential use of these literary materials as tourist resources. These resources have the potential to become part of the tourism and recreation complex in various recreational areas of the region, contributing to the improvement of the tourism product, public engagement and socio-

economic development. **Methods.** Historical and literary methods were used with an emphasis on their use in recreational geography. **Results.** As a result of the conducted research, the literary places of the Krasnodar Territory of a memorial type were identified, and literary places of a memorial type were proposed for subsequent infrastructural development. For example, the estate of Zakhariy Shcherbak (Novokubansky District), grandfather of A. I. Solzhenitsyn on his mother's side, or the creation of Armavir's own literary museum, where a significant number of writers visited and performed. In addition, we ranked the districts of the Krasnodar Territory in terms of their prospects for literary tourism. **Conclusions.** The Krasnodar Territory has a sufficient number of literary resources for the potential development of literary tourism, as well as for using them as structural elements of cultural tourism. Significant potential for describing the literary landscape of the Krasnodar Territory, which has not yet been described in the process of its own spontaneous formation, is noted.

Keywords: Literary Geography, Literary heritage of the territory, Literary development of the territory, Literary tourism, Literary place, Krasnodar Territory, Literary Geography of the Krasnodar Territory.

For citation: Sidorenko VV, Volkova TA. Literary Geography of the Krasnodar Territory in the Context of its Tourism and Recreational Development. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(4):99-109 (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-99-109. EDN: KNXRWC

Введение

Включение элементов культурного и литературного наследия в структуру туристического продукта способствует укреплению познавательной функции туризма и усилению его воспитательной роли. Это положительно влияет на формирование чувства принадлежности и укрепление гордости и патриотизма. При этом в процессе «включения» литературной составляющей туризм как важнейшая составляющая социально-экономического развития территории получает дополнительные возможности. Для освоения литературного наследия в целях развития туризма учитываются работы ученых таких направлений, как литературная география, управление туризмом, туристское проектирование, краеведение, экскурсоведение и т. п. Литературная география – сравнительно новый пласт научных исследований, который предполагает изучение связи социальной, экономической, политической, культурной географии с опытом художественного осмысления и освоения географического пространства. Являясь субдисциплиной культурной географии (также нового направления географии в России, получившее развитие в последние 20 лет), литературная география является актором пространственного осмысления всех составляющих одного из главных элементов культурной и созидательной жизни человека – литературы. То есть предметом этого направления географического исследования будет являться изучение взаимодействия ноосферы и комплексной геосферы [1]. В настоящее время можно говорить о том, что в России формируется новое направление смежных с географией исследований, в которые входят политическая география, музыкальная география, конфессиональная география и, конечно, литературная география. Использование литературного наследия в организации туристической деятельности не только реализует развлекательную функцию туризма, но и способствует формированию зрелой личности с культурной идентичностью. Краснодарский край как один из туристских регионов-лидеров Российской Федерации с учетом положительной динамики тенденции диверсификации туристского продукта, генерируемого регионом, имеет все ресурсы и возможности для развития литературного туризма. Это является актуальным как для развития нового направления сферы регионального туризма, так и повышения степени участия в процессе формирования национального самосознания, что особенно актуально с учетом многонациональности региона и объемов принимаемого турпотока. Целью исследования стало определение перспективности использования территории Краснодарского края для развития литературного туризма и включения литературно-географических элементов в туристскую деятельность.

Материалы и методы исследования

Методология исследования основана на литературном анализе художественных произведений, написанных о Краснодарском крае или на его территории. Помимо этого, была произведена историческая ретроспектива литературного наследия региона с целью определить перспективы развития литературного туризма в туристско-рекреационных зонах.

В процессе исследования были выявлены и обозначены потенциальные литературные места следующих типов: ассоциативные, мемориальные и комплексные. Это позволило определить районы Краснодарского края, в рамках которых можно создавать инфраструктуру для литературного туризма.

Результаты и их обсуждение

Первой из причин периферийного положения края как литературного региона может рассматриваться сравнительно непродолжительная (около 240 лет) история его непрерывного нахождения в составе России и особенности его положения в этот исторический период как провинциально-пограничного региона. К этим особенностям можно отнести присущие краю длительное время неустойчивость и полувоенный характер социальной системы, относительно слабое развитие транспортной и селитебной инфраструктуры, значительные угрозы территориальных потерь, частая смена административного статуса территорий и т. д. Территория Краснодарского края в досоветское время была местом формирования казачьей (сельско-военной) культуры.

Это, разумеется, не означает, что на Кубани в казачьей среде не появлялись талантливые писатели и поэты или что их творчество отвергалось этой средой. Ярким примером служит творчество наказного атамана Черноморского казачьего войска Якова Герасимовича Кухаренко – народная сказка «Вороний конь» [2], в рамках которой подсвечивались простота, наивность, ценные качестве простого казака. Также был выведен архетип «Кульбашный» (по фамилии героя), т. е. простой казак. В оперетте «Черноморский быт на Кубани между 1794-1796 годами» [3] («Черноморський побить на Кубань миж 1794 и 1896 роками») Кухаренко обрисовал быт кубанских казаков в конце XVIII в. во время их заселения кубанской равнины [4].

Имелись на Кубани и другие самобытные авторы, например, поэт и драматург В. С. Мова или И. Д. Попко. Однако литературное творчество не было их основным занятием (поскольку в условиях территории, близкой к многолетнему театру военных действий, у офицеров на государственной службе занятия были иными).

Кроме того, территория края, которая вплоть до начала последней трети XIX в. в заметной мере была охвачена Кавказской войной и другими боевыми действиями, служила местом «солдатской» ссылки для выходцев из центральных регионов Европейской России, причем сюда ссылались и весьма известные писатели и поэты. Одним из наиболее известных ссыльных, проведших на территории края достаточно длительное время, был М. Ю. Лермонтов. Кроме него на данную территорию были сосланы такие разжалованные в солдаты декабристы-литераторы, как А. А. Бестужев-Марлинский (погиб в 1837 г. в бою в районе Адлера) и А. И. Одоевский (умер в 1839 г. и похоронен в Лазаревском). По той же причине в 1820 г. был на Кубани и А. С. Пушкин, а также А. С. Грибоедов.

Однако у ссыльных литераторов здесь не было больших возможностей для занятий творчеством, место ссылки они воспринимали, скорее, как территорию неволи, которую желательно было бы скорее покинуть, а не как романтичный фронтир, пребывание на котором стоит запечатлевать в литературных произведениях (позже некоторые из них, такие как Николай Лорер [1], в своих мемуарах обращались к событиям Кавказской войны, происходившим на территории современного Краснодарского края). Как следствие, в большинстве своем ссыльные литераторы не создали значимых литературных произведений ни во время пребывания на Кубани и Черноморской линии, ни по его итогам.

Счастливым и удачным исключением из этого правила стало написание М. Ю. Лермонтовым повести «Тамань», которая впоследствии вошла в роман «Герой нашего времени». Эта повесть, пожалуй, является на сегодняшний день главным художественным произведением общенационального значения автора такого уровня, которое полностью посвящено событиям начала XIX в. на территории Кубани.

Таким образом, в первые десятилетия нахождения территории края в составе Российской Империи здесь находились представители двух отечественных литературных традиций: формирующейся местной казачьей, которая во многом наследовала традиции малороссийской литературы (ввиду глубоких связей кубанского казачества того времени с соци-

ально-культурной средой малороссийских губерний), и Центральной России, которую несли в основном ссыльные литераторы.

Однако, разделяя единое пространство, эти традиции творчески не пересекались, в том числе и из-за объективных ограничений на возможности творчества и иных обстоятельств. Более того, и точки зрения носителей этих традиций на место Кубани в географическом и социальном пространстве России расходились практически диаметрально: первые рассматривали ее как неотъемлемую часть страны (хотя и со своеобразными природными и социальными условиями), вторые же – как неосвоенную, непокоренную территорию.

Бурное социально-экономическое развитие территории современного Краснодарского края и, соответственно, включение его социально-культурной системы (с ее заметным расширением и усложнением) в единое социально-культурное пространство страны начинается только в последней трети XIX в., когда по времени совпали два важнейших события: окончание Кавказской войны (1864 г.) и открытие в Закубанье нефтяных месторождений. Это способствовало существенному возрастанию интереса к Кубани со стороны отечественного и зарубежного промышленного капитала, и, как следствие, бурному освоению ее территории промышленностью и транспортными коммуникациями, городским расселением, заселению Закубанья и Черноморского побережья. Более того, на последнем начала развиваться немыслимая прежде для данной территории отрасль хозяйства – рекреационная, как на основе морских и горных рекреационных ресурсов, так и с использованием бальнеологических ресурсов.

При этом нельзя не отметить влияние на социально-экономическое развитие территории, а впоследствии и рекреационно-туристское развитие периода активного освоения земель, который начался с появлением Положения «О заселении Черноморского округа и управления оным» в 1866 г. Процессы, связанные с указанным положением неоднозначны, но напрямую оказали влияние на развитие территории в целом и на культурное, в том числе и литературное развитие, в частности. Первые годы после принятия указанного Положения на территорию современного Черноморского побережья стали переселяться выходцы в основном из Воронежской, Курской, Рязанской, Калужской и др. губерний, украинцы – из Полтавской, Черниговской, Харьковской, Таврической и др., белорусы – из Гродненской, Могилевской, Минской, Витебской губерний [5].

В марте 2021 г. исполнилось 155 лет с момента утверждения «Положения о заселении Черноморского округа и управлением оным». Документ был подписан 10 марта 1866 г. (22 марта по сегодняшнему календарю) в Санкт-Петербурге [5]. Подписание этого документа дало начало процессу создания гражданских поселений между реками Туапсе и Бзыбь. Правительство регулировало гражданское и административное строительство в Черноморском округе. Условия переселения, льготы и порядок получения земли были определены в специальном документе.

Для заселения региона планировалось привлечь малоземельных и безземельных крестьян из разных губерний России. Им предоставляли бесплатную землю для обустройства, а также финансовую помощь на первоначальное обустройство и покупку инструментов. Жители округа освобождались от воинской службы, налогов и податей, а также получали другие льготы [5].

Для переселенцев в необжитые места предусматривались льготы и денежные пособия. Следом за освоением «крестьянскими» силами происходило освоение купечеством и интеллигенцией. Российское правительство активно привлекало людей, готовых вкладывать значительный капитал в развитие территории. Приток капитала активизировал бурное развитие территории, привлек сюда представителей богемы и интеллигенцию. Писатели приобретают участки под строительство дач либо посещают дачи своих друзей, меценатов. Начинает развиваться промышленность и активно скупаются участки под усадьбы и дачи. Именно с «дачной культурой» можно в некотором роде связывать и отдельные аспекты литературного развития современной Кубани: на территории Черноморского побережья появляются дома с садами, парки и виноградники. Зачастую дачники переходили в состав постоянного населения. Например, терри-

тория современного Геленджика характеризовалась тем, что почти половину постоянного населения Геленджика составляла интеллигенция. Побережье стали называть Дачей русской интеллигенции.

