



ISSN 2077-6322 (print)

АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В. Н. ТАТИЩЕВА

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ И ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

GEOLOGY, GEOGRAPHY AND GLOBAL ENERGY

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук по отраслям:

25.00.01 – Общая и региональная геология (геолого-минералогические науки);

1.6.6 – Гидрогеология (геолого-минералогические науки);

1.6.12 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (географические науки);

1.6.15 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель (географические науки);

1.6.17 – Океанология (геолого-минералогические науки);

1.6.21 – Геоэкология (географические науки);

1.6.21 – Геоэкология (геолого-минералогические науки).

According to the solution of the Highest certifying commission the "Geology, Geography and Global Energy" journal is included in the List of the conducting reviewed scientific journals and editions in which the main scientific results of theses on competition of an academic degree of the doctor and candidate of science have to be published.

2026. № 2 (101)

Астрахань
Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева
2026

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Астраханского государственного университета имени В. Н. Татищева

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ И ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
2026. № 2 (101)

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

БАРМИН А. Н., д-р геогр. наук, профессор, Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева

Заместитель главного редактора:

ПОПКОВ В. И., д-р геол.-минерал. наук, профессор, Кубанский государственный университет

Ответственный секретарь:

КОЛЧИН Е. А., канд. геогр. наук, доцент, Астраханский государственный университета имени В. Н. Татищева

Члены редакционной коллегии:

Анисимов Л. А., д-р геол.-минерал. наук, профессор, Волгоградский государственный университет;

Бузмаков С. А., д-р геогр. наук, профессор, Пермский государственный национальный исследовательский университет;

Валов М. В., канд. геогр. наук, доцент, Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева;

Великородов А. В., д-р хим. наук, профессор, Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева;

Гончаренко О. П., д-р геол.-минерал. наук, профессор, Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского;

Колбовский Е. Ю., д-р геогр. наук, профессор, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова;

Корнилов А. Г., д-р геогр. наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет;

Кулик К. Н., д-р сельхоз. наук, профессор, академик РАН, Волгоградский государственный университет;

Левыкин С. В., д-р геогр. наук, профессор, Институт степи Уральского отделения РАН, г. Оренбург;

Лихтер А. М., д-р техн. наук, профессор, Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева;

Луговской А. М., д-р геогр. наук, профессор, Московский государственный университет геодезии и картографии;

Милинчич М. А., д-р геогр. наук, ординарный профессор, Белградский университет, директор Центра Русского географического общества в Сербии;

Пьянков С. В., д-р геогр. наук, профессор, Пермский государственный национальный исследовательский университет;

Розенберг Г. С., д-р биол. наук, профессор, чл.-корр. РАН, Институт экологии Волжского бассейна РАН;

Селезнев А. А., канд. геол.-минерал. наук, доцент, Институт промышленной экологии УРО РАН;

Сианисян Э. С., д-р геол.-минерал. наук, профессор, Южный федеральный университет;

Тишков А. А., д-р геогр. наук, проф., чл.-корр. РАН, Институт географии РАН;

Трофимов В. Т., д-р геол.-минерал. наук, профессор, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова;

Тырков А. Г., д-р хим. наук, профессор, Астраханский государственный университета имени В. Н. Татищева;

Чеснокова И. В., д-р геол.-минерал. наук, профессор, Институт водных проблем РАН;

Чибилев А. А., д-р геогр. наук, профессор, академик РАН, Институт степи Уральского отделения РАН;

Шагин С. И., д-р геогр. наук, профессор, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова;

ISSN 2077-6322 (print)

Рецензируемый журнал «Геология, география и глобальная энергия» публикует теоретические, обзорные, а также экспериментально-исследовательские статьи по проблемам геологии, географии, истории становления этих наук, краткие сообщения и информацию о новых методах экспериментальных исследований, а также работы, освещающие современные технологии поиска и разработки полезных ископаемых и др.

Журнал публикует информацию о юбилейных датах, новых публикациях издательства университета по геологии и географии, информацию о предстоящих и прошедших научных конференциях, симпозиумах, съездах.

Журнал адресован российским и зарубежным ученым, докторам, аспирантам и всем интересующимся достижениями естественных наук в России и за рубежом.

Журнал «Геология, география и глобальная энергия» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Регистрационный номер ПИ № ФС 77-32762 от 08.08.2008.

При цитировании ссылка на журнал «Геология, география и глобальная энергия / Geology, Geography and Global Energy» обязательна.

Ответственность за содержание статей несут авторы. Статьи выражают точку зрения автора, с которой редколлегия может не соглашаться.

Все материалы, поступающие в редколлегию журнала, проходят независимое рецензирование.

Журнал основан в январе 2001 года. Журнал выходит 4 раза в год.

Геология, география и глобальная энергия / Geology, Geography and Global Energy. 2026. № 2 (101).

Адрес редакции:

414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20

Тел.: +7 (908) 618-41-96,

E-mail: abarmin60@mail.ru

E-mail: Geologi2007@yandex.ru

сайт: <https://geo.asu.edu.ru/>

© Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева, 2026

Recommended for publication by the Editorial and Publishing Council
Astrakhan Tatishchev State University

GEOLOGY, GEOGRAPHY AND GLOBAL ENERGY

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL
2026. No. 2 (101)

Editorial Board:

Editor-in-Chief:

BARMIN A. N., Doctor of Sciences (Geographical), Professor,
Astrakhan Tatishchev State University

Deputy Editor-in-Chief:

POPKOV V. I., Doctor of Sciences (Geological and Mineralo-
gical), Professor, Kuban State University

Executive Secretary:

KOLCHIN E. A., Candidate of Sciences (Geographical), As-
sociate Professor, Astrakhan Tatishchev State University;

Members of the Editorial Board:

Anisimov L. A., Doctor of Sciences (Geological and Mineralo-
gical), Professor, Volgograd State University;

Buzmakov S. A., Doctor of Sciences (Geographical), Profes-
sor, Perm State National Research University;

Valov M. V., Candidate of Sciences (Geographical), Associate
Professor, Astrakhan Tatishchev State University;

Velikorodov A. V., Doctor of Sciences (Chemical), Professor,
Astrakhan Tatishchev State University;

Goncharenko O. P., Doctor of Sciences (Geological and Mine-
ralogical), Professor, Saratov State University named after
N. G. Chernyshevsky;

Kolbovsky E. Yu., Doctor of Sciences (Geographical), Professor,
Lomonosov Moscow State University;

Kornilov A. G., Doctor of Sciences (Geographical), Professor,
Belgorod State National Research University;

Kulik K. N., Doctor of Sciences (Agricultural), Professor,
Academician of the RAS, Volgograd State University;

Levykin S. V., Doctor of Sciences (Geographical), Professor,
Institute of Steppe of the Ural Branch of the RAS, Orenburg;

Lichter A. M., Doctor of Sciences (Technical), Professor,
Astrakhan Tatishchev State University;

Lugovskoy A. M., Doctor of Sciences (Geographical), Profes-
sor, Moscow State University of Geodesy and Cartography;

Milincic M. A., Doctor of Sciences (Geographical), Professor
Emeritus, University of Belgrade, Director of the Center of the
Russian Geographical Society in Serbia;

Pyankov S. V., Doctor of Sciences (Geographical), Professor,
Perm State National Research University;

Rosenberg G. S., Corresponding Member of the RAS, Doctor
of Sciences (Biological