Среди деятелей литературы, воспользовавшихся данной возможностью, можно отметить В. Г. Короленко, который в конце XIX в. приобрел здесь участок земли, где впоследствии построил дачу и занимался творчеством. Позже тут был основан его дом-музей, ставший одним из редких литературных мест современного Краснодарского края.

«Тихое непосредственное местечко преобразилось и стало неузнаваемым» [6] – читаем в книге писателя С. И. Васюкова «Край гордой красоты». А Г. Москвич в «Иллюстрированном практическом путеводителе по Кавказу» (1902 г.) пишет: «Геленджик – это село с 300 дворами, небольшой церковью и красивыми зданиями сельского управления и училища… 2 гостиницы, дюжина магазинов, аптека, больница, 2 кофейни, почтово-телеграфная контора, казенная винная лавка и несколько трактиров» [7].

Таким образом, можно сказать, что культурная интеллигенция в тот период, представлявшая собой, если говорить современным языком, «лидеров мнений», активно способствовала изменению восприятия территории Черноморского побережья в сторону категории «земля обетованная». Так что вполне можно сказать, что рекламный слоган «Если есть на свете рай – это Краснодарский край» имеет весомые исторические корни.

Приход на Кубань новых отраслей хозяйства и новых форм образа жизни с наступлением мирного времени стал менять и социальную систему территории. Здесь казачья и городская культуры стали сливаться в сложном синтезе, формируя социально-культурную среду, характеризующуюся выраженным своеобразием и аттрактивностью относительно социально-культурной среды и Центральной России, и малороссийских губерний, и других территорий Кавказа. И это делало Кубань последних десятилетий существования Российской Империи привлекательной для посещения и даже временного проживания многими творческими личностями. А в 1890-х гг. Новороссийск неоднократно посещал А. П. Чехов, брат которого, Александр, служил в это время в его портовой таможне. Их впечатления от пребывания на Кубани нашли отражение в целом ряде произведений, принадлежащих перу этих авторов. Благодаря им и другим авторам к концу XIX в. в произведениях русской литературы складывается и укрепляется образ Кубани как мифологемы. Кубань нередко выступает предметом мечтаний обездоленных, они верят в возможность начать новую жизнь, спастись в теплых краях от голода и бедствий. А. П. Чехов в письме от 23 сентября 1896 г. писал:

«…был я и в Новороссийске. Это прекрасный город. Какие возле него хутора!» [8]. В рассказах Кубань в целом представляется «землей обетованной»:

«А как хороша Кубань! и жизнь там шире, и лето длинней, и народ удалее...» [9].

Схожие мысли о Кубани транслируются Чеховым в рассказе «Воры» (1890) и в драматическом этюде «На большой дороге» (1884) [8].

Этот образ резко контрастирует с представлениями о регионе, созданном в художественных произведениях и мемуарах литераторов первой половины XIX в., где территория края представляется диким неосвоенным фронтиром. Вместе с тем, указанные авторы не поселялись на Кубани на постоянной основе (за исключением Короленко в последние годы жизни), не создавали больших произведений, посвященных Кубани, их литературная известность сформировалась за пределами региона. Соответственно, связь их литературных пространств с Кубанью может рассматриваться именно как условная, в которой Кубань в целом или отдельные ее места выступают в качестве отдельных (зачастую не особо значительных) элементов литературных пространств каждого из авторов.

На стыке XX и XXI столетий в отечественной литературе приобретают известность писатели, постоянно жившие на Кубани: Н. Н. Канивецкий, Е. Д. Фелицын, И. Д. Попка (Попко). Среди них пользовался широкой известностью Н. Н. Канивецкий, в 1897 г. опубликовавший в крупнейшей областной газете «Кубанские областные ведомости» свой первый рассказ «По станичному приговору» [2]. Он посвящен обычаям и нравам кубанских казаков.

В 1992 г. в Краснодаре вышел сборник рассказов Н. Н. Канивецкого «На вершок

от счастья» [10] (составитель В. П. Бардадым). А годом раньше был переиздан труд историка и писателя Ф. А. Щербины «История Кубанского казачьего войска» [11]. Отметим и то, что Ф. А. Щербина был известен современникам как автор поэм «Петро – кубанец», «Черноморцы».

В конце XIX – начале XX в. начинается процесс полноценного встраивания литературного пространства Кубани в общероссийское литературное пространство. Эта интеграция позволила литературному пространству Кубани расти количественно, т. е. способствовала привлечению внимания к региону известных литераторов, благоприятствовала развитию местной литературы, давала возможность кубанским литераторам публиковаться и получать известность за пределами Кубани, способствовала формированию определенного образа территории в общественном сознании страны и в ее литературе.

С другой стороны, еще формирующееся кубанское литературное пространство, вплотную соприкоснувшись с мощным литературным пространством Российской Империи последних десятилетий ее существования, оказалось оттесненным на периферию.

Резкие качественные изменения в характере литературной жизни Кубани, в литературном пространстве региона и в его месте в литературном пространстве страны произошли во время революции 1917 г., последовавшей за ней Гражданской войны и сразу после нее. В это время Кубань стала не только ареной бурных событий («Первый Кубанский поход», создание и поражение Добровольческой армии А. И. Деникина, массовая эвакуация Белой армии и гражданских лиц в Крым и за границу), но и территорией, социальная структура которой претерпела радикальные изменения. По Кубани прокатилась волна расказачивания, которая сопровождалось не только изъятием имущества и высылкой казаков, как одной из наиболее лояльных прежнему режиму страт населения страны, но и уничтожением казачьей культуры, в том числе и литературного наследия. Место казаков стали занимать выходцы (переселенцы) из Центральной России и других территорий страны. Сама Кубань в административном отношении подверглась существенной реорганизации, она была отнесена сначала к Кубано-Черноморской области, а затем к Азово-Черноморскому краю, в ее пределах была создана Адыгейская автономная область. Все это наложило существенный отпечаток на общественную жизнь края, в том числе и на литературную. За сравнительно короткий период (с 1917 по 1927 г.) через территорию края прошли такие литераторы, как В. Я. Брюсов, М. С. Шагинян, В. В. Вишневский, Д. А. Фурманов, Н. А. Островский, А. А. Фадеев, Е. Л. Шварц и др. В крае впервые появляются литературно-художественные журналы, что выводит его литературную жизнь на принципиально новый уровень. Так, уже в первой половине 1920-х гг. в крае складываются два своих литературных центра: Краснодар и Сочи.

С 1920-х гг. проявляется выраженный интерес к краю, прежде всего к событиям его недавней истории со стороны крупных отечественных литераторов, проживавших в период написания произведений на территории края и за его пределами. В 1924 г. вышел роман А. С. Серафимовича «Железный поток» – первое крупное и получившее наибольшую известность произведение советской литературы, посвященное событиям Гражданской войны на Кубани – походу Таманской армии красных на соединение с главными силами вдоль Черноморского побережья, а затем вдоль железной дороги Туапсе – Армавир летом 1918 г. Этот роман стал важнейшим крупным художественным произведением советской литературы, которое полностью посвящено событиям на территории Краснодарского края. В 1925 г. вышел роман Ф. В. Гладкова «Цемент» – одно из классических советских произведений в жанре социалистического реализма, в основу которого были положены воспоминания автора, связанные с его работой в годы Гражданской войны в Новороссийске редактором газеты «Красное Черноморье» [12]. Хотя в романе название города не указывается, однако в нем в целом воспроизводится облик и атмосфера Новороссийска 1920-х гг. События Гражданской войны на территории края находят отражение и в произведениях менее значительных авторов. Так, например, им посвящена значительная часть романа Артема Веселого «Россия, кровью умытая» (1927-1928) [13].

В годы Великой Отечественной войны край, бывший местом крупных событий, связанных с обороной Кавказа, вновь стал территорией, которую посещали (в основном в качестве военных корреспонден-

тов) и активно описывали в своих произведениях отечественные литераторы самого высокого уровня: К. М. Симонов, П. А. Павленко, Л. С. Соболев, Б. Л. Горбатов, А. В. Софронов, А. А. Первенцев, И. Л. Сельвинский, В. А. Закруткин.

В послевоенные годы важнейшим событием литературной жизни края стала организация в 1947 г. Краснодарской писательской организации, которая в 1950 г. была преобразована в Краснодарское отделение Союза Писателей СССР. Ее членами в разное время были Г. В. Соколов, В. А. Монастырев, Л. М. Пасенюк и др. К настоящему времени, благодаря значительному количеству литераторов, в крае есть потенциал для формирования множества литературных пространств. Однако практическое применение этих литературных пространств требует колоссальной работы по их подготовке и, прежде всего, развития общественного интереса к творчеству этих писателей и их жизни.

Краснодарский край, являясь третьим (после Москвы и Московской области) регионом России по количеству жителей, одним из наиболее посещаемых туристских регионов России, субъектом Федерации с весьма развитой и диверсифицированной экономикой, тем не менее, в настоящее время в национальном литературном пространстве представлен непропорционально слабо относительно его экономической и социальной роли в стране.

Вместе с тем нельзя говорить о том, что на Кубани в настоящее время в туризме нет сложившихся литературных пространств (табл.).

Однако относительно своих размеров и статуса, а также в результате проведенного нами исследования по сбору, систематизации и актуализации литературного наследия, можно сказать, что перечень, описанный выше, можно и нужно расширять. В том числе существует потенциал для создания дополнительных мемориальных литературных мест, а также для ассоциативных и комплексных.

Фактически Краснодарский край представляет собой провинциальный литературный регион. Но с ним связаны биографии и творчество видных деятелей отечественной литературы – А. С. Грибоедова, А. С. Пушкина, М. Ю. Лермонтова, А. М. Горького, Н. А. Островского, А. И. Солженицына и др. Однако связь эта кратковременна, в ряде случаев – не всегда очевидна и фрагментарна как на биографическом уровне, так и во влиянии на творчество и в характере произведений. А это, в свою очередь, представляется результатом действия комплекса исторических, географических и социальных причин и факторов, не создававших литераторам предпосылок для того, чтобы обратить свое творческое внимание на край.

Таблица. **Мемориальные литературные места**
Table. Memorial literary sites

Музей Museum	**Расположение** Location	**Особенности** Features
Литературный музей Кубани	Краснодар, ул. Постовая 39/1	Дом наказного атамана Черноморского казачьего войска Якова Кухаренко. Представлены материалы по литературной жизни Кубани от XVIII в. до наших дней.
Дом-музей М. Ю. Лермонтова	Темрюкский р-н, ст. Тамань, ул. Карла Маркса, 100	Воссоздано подворье, на котором жил писатель, имеются копии его картин, черновики произведений. Имеется краеведческая экспозиция, посвященная быту казачества, XIX в. С музеем связана территория, по которой производится прогулка по созданному месту действия части «Тамань» романа «Герой нашего времени».
Дом-музей В. Г. Короленко	Город-курорт Геленджик, х. Джанхот, ул. Короленко, 1	Дача писателя, сохранившаяся в состоянии и с обстановкой, которые были при его жизни. Единственный в России его дом-музей
Дом-музей Н. А. Островского	г. Сочи, ул Корчагина, 4	Представлены кабинет и библиотека писателя с обстановкой, соответствовавшей времени его жизни. Сохранились справочная литература для написания и черновики неоконченного романа «Рожденные бурей»
Дом-музей А. Х. Таммсааре	Большой Сочи, пос. Эстосадок, ул. Эстонская, 35	Экспозиция, посвященная жизни писателя. Краеведческая экспозиция, посвященная жизни и быту эстонских переселенцев начала XX в. в горах вблизи Черноморского побережья

На основе проведенного анализа нами были определены наиболее перспективные литературные районы Краснодарского края (с точки зрения формирования литературно-географического пространства) (рис. 1). В этих районах, на наш взгляд, возможно создание литературных мест, способных стать катализатором культурно-образовательного туризма. Перспективность и неперспективность определялись через подсчет упоминаний района, фактов пребывания в нем писателей и создания локальных мифов. Таким образом, уровень перспективности литературных территорий Краснодарского края была ранжирована следующим образом:

– наиболее перспективные: более 15 упоминаний;

– перспективные: 10-15 упоминаний;

– среднеперспективные: до 10 упоминаний;

– требующие дополнительных исследований: отсутствие упоминаний в настоящий момент.

Согласно полученным данным, можно сделать вывод о том, что 8 районов Краснодарского края являются наиболее перспективными для литературного туризма, 7 районов – перспективны, а 13 районов – среднеперспективны. Стоит также добавить, что в рамках 14 районов представляется необходимым проводить более глубокие исследования, поскольку в настоящий момент нам не удалось определить уровень их перспективности.

Одним из таких мест может быть усадьба экономии Захария Щербака – деда А. И. Солженицына по матери. Это объект, обладающий большой исторической ценностью и вне связи с писателем, неоднократно посещался им во время учебы в Ростовском государственном университете, а после возвращения в Россию в 1991 г. стал одним из первых, который писатель начал восстанавливать за свой счет. Или создание собственного литературного музея г. Армавира, в котором бывали и выступали значительное количество писателей.

Для сравнения предлагаем и рисунок-фрагмент карты Краснодарского края с существующими литературными местами (рис. 2).

Таким образом, в настоящее время Краснодарский край можно рассматривать как регион, обладающий потенциалом развития литературного туризма, реализация которого фактически находится только на начальной стадии.

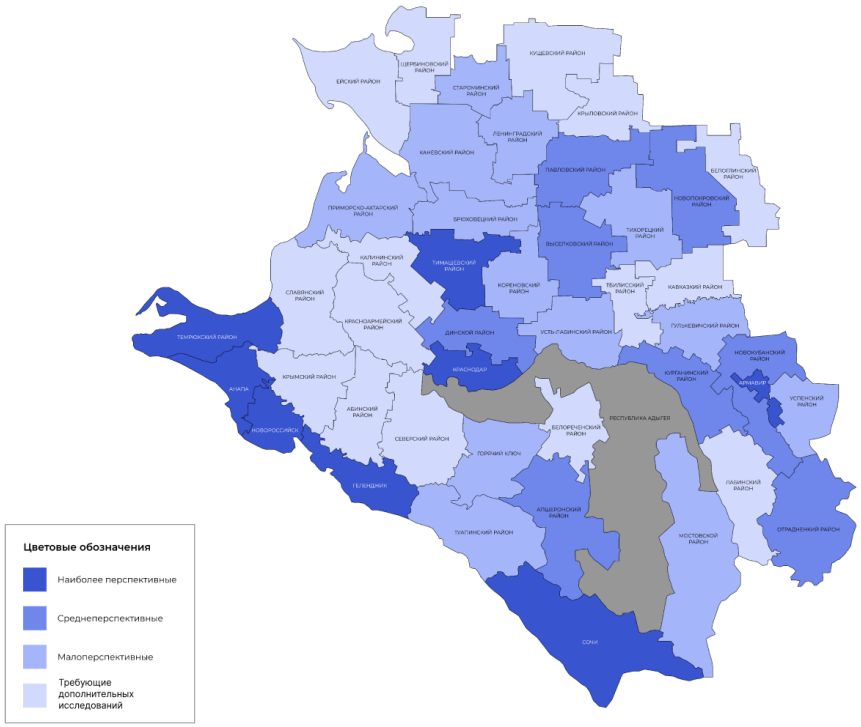


Рис. 1. **Перспективные районы Краснодарского края для литературного туризма**
Fig. 1. Promising areas of the Krasnodar Territory for literary tourism



Рис. 2. **Существующие литературные места Краснодарского края**
Fig. 2. Literary places of the Krasnodar Territory

Заключение

Существует множество областей, в которых литературная география может быть применена как инструмент. Например, в 2017 г. одним из интернет-пользователей была составлена «Литературная карта мира», где каждая страна была представлена каким-либо произведением, наиболее точно отражающим колорит государства. Россия была представлена произведением «Война и мир» Л. Н. Толстого, Сербия – «Хазарский словарь» Милорада Павича, Венгрия – «Звезда Эгера» Геза Гардони. Все это в сумме говорит о возрастающей роли междисциплинарных исследований. Большой вклад в становление литературной географии внесли исследовательские работы, выполненные в Московском, Пермском университетах: В. Н. Калуцков и М. М. Морозова вывели литературную географию как отдельную область научных исследований. Кроме того, ими в соавторстве с другими именитыми учеными были составлены одни из первых литературных карт и литературный атлас-справочник. Среди ключевых работ можно отметить следующие: «Литературная география как научный предмет и как учебная дисциплина»[14], «Первая литературная карта России, или антропогеография даровитости С. А. Золотарёва»[15], «Литературные карты и их типологические репрезентации» [7], «Литературный ландшафт и вопросы его развития» [16], «Литературно-географический регион и процессы мемориализации пространства (на примере Орловской области)» [17], Важную роль сыграли также диссертационное исследование А. В. Фирсовой «Географическое пространство в литературных произведениях как ресурс развития туризма (на примере Пермского края)» [18] и ее работы. Не менее важным исследованием является «Литературный ландшафт и вопросы его развития» (на материале Пушкиногорья) [19] и «О литературном регионе и методах выделения его границ (на материалах Орловского литературного региона)» [20]. Итогом описанных выше исследований стал первый в России Литературный атлас [21].

Литературная география Краснодарского края на сегодняшний день представлена фрагментарными исследованиями [22] и в условиях многолетней положительной динамики турпотока, а также с учетом устойчивого тренда на диверсификацию регионального турпродукта может быть использована для расширения предложения.

Результаты проведенного исследования могут стать основой для активизации развития литературного туризма на территории Краснодарского края и позволят повысить качество туристского предложения региона.

Список источников

1. Лорер Н. И. Записки моего времени. URL: http://az.lib.ru/l/lorer_n_i/text_1867_zapiski.shtml (дата обращения: 23.09.2024).

2. Кухаренко Я. Г. Сборник балачкою. 1836. 78 с. URL: https://kubanofan.blogspot.com (дата обращения: 31.08.2024)

3. Канивецкий Н. Н. Из былого Черномории: новеллы. Краснодар: Кн. изд-во, 1990. 269 с.

4. Безрукавая М. В., Болтуц О. А. Яков Кухаренко в журнале «Основа» // Региональная журналистика: культурные коды, пространство смыслов, полиэтнический дискурс: материалы I Всероссийской конференции (Ростов-на-Дону – Таганрог, 10–12 ноября 2022 г.). Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2022. С. 30-32. DOI: 10.18522/REGJOUR-2022-1-30-32. EDN: WOFAMF

5. 155 лет «Положению о заселении Черноморского округа и управлением оным» // Музей истории города-курорта Сочи. URL: https://dzen.ru/a/YFOJuZsj23eballQ (дата обращения: 28.10.2024).

6. Васюков С. И. Край гордой красоты. СПб: А.Ф. Девриен, 1903. 236 с.

7. Москвич Г. Г. Практический путеводитель по Кавказу. СПб: Издательство путеводителей Гр. Москвича, 1913. 498 с.

8. Чехов А. П. Письмо Чехову А. П., 23 сентября 1896 г. Мелихово // Полное собрание сочинений и писем: В 30 т. Т. 12. Пьесы. М.: Наука, 1978. 400 с.; Т. 6. Письма, Январь 1895 — май 1897. М.: Наука, 1976. С. 182-183.

9. Ольга Спачиль и Елена Саяпина: Кубанские «корни» Антона Чехова // Новая газета Кубани. URL: https://ngkub.ru/intervyu/kubanskie-korni-antona-chekhova (дата обращения: 23.08.2024).

10. Канивецкий Н. Н. На вершок от счастья. Краснодар: Советская Кубань, 1993. 190 с.

11. Щербина Ф. А. История Кубанского казачьего войска. Краснодар: Вече, 1913. 1253 с.

12. Власенко А. Н. Федор Гладков: Страницы жизни, страницы творчества. М.: Современник, 1983. – 272 с.

13. Веселый А. Россия, кровью умытая. СПб.: Лениздат, 2014. 640 с.

14. Калуцков В. Н. Литературная география как научный предмет и как учебная дисциплина // Вестник Московского университета. Серия 19: Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2015. № 4. С. 67-79. EDN: VNUHWV

15. Калуцков В. Н., Морозова М. М. Первая литературная карта России, или антропогеография даровитости С. А. Золотарёва // Географический вестник. 2020. № 2(53). С. 91-99. DOI 10.17072/2079-7877-2020-2-91-99

16. Калуцков В. Н., Морозова М. М. Литературные карты и их типологические репрезентации // Вопросы географии. 2020. № 151. С. 160-185. EDN: PBIHJV

17. Морозова М. М., Калуцков В. П. Литературно-географический регион и процессы мемориализации пространства (на примере Орловской области) // Наследие и современность. 2019. Т. 2.

References

1. Lorer NI. Notes of my time. URL: http://az.lib.ru/l/lorer_n_i/text_1867_zapiski.shtml (accessed 23.09.2024). (In Russ)

2. Kukharenko YaG. Collection of balachkoyu. URL: https://kubanofan.blogspot.com (accessed 31.08.2024). (In Russ)

3. Kanivetsky NN. From the past of the Black Sea Region: Novels. Krasnodar: Book Publ., 1990:269. (In Russ)

4. Bezrukavaya MV, Boltuts OA. Yakov Kukharenko in the magazine "Osnova". *Regional Journalism: Cultural Codes, Space of Meanings, Polyethnic Discourse: Proceedings of the 1st All-Russian Conference (Rostov-on-Don – Taganrog, November 10-12, 2022).* Rostov-on-Don: Southern Federal University, 2022:30-32. (In Russ). DOI: 10.18522/REGJOUR-2022-1-30-32. EDN: WOFAMF

5. 155 years of the "Regulation on the settlement of the Black Sea District and its management". *History Museum of Sochi City.* URL: https://dzen.ru/a/YFOJuZsj23eballQ (accessed 28.10.2024). (In Russ)

6. Vasyukov SI. The land of proud beauty. St. Petersburg: A. F. Devrien, 1903:236. (In Russ)

7. Moskvich GG. Practical guide to the Caucasus. St. Petersburg: Publ. of Gr. Moskvich's guidebooks, 1913:498. (In Russ)

8. Chekhov AP. Letter to Chekhov A. P., September 23, 1896 Melikhovo. *Complete works and letters:* In 30 vols. Vol. 12. Plays. Moscow: Nauka, 1978:400; vol. 6. Letters, January 1895 – May 1897. Moscow: Nauka, 1976:182-183. (In Russ)

9. Olga Spachil and Elena Sayapina: Kuban "roots" of Anton Chekhov. *Novaya Gazeta Kubani*. URL: https://ngkub.ru/intervyu/kubanskie-korni-antona-chekhova (accessed 23.08.2024). (In Russ)

10. Kanivetsky NN. On an inch of happiness. Krasnodar: Sovetskaya Kuban, 1993:190. (In Russ)

11. Shcherbina FA. History of the Kuban Cossack Host. Krasnodar: Veche, 1913:1253. (In Russ)

12. Vlasenko AN. Fedor Gladkov: Pages of life, pages of creativity. Moscow: Sovremennik, 1983:272. (In Russ)

13. Vesely A. Russia, washed in blood. St. Petersburg: Lenizdat, 2014:640. (In Russ)

14. Kalutskov VN. Literary geography as a science and as an academic discipline. *Moscow State University Bulletin. Series 19. Linguistics and Intercultural Communication.* 2015(4):67-79. (In Russ). EDN: VNUHWV

15. Kalutskov VN, Morozova MM. The first literary map of Russia, or anthropogeography of Sergey Zolotaryov's talent. *Geographical Bulletin.* 2020(2(53):91-99. (In Russ). DOI 10.17072/2079-7877-2020-2-91-99

16. Kalutskov VN, Morozova MM. Literary maps and their typical representations. *Problems of Geography.* 2020(151):160-185. (In Russ). EDN: PBIHJV

17. Morozova MM, Kalutskov VN. Geoliterary Region and memorization processes (Oryol Region). *Heritage and Modern Times*. 2019;2(1):79-93. (In Russ). EDN: XBODGF

№ 1. С. 79-93. EDN: XBODGF

18. Фирсова А. В. Географическое пространство в литературных произведениях как ресурс развития туризма (на примере Пермского края): автореф. дис. … канд. геогр. наук. Пермь, 2013. 22 с

19. Калуцков В. Н., Матасов В. М. Литературный ландшафт и вопросы его развития (на материале Пушкиногорья) // Географический вестник. 2017. № 1(40). С. 25-34. DOI 10.17072/2079-7877-2017-1-25-34. EDN: YNBURJ

20. Морозова М. М. О литературном регионе и методах выделения его границ (на материалах Орловского литературного региона) // Современные тенденции пространственного развития и приоритеты общественной географии: материалы международной научной конференции в рамках IX Ежегодной научной ассамблеи Ассоциации российских географов-обществоведов (Барнаул, 12–19 сентября 2018 г.). Т. 2. Барнаул: Алтайский государственный университет, 2018. С. 305-309. EDN: XWSQMP

21. Калуцков В. Н., Морозова М. М. Концепция литературного атласа России // Географическая среда и живые системы. 2022. № 2. С. 90-102. DOI: 10.18384/2712-7621-2022-2-90-102. EDN: NRFZRC

22. Волкова Т. А., Сидоренко В. В., Климов Н. Н. К вопросу о генезисе и сущности литературной географии: анализ терминологии в современной Отечественной библиографии // Успехи современного естествознания. 2022. № 1. С. 12-16. DOI: 10.17513/use.37763. EDN: KJWSAO

18. Firsova AV. Geographical space in literary works as a resource for tourism development (Perm Krai): Author's abstract of Ph.D. (Geography). Perm, 2013:22. (In Russ)

19. Kalutskov VN, Matasov VM. Literary landscape and issues of its development (a case study of Pushkinogorye). *Geographical Bulletin.* 2017(1(40):25-34. (In Russ). DOI 10.17072/2079-7877-2017-1-25-34. EDN: YNBURJ

20. Morozova MM. A literary region and the methods of determining its boundaries (oryol region case study). *Modern Trends in Spatial Development and Priorities of Social Geography: Proceedings of the International Scientific Conference Within the Framework of the 9th Annual Scientific Assembly of the Association of Russian Social Geographers (Barnaul, September 12–19, 2018).* Barnaul: Altai State University, 2018;2:305-309. (In Russ). EDN: XWSQMP

21. Kalutskov VN, Morozova MM. The concept of the literary atlas of Russia. *Geographical Environment and Living Systems.* 2022(2):90-102. (In Russ). DOI: 10.18384/2712-7621-2022-2-90-102. EDN: NRFZRC

22. Volkova TA, Sidorenko VV, Klimov NN to the question of genesis and essence of literary geography: analysis of terminology in modern domestic bibliography. *Uspekhi Sovremennogo Estestvoznaniya.* 2022(1):12-16. (In Russ). DOI: 10.17513/use.37763. EDN: KJWSAO

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Сидоренко Виктор Витальевич, преподаватель кафедры международного туризма и менеджмента, институт географии, геологи, туризма и сервиса, Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия, viktorsidorenko7@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-8693-8790

Волкова Татьяна Александровна, кандидат географических наук, доцент кафедры международного туризма и менеджмента, институт географии, геологи, туризма и сервиса, Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия, mist-next4@inbox.ru, https://orcid.org/*0000-0002-2054-0683*

Критерии авторства

Все авторы в равной степени участвовали в разработке концепции работы, сборе материала, его анализе и интерпретации, написании статьи, ее научном дизайне, корректуре рукописи до подачи в редакцию.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 29.11.2024
Одобрена после рецензирования 16.12.2024
Принята к публикации 23.12.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Viktor V. Sidorenko, Lecturer, Department of International Tourism and Management, Institute of Geography, Geology, Tourism and Service, Kuban State University, Krasnodar, Russia, viktorsidorenko7@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-8693-8790

Tatyana A. Volkova, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of International Tourism and Management, Institute of Geography, Geology, Tourism and Service, Kuban State University, Krasnodar, Russia, mist-next4@inbox.ru, https://orcid.org/*0000-0002-2054-0683*

Contribution of the authors

All authors equally participated in the development of the work concept, collection of material, its analysis and interpretation, paper writing, its scientific design, proofreading the manuscript before submission to the editor.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 29.11.2024
Approved after reviewing 16.12.2024
Accepted for publication 23.12.2024

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 504.064:556
DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-110-121
EDN: BYHQFG

Исследование донных отложений водных объектов в зоне влияния сточных вод

© 2024**Фонова С. И.**✉, **Эпиташвили А. В.**
Воронежский государственный технический университет
Воронеж, Россия, sveta.27@mail.ru✉; a.epit@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Цель исследования заключается в проведении эколого-геохимической оценки донных отложений в зоне влияния сточных вод на рассматриваемой территории Воронежа и Липецка, выполненная на основе химического анализа донных отложений водоёмов-приемников рр. Песчаный лог, Дон, Воронеж и Воронежского водохранилища. **Методы.** В работе применялись как традиционные методы исследований – анализ научной литературы для изучения методов и научного подхода к решению вопросов загрязнения поверхностных вод и донных отложений водоёмов-приёмников; картографический для построения картосхемы зон сброса очищенных сточных вод, так и современные – геохимические для выполнения химического анализа донных отложений; статистические для обработки полученных результатов исследований; аэрометоды для поиска мест сброса сточных вод в труднодоступных местах и для визуальной оценки территории исследования. В **результате** исследований была определена зона влияния сточных вод на водные объекты дифференцированно для каждого водоема. На основании полученных результатов построены оценочные картосхемы эколого-геохимического состояния донных отложений, в которых выявлены эколого-геохимические аномалии нефтепродуктов, азота аммонийного, меди и цинка. **Выводы.** По результатам исследований поверхностных вод было установлено, что поступление в водоёмы загрязняющих веществ в составе очищенных сточных вод является непрерывным процессом. Негативное влияние на окружающую среду в зонах сброса сточных вод требует комплексного подхода смежных дисциплин для разработки мероприятий по предотвращению и устранению негативных последствий.

Ключевые слова: эколого-геохимическая оценка, донные отложения, очищенные сточные воды.

Формат цитирования: Фонова С. И., Эпиташвили А. В. Исследование донных отложений водных объектов в зоне влияния сточных вод // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18. № 4. С. 110-121. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-110-121. EDN: BYHQFG

Investigation of Bottom Sediments of Water Bodies in the Wastewater Influence Zone

© 2024**Svetlana I. Fonova**✉, **Alina V. Epitashvili**
Voronezh State Technical University
Voronezh, Russia, sveta.27@mail.ru✉; a.epit@mail.ru

ABSTRACT. The **aim** of the research is to conduct an ecological and geochemical assessment of bottom sediments in the wastewater influence zone in the considered territory of Voronezh and Lipetsk, based on the chemical analysis of bottom sediments of the receiving water bodies of the Peschany Log, Don, Voronezh rivers and the Voronezh Reservoir. **Methods.** The work used both traditional research methods – analysis of scientific literature to study the methods and scientific approach to solving the problems of surface waters pollution and bottom sediments of receiving reservoirs; cartographic – to build a map of the discharge zones of treated wastewater, and modern – geochemical for chemical analysis of bottom sediments; statistical – to process the obtained research results; aerial methods to find wastewater discharge

sites in hard-to-reach places and for visual assessment of the study area. As a **result**, the zone of wastewater influence on water bodies was determined differentially for each water body. Based on the obtained results, assessment maps of the ecological and geochemical state of bottom sediments were constructed, in which ecological and geochemical anomalies of oil products, ammonium nitrogen, copper and zinc were revealed. **Conclusions.** Based on the results of surface water studies, it was established that the entry of pollutants into water bodies as part of treated wastewater is a continuous process. Negative impact on the environment in wastewater discharge zones requires an integrated approach of related disciplines to develop measures to prevent and eliminate negative consequences.

Keywords: ecological and geochemical assessment, bottom sediments, treated wastewater.

For citation: Fonova SI, Epitashvili AV. Investigation of Bottom Sediments of Water Bodies in the Wastewater Influence Zone. *Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences.* 2024;18(4):110-121 (In Russ). DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-110-121. EDN: BYHQFG

Введение

Стремительно меняющийся мир интенсивно осваивает новые направления науки и техники, внедряя свои достижения в обиход обычного человека, что не остаётся незамеченным природой, которая покорно принимает удары цивилизации. Антропогенное влияние на окружающую среду обрело непрерывный характер. В результате отдельные единицы экосистем утрачивают свои свойства, переставая быть безопасными для человека, обретают новые характеристики. Одной из актуальных проблем, появившейся в период активного индустриального развития и урбанизации новых территорий, стало загрязнение водотоков сточными водами – как промышленными, так и хозяйственно-бытовыми. Однако до настоящего времени нет решений, глобально влияющих на сложившуюся экогидроситуацию. Основной целью данного исследования является эколого-геохимическая оценка донных отложений в зоне влияния сточных вод на территории Воронежа и Липецка, выполненная на основе химического анализа донных отложений водоёмов-приемников рр. Песчаный лог, Дон, Воронеж и Воронежского водохранилища. Для этого использовались аналитические методы, лабораторные исследования, метод интегрального анализа полученных данных и др. По результатам исследования составлены картосхемы комплексного отбора проб донных отложений и поверхностных вод водоёмов, оценочные картосхемы эколого-геохимического состояния донных отложений в зоне влияния длительно существующих станций очистки сточных вод.

Материалы и методы исследования

Отбор проб донных отложений выполнен в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80 [1]. Вначале составлялась программа, в которой предварительно были намечены места полевых работ для каждого водного объекта. Перемещение по поверхности водоёмов и отбор проб выполнялся с использованием моторной лодки. Координаты места забора проб определялись по GPS с последующей фиксацией в журнале полевых работ. Для забора донных отложений на дно водоёма погружался дночерпатель ковшового типа, посредством управления тросами осуществлялся забор образцов материала. В процессе отбора проб донных отложений был выявлен недостаток данного инструмента, который проявлялся в виде вымывания отобранного материала при подъеме на поверхность. После подъёма образцы помещались в пластмассовые ёмкости объемом пять литров, затем отправлялись в аккредитованную лабораторию для химического анализа концентраций нефтепродуктов, азота аммонийного, меди и цинка. Одновременно с донными отложениями в тех же точках исследований были отобраны пробы поверхностных вод. Пластмассовые ёмкости объёмом три литра заполнялись вручную с моторной лодки, а затем отправлялись в лабораторию для химического анализа концентраций нефтепродуктов, азота аммонийного, меди и цинка.

Результаты и их обсуждение

Для Воронежского водохранилища исследовалось двадцать точек на равном удалении друг от друга по 250 м (рис. 1). В точке № 9 расположен сброс сточных вод после очистки. Остальные места исследования показывают характер накопления загрязнителей в донных отложениях.

Координаты отбора проб для Воронежского водохранилища показаны в таблице 1.

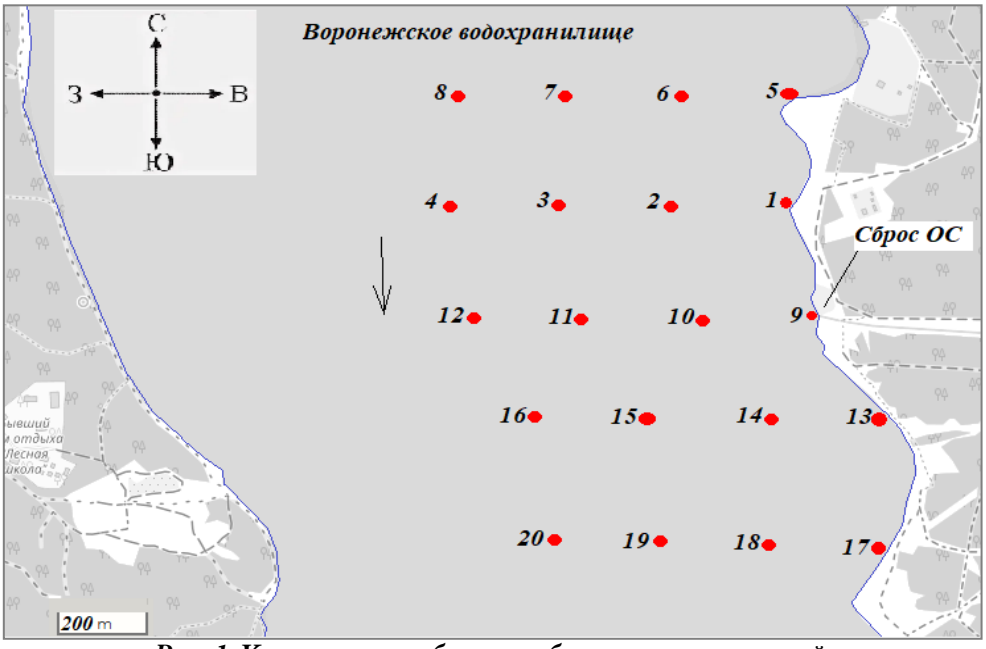


Рис. 1. **Картосхема отбора проб донных отложений Воронежского водохранилища в зоне влияния сточных вод**
Fig. 1. Map of bottom sediments sampling of the Voronezh Reservoir in the zone of wastewater influence

Таблица 1. **Зоны исследования донных отложений Воронежского водохранилища**
Table 1. Study zones of bottom sediments in the Voronezh Reservoir

№ точки отбора проб Sampling point number	**Координаты** Coordinates	**№ места исследования** Research site number	**Координаты** Coordinates
1	51°35'40"N 39°12'31"E	11	51°35'32"N 39°12'04"E
2	51°35'37"N 39°12'55"E	12	51°35'41"N 39°12'45"E
3	51°35'49"N 39°12'30"E	13	51°35'25"N 39°12'42"E
4	51°35'41"N 39°12'13"E	14	51°35'25"N 39°12'32"E
5	51°35'49"N 39°12'31"E	15	51°35'26"N 39°12'17"E
6	51°35'50"N 39°12'18"E	16	51°35'26"N 39°12'04"E
7	51°35'49"N 39°12'06"E	17	51°35'15"N 39°12'40"E
8	51°35'38"N 39°12'55"E	18	51°35'37"N 39°12'27"E
9	51°35'40"N 39°12'45"E	19	51°35'15"N 39°12'12"E
10	51°35'32"N 39°12'24"E	20	51°35'15"N 39°12'16"E



Рис. 2. **Картосхема отбора проб донных отложений р. Песчаный лог**
Fig. 2. Map of bottom sediments sampling of the Peschany Log River

Для р. Песчаный лог исследовалось шесть точек. Расстояние между первой и второй точкой исследования 250 м, остальные удалены друг от друга на 500 м (рис. 2). В точке номер один расположен сброс сточных вод после очистки. Остальные места исследования показывают характер накопления загрязнителей в донных отложениях. Выполнен расчет суммарного показателя загрязнений донных отложений Zy [1-9].

Координаты отбора проб для р. Песчаный лог показаны в таблице 2.

Для р. Дон исследовалось три точки. Расстояние между которыми составляет 500 м (рис. 3). Поверхностная вода р. Песчаный лог вместе с очищенными сточными водами является притоком в точке № 2. Прямого поступления стоков в водоём не ведется, но так как большую часть объёма водного потока р. Песчаный лог составляют сточные воды, проводились исследования донных отложений.

Координаты отбора проб для р. Дон показаны в таблице 3.

Таблица 2. **Зоны исследования донных отложений р. Песчаный лог**
Table 2. Study zones of bottom sediments of the Peschaniy Log River

№ точки отбора проб Sampling point number	**Координаты** Coordinates	**№ места исследования** Research site number	**Координаты** Coordinates
1	51°39'59.4"N 39°06'33.9"E	4	51°39'54.8"N 39°06'02.7"E
2	51°40'01.2"N 39°06'29.0"E	5	51°39'52.6"N 39°05'50.2"E
3	51°39'57.0"N 39°06'14.6"E	6	51°39'55.4"N 39°05'26.6"E

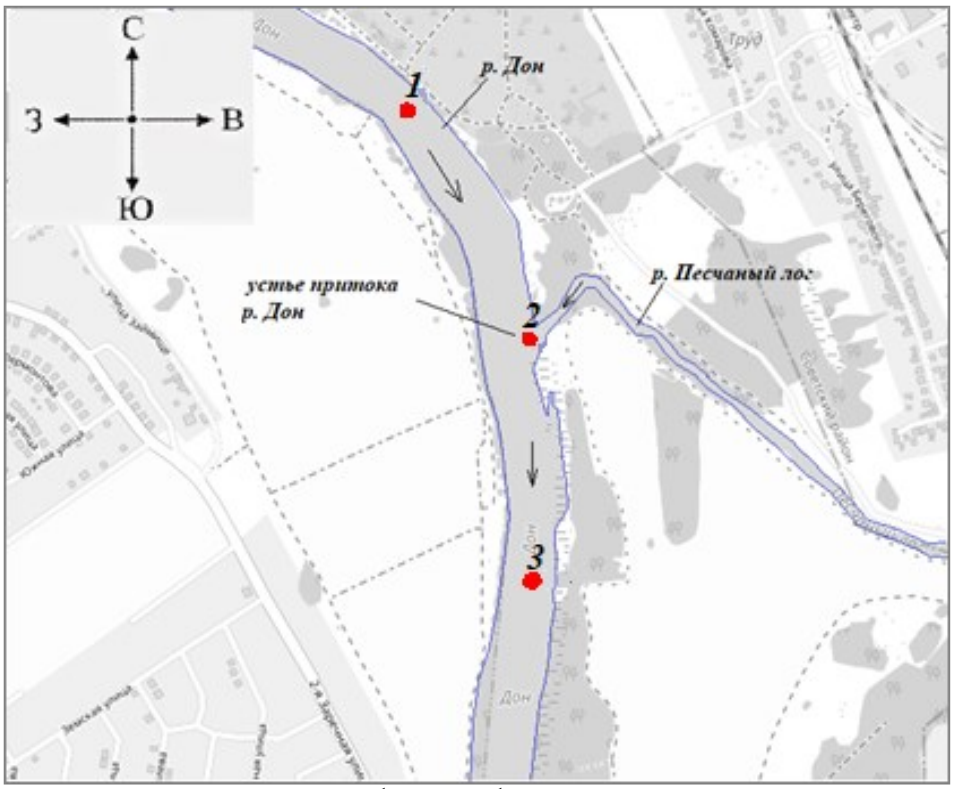


Рис. 3. **Картосхема отбора проб донных отложений р. Дон**
Fig. 3. Map of bottom sediments sampling of the Don River

Таблица 3. **Зоны исследования донных отложений р. Дон**
Table 3. Study zones of bottom sediments of the Don River

№ точки отбора проб Sampling point number	**Координаты** Coordinates
1	51°40'25"N 39°05'02"E
2	51°40'04"N 39°04'11"E
3	51°39'55"N 39°04'13"E

Для р. Воронеж исследовалось 5 точек (рис. 4). Расстояние между первой и второй 250 м. Остальные на удалении 500 м. В зоне точки № 1 происходит сброс очищенных сточных вод, в зоне точки № 4 смешение сточных вод с поверхностными водами р. Воронеж.

Координаты отбора проб для р. Воронеж показаны в таблице 4.

Результаты химических исследований донных отложений показаны в таблице 5.

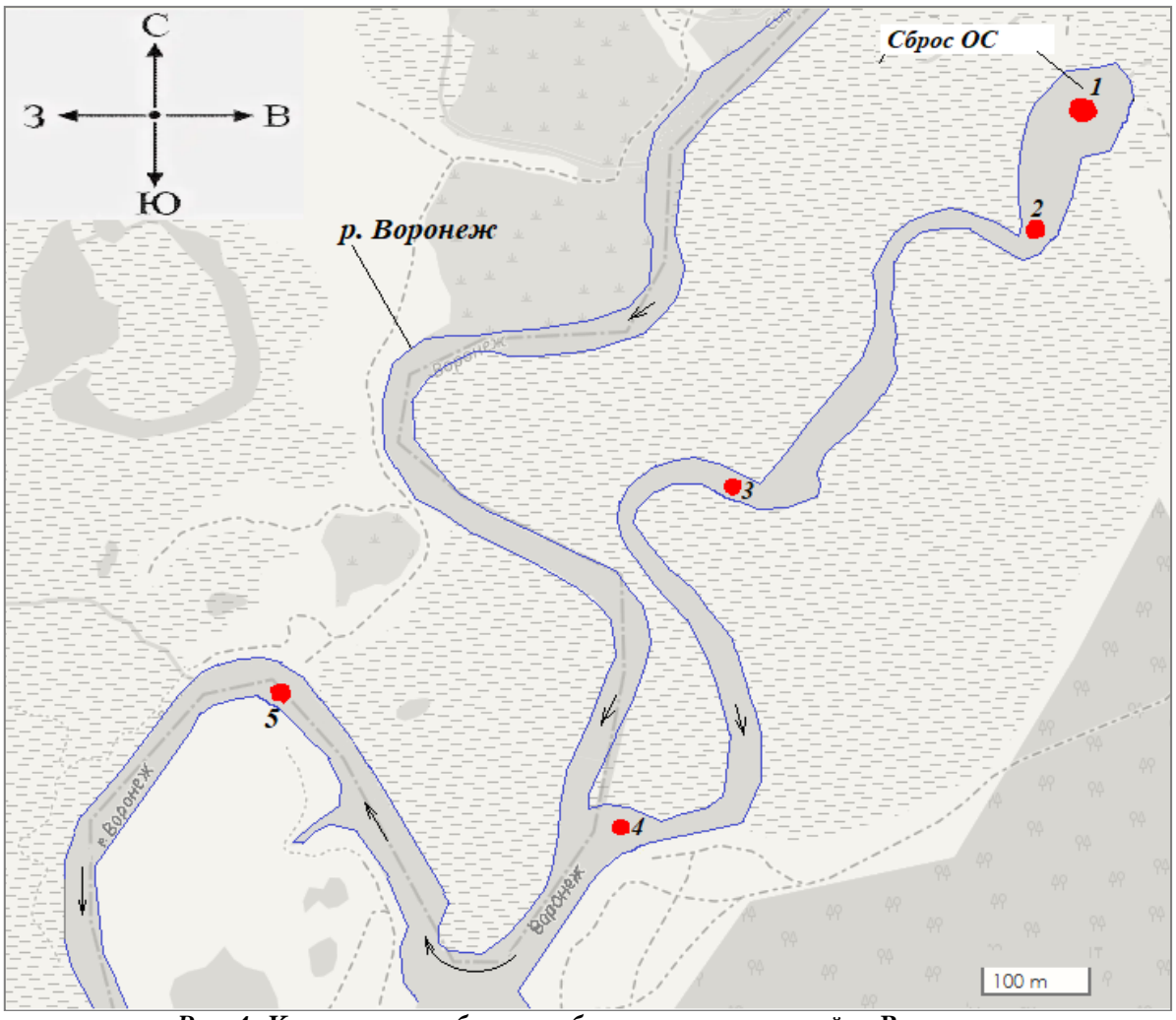


Рис. 4. **Картосхема отбора проб донных отложений р. Воронеж**
Fig. 4. Map of bottom sediments sampling of the Voronezh River

Таблица 4. **Зоны исследования донных отложений р. Воронеж**
Table 4. Study zones of bottom sediments of the Voronezh River

№ точки отбора проб Sampling point number	**Координаты** Coordinates
1	52°32'39"N 39°32'54"E
2	52°32'46"N 39°33'01"E
3	52°32'34"N 39°32'39"E
4	52°32'22"N 39°32'35"E
5	52°32'27"N 39°32'17"E

Таблица 5. **Результаты исследований донных отложений**
Table 5. Bottom sediment research results

№ точки отбора проб Sampling point number	**Наименование загрязняющего вещества, мг/кг** Pollutant name, mg/kg			
	Нефтепродукты Oil products	**Азот аммонийный** Nitrogen Ammonium	**Валовые формы** Gross forms	
			Медь (Cu) Copper (Cu)	**Цинк (Zn)** Zinc (Zn)
Воронежское водохранилище				
1	2530	23,0	160	450
2	1840	19,0	165	472
3	1840	12,0	170	450
4	1650	11,0	165	460
5	1940	22,0	179	452
6	1820	18,0	165	469
7	1760	11,0	160	456
8	1730	11,0	154	465
9	7069	25,0	169	519
10	5840	24,0	180	528
11	5610	19,0	175	530
12	5370	12,0	168	490
13	6520	25,0	181	465
14	2140	23,0	185	450
15	1830	20,0	170	470
16	1760	18,0	162	390
17	4860	24,0	180	462
18	2250	23,0	178	463
19	2110	20,0	180	490
20	1850	19,0	174	420
р. Песчаный лог				
1	6540	24	150	220
2	6520	24	152	250
3	6030	21	148	190
4	5930	20	145	195
5	4830	18	135	190
6	4960	21	130	180
р. Дон				
1	760	16	70	150
2	1200	19	90	720
3	950	17	71	560
ПДК	<1000	–	132	220

Далее по результатам исследований была проведена оценка состояния донных отложений. Воздействие загрязняющих веществ высоких концентраций в очищенных сточных водах оценивается как техногенное загрязнение.

В результате оценки воздействия на водные объекты в зоне сброса сточных вод для Воронежского водохранилища суммарный показатель составил 165,34; для р. Песчаный лог – 54,76, для р. Дон – 40,6; для р. Воронеж – 47,51.

Для оценки загрязнения водных систем применялась методика Ю. Е. Саета [10], согласно которой Воронежское водохранилище (зона исследования, ограниченная точками 1-20 (рис. 1)) характеризуется как очень сильно загрязненный водоём. Рр. Песчаный лог, Дон и Воронеж, ограниченные зонами исследований (рис. 2-4), являются водоемами с сильным уровнем загрязнения.

Результаты химических исследований поверхностных вод показаны в таблице 6

Таблица 6. **Результаты исследований поверхностных вод**
Table 6. Surface water research results

№ точки отбора проб Sampling point number	Наименование загрязняющего вещества, мг/дм³ Pollutant name, mg/dm³			
	Нефтепродукты Oil products	**Азот Аммонийный** Nitrogen Ammonium	**Медь (Cu)** Copper (Cu)	**Цинк (Zn)** Zinc (Zn)
Воронежское водохранилище				
1	0,070	0,85	0,0040	0,014
2	0,069	0,81	0,0035	0,012
3	0,065	0,79	0,0027	0,010
4	0,052	0,76	0,0026	0,010
5	0,070	0,69	0,0041	0,012
6	0,063	0,62	0,0040	0,012
7	0,059	0,61	0,0036	0,010
8	0,058	0,58	0,0021	0,010
9	0,072	0,94	0,0045	0,025
10	0,073	0,90	0,0044	0,023
11	0,072	0,85	0,0020	0,018
12	0,069	0,78	0,0015	0,010
13	0,075	0,95	0,0044	0,024
14	0,074	0,91	0,0042	0,020
15	0,070	0,85	0,0039	0,018
16	0,055	0,81	0,0025	0,012
17	0,075	0,92	0,0043	0,020
18	0,073	0,91	0,0028	0,018
19	0,069	0,78	0,0029	0,015
20	0,065	0,83	0,0020	0,012
р. Песчаный лог				
1	0,05	3,9	0,001	0,01
2	0,05	2,8	0,001	0,01
3	0,04	21	0,001	0,01
4	0,04	1,6	0,001	0,01
5	0,03	0,8	0,001	0,01
6	0,03	0,4	0,001	0,01
р. Дон				
1	0,03	0,25	0,001	0,01
2	0,03	0,39	0,001	0,01
3	0,02	0,35	0,001	0,01
р. Воронеж				
1	0,06	0,39	0,001	0,01
2	0,06	0,39	0,001	0,01
3	0,05	0,35	0,001	0,01
4	0,05	0,30	0,001	0,01
5	0,04	0,32	0,001	0,01
ПДК	0,05	0,39	0,001	0,01

Оценка качества поверхностных вод проводилась на основе расчета индекса загрязнения воды. Для Воронежского водохранилища индекс составил 2,06, что соответствует 3 классу качества воды и является умеренно загрязненной. Для р. Песчаный лог индекс составил 3,95, что соответствует 4 классу качества воды и является загрязненной. Для р. Дон индекс составил 1,17, что соответствует 3 классу качества воды. Для р. Воронеж индекс составил 0,98, что соответствует 2 классу качества воды и является чистой.

По результатам исследований и расчетов были составлены оценочные карты донных отложений в зоне влияния очищенных сточных вод (рис. 5-8).

В результате оценки эколого-геохимического состояния донных отложений с сильным уровнем загрязнения определена зона сброса очищенных сточных вод в Воронежское водохранилище. Зона определена точками 1, 9, 18. Зона среднего уровня загрязнения определена границами точек 1, 5, 2, 11, 16, 20, 19, 18, 17, 18. Зона со слабым уровнем загрязнения определена точками 5, 8, 12. Особенностью распространения загрязнений является то, что основное течение водохранилища ближе к правому берегу, в границах старого русла р. Воронеж. В Зоне сброса преимущественно стоячая вода. Таким образом, загрязняющие вещества осаживаются в донных отложениях практически равномерно от зоны сброса.

Для р. Песчаный лог, куда сбрасываются очищенные сточные воды со станции очистки правого берега г. Воронежа, результаты оценки эколого-геохимического состояния донных отложений показали практически равномерное распределение загрязнителей от точки 1 до точки 6. Основной объем воды, содержащийся в реке, составляют очищенные сточные воды. Таким образом, загрязняющие вещества осаживаются и накапливаются в донных отложениях от зоны сброса и ниже по течению до участка, где устроено искусственное бетонное русло р. Песчаный лог и бетонные ступени, необходимость которых была обусловлена рельефом.

Р. Песчаный лог является притоком для р. Дон. Результаты оценки эколого-геохимического состояния донных отложений показали накопление веществ от точки 2 до точки 3, относящихся к категории с сильным уровнем загрязнения. Загрязнение прослеживается вниз по течению на 500 м.

Оценка состояния донных отложений р. Воронеж показала накопление веществ от точки 1 до точки 4, относящихся к категории с сильным уровнем загрязнения. Так, сброс сточных вод от точки 1 до точки 4 со станции очистки г. Липецка осуществляется не напрямую в р. Воронеж, а проходит ручьем и впадает в зоне меандры р. Воронеж. Таким образом, все загрязняющие вещества оседают в зоне меандры и не разносятся вниз по течению.

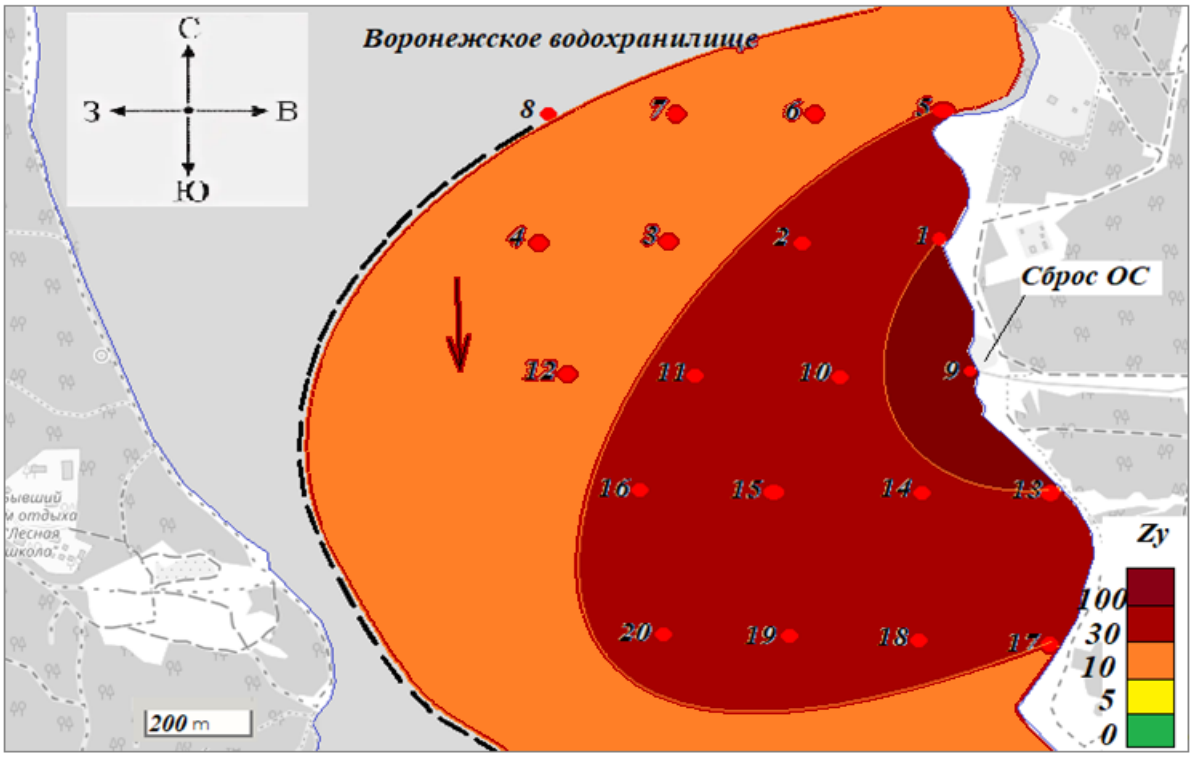


Рис. 5. **Оценочная картосхема эколого-геохимического состояния донных отложений в зоне влияния очищенных сточных вод**

Fig. 5. Estimated map of the ecological and geochemical state of bottom sediments in the treated wastewater influence zone



Рис. 6. **Оценочная картосхема эколого-геохимического состояния донных отложений р. Песчаный лог в зоне влияния очищенных сточных вод**

Fig. 6. Estimated map of the ecological and geochemical state of bottom sediments of the Peschany Log River in the treated wastewater influence zone

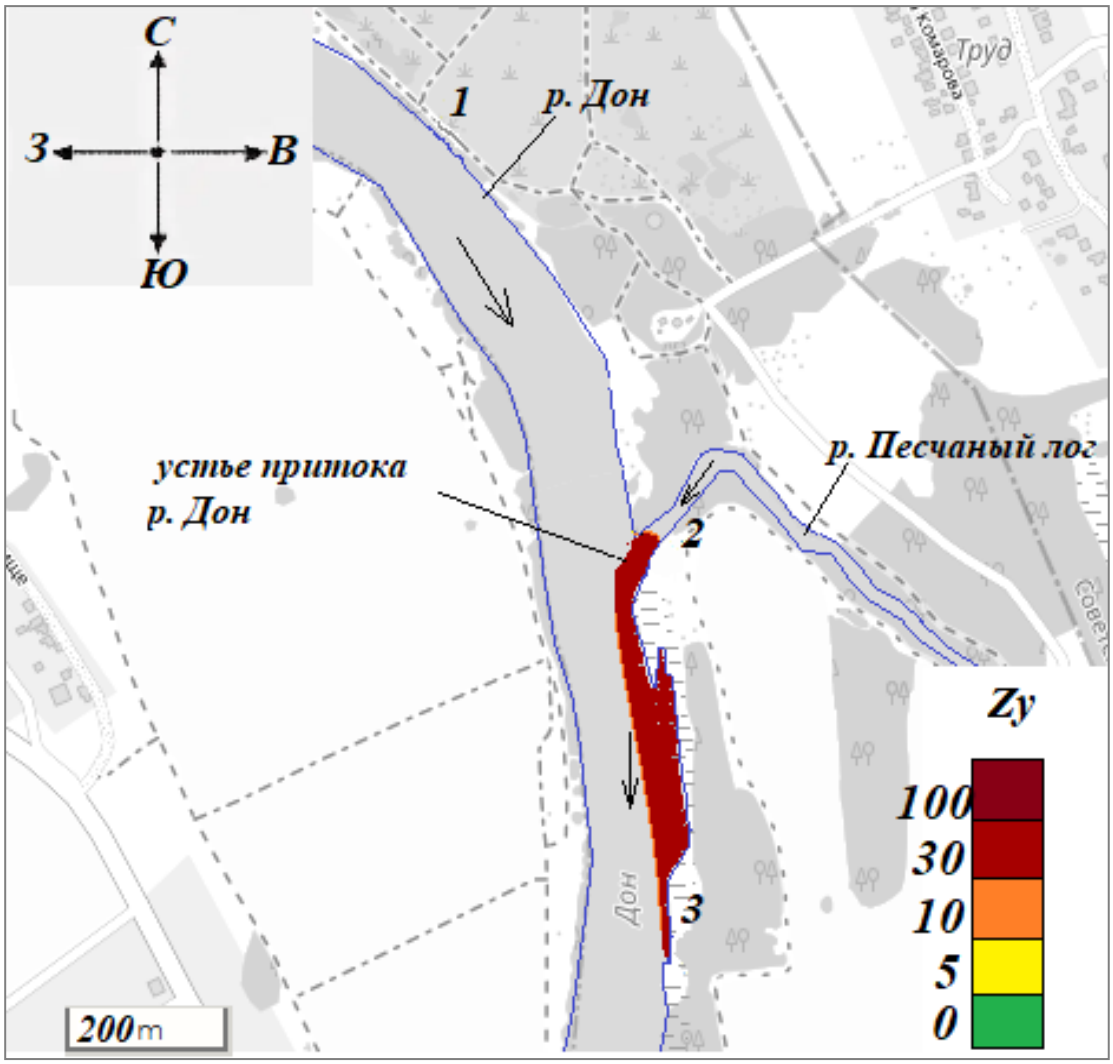


Рис. 7. **Оценочная картосхема эколого-геохимического состояния донных отложений р. Дон в зоне влияния очищенных сточных вод**

Fig. 7. Estimated map of the ecological and geochemical state of bottom sediments of the Don River in the treated wastewater influence zone

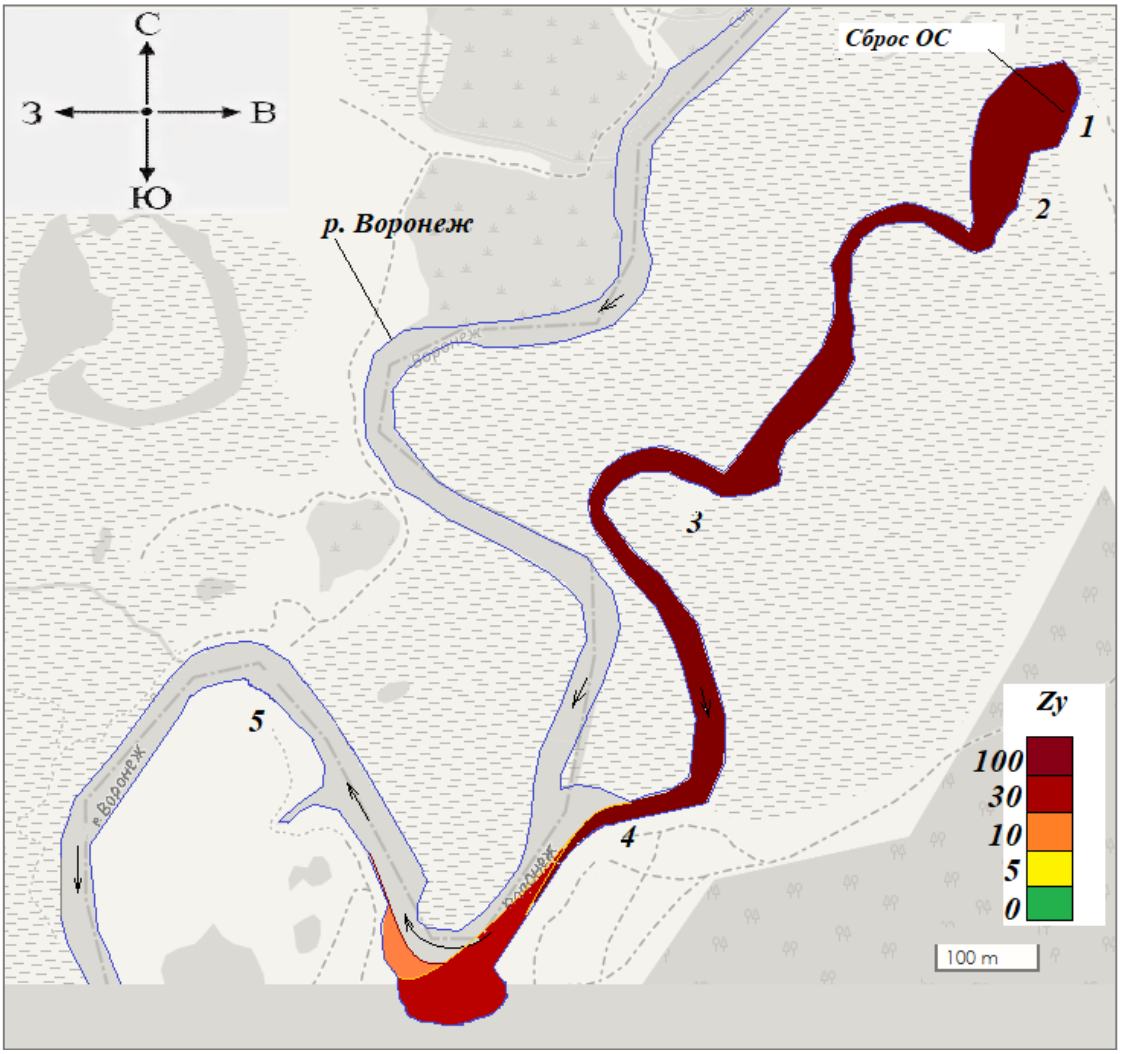


Рис. 8. **Оценочная картосхема эколого-геохимического состояния донных отложений р. Воронеж в зоне влияния очищенных сточных вод**

Fig. 8. Estimated map of the ecological and geochemical state of bottom sediments of the Voronezh River in the treated wastewater influence zone

По результатам расчетных значений коэффициента предельной загрязненности выявлено, что максимальное загрязнение поверхностных вод фиксируется в зоне исследования Воронежского водохранилища, средний показатель предельной загрязненности 4; в зоне исследования р. Воронеж – 1,2; в зоне исследования р. Песчаный лог – 2,5. Наблюдения показали изменения показателей качества поверхностных вод, где наблюдается улучшение по мере удаления от места сброса очищенной сточной воды. Показатели качества поверхностных вод улучшаются, что свидетельствует о процессе смешения загрязняющих веществ с чистой водой. Однако в донных отложениях накапливаются тяжелые металлы и из-за непрерывности поступления сточных вод в водоёмы качество донных отложений ухудшается.

Заключение

Проведена эколого-гидрогеохимическая оценка водных объектов, подвергшихся воздействию очищенных сточных вод длительно существующих станций очистки, которая включала отбор проб донных отложений и параллельный отбор поверхностных вод исследуемых водных объектов. На основании полученных результатов построены оценочные картосхемы эколого-геохимического состояния донных отложений, в которых выявлены эколого-геохимические аномалии нефтепродуктов, азота аммонийного, меди и цинка. В результате была определена зона влияния сточных вод на водные объекты, которая определена для каждого водоема диффе-

ренцированно. Для Воронежского водохранилища она составила зону от 500 м выше и до 500 м ниже по течению, а также от точки сброса к центру водохранилища до 500 м. Для р. Песчаный лог – до 3000 м ниже по течению от точки сброса. Для р. Дон – до 500 м ниже по течению от впадения р. Песчаный лог. По результатам исследований поверхностных вод было установлено, что поступление в водоёмы загрязняющих веществ в составе очищенных сточных вод является непрерывным процессом.

Список источников

1. ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязнённость: дата введения 01.01.1982. М.: ИПК издательство стандартов, 2002. 7 с.

2. Гришанцева Е. С., Сафронова Н. С. Эколого-геохимическая оценка состояния Волжского источника водоснабжения города Москвы // Водные ресурсы. 2012. Т. 39. № 3. С. 305-321. EDN: OXXVQH

3. Титаева Н. А., Сафронова Н. С., Шепелева Е. С., Кирпичникова Н. В. и др. Эколого-геохимические исследования водных и наземных экосистем района Иваньковского водохранилища р. Волги // Вестник Московского Университета. Серия 4: Геология. 2004. № 12. С. 42-53.

4. Фокин Д. П., Фрумин Г. Т., Рыбалко А. Е. Содержание и распределение химических элементов в донных отложениях восточной части Финского залива // Экологическая химия. 2010. Т. 19. № 4. С. 236-242. EDN: YMSZJE

5. Фокин Д. П., Фрумин Г. Т. Тяжелые металлы в донных отложениях восточной части Финского залива (по данным федерального монитроринга 2001- 2009 гг.) // Общество. Среда. Развитие. 2011. № 1. С. 210-214.

6. Хрусталев Ю. П. Географические аспекты изучения гидрологии и гидрохимии Азовского бассейна. Л.: Географическое общество СССР. 1981. 158 с.

7. Ильяш Д. В. Донные отложения Воронежского водохранилища как источник вторичного загрязнения поверхностных и подземных вод // Школа экологических перспектив». Воронеж: материалы молодежного инновационного проекта, 2012. С. 122-126.

8. Сейдалиев Г. С., Косинова И. И., Соколова Т. В., Силкин Т. Ю. Экологический менеджмент территорий Воронежского водохранилища: монография. Воронеж: Истоки, 2017. 186 с.

9. Бреховских В. Д., Казмирук Т. Н., Казмирук Д. В. Донные отложения Иваньковского водохранилища: монография. М.: Наука. 2006. 253 с.

10. Гертер О.В., Пислегин Д. В., Соромотин А. В. Геоэкологическая характеристика поверхностных вод и донных отложений некоторых заказников ХМАО-Югры // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2011. № 12. С. 179-191. EDN: OOLRXZ

References

1. Russian National Standard 17.1.5.01-80 Nature protection. Hydrosphere. General requirements for sampling bottom sediments of water objects for their pollution analysis: introduction date. 01.01.1982. Moscow: IPK Standards Publ., 2002:7. (In Russ)

2. Grishantseva ES, Safronova NS. Ecological-geochemical assessment of the state of the Volga source of water supply to Moscow. *Water Resources.* 2012;39(3):305-321. (In Russ). EDN: OXXVQH

3. Titaeva NA, Safronova NS, Shepeleva ES, Kirpichnikova NV, et al. Ecological and geochemical studies in aquatic and terrestrial ecosystems of the Ivankovskoye Reservoir area of the Volga River. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria 4: Geologia.* 2004(12):42-53. (In Russ)

4. Fokin DP, Frumin GT, Rybalko AE. Content and distribution of chemical elements in bottom sediments in the eastern part of the Gulf of Finland. *Ecological Chemistry.* 2010;19(4):236-242. (In Russ). EDN: YMSZJE

5. Fokin DP, Frumin GT. Heavy metals in bottom sediments of the eastern part of the Gulf of Finland (according to federal monitoring data from 2001-2009). *Society. Environment. Development.* 2011(1):210-214. (In Russ)

6. Khrustalev YuP. Geographical aspects of hydrology and hydrochemistry study of the Azov basin. Leningrad: Geographical Society of the USSR. 1981:158. (In Russ)

7. Ilyash DV. Bottom sediments of the Voronezh reservoir as a source of secondary pollution of surface and groundwater. *School of Environmental Prospects: Proceedings of the Youth Innovation Project.* Voronezh, 2012:122-126. (In Russ)

8. Seidaliev GS, Kosinova II, Sokolova TV, Silkin TYu. Environmental management of the Voronezh Reservoir territories: monograph. Voronezh: Istoki, 2017:186. (In Russ)

9. Brekhovskikh VD, Kazmiruk TN, Kazmiruk DV. Bottom sediments of the Ivankovo reservoir: monograph. Moscow: Nauka, 2006:253. (In Russ)

10. Gerter OV, Pislegin DV, Soromotin AV. Geoecological characteristic of surface water and sediments of some wildlife preserve territories in Khanty-Mansiysk Autonomour District – Ugra. *Vestnik Tyumenskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Ekologiya i Prirodopol'zovanie.* 2011(12):179-191.

11. Сает Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П., Смирнова Р. С., Башаркевич И. Л., Онищенко Т. Л., Павлова Л. Н., Трефилова Н. Я., Ачкасова А. И., Саркисян С. Ш. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с. EDN: XDXBQN

(In Russ). EDN: OOLRXZ

11. Sayet YuE, Revich BA, Yanin EP, Smirnova RS, et al. Geochemistry of the environment. Moscow: Nedra, 1990:335. (In Russ). EDN: XDXBQN

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Фонова Светлана Ивановна, кандидат географических наук, доцент кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов им. профессора Ю. М. Борисова, строительный факультет, Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия, sveta.27@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-7047-2300

Эпиташвили Алина Вадимовна, ассистент кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов им. профессора Ю. М. Борисова, строительный факультет, Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия, a.epit@mail.ru, https://orcid.org/0009-0006-4029-1916

Критерии авторства

Фонова С. И. – постановка цели и задач, методология, написание статьи, формулировка выводов; Эпиташвили А. В. – проведение полевых исследований, построение графического материала, обработка данных, обзор литературных источников, написание статьи, формулировка выводов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 02.12.2024
Одобрена после рецензирования 12.12.2024
Принята к публикации 23.12.2024

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Affiliations

Svetlana I. Fonova, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Professor Y. M. Borisov Department of Building Structures and Foundations, Faculty of Civil Engineering, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, sveta.27@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-7047-2300

Alina V. Epitashvili, Assistant, Professor Y. M. Borisov Department of Building Structures and Foundations, Faculty of Civil Engineering, Voronezh State Technical University, Russia, a.epit@mail.ru, https://orcid.org/0009-0006-4029-1916

Contribution of the authors

Fonova S. I. – setting aims and objectives, methodology, paper writing, formulating conclusions; Epitashvili A. V. – conducting field research, constructing graphic material, data processing, reviewing references, paper writing, formulation of conclusions.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 02.12.2024
Approved after reviewing 12.12.2024
Accepted for publication 23.12.2024

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. № 4. 2024

Главный редактор: *З. В. Атаев*
Научный редактор: *З. В. Атаев*
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. 14,42. Уч.-изд. л. 10,2. Тираж 500 экз. Заказ № 2489. 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 ДФУ.
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

K. Holland

Karen Holland
Scopus CSAB Subject Chair

ЗНАК КАЧЕСТВА
АНРИ

Kirillova

Olga V. Kirillova
Russian CSAB Chair, president ASEP

Журнал индексируется в библиометрических базах и размещается на платформах:



ISSN 1995-0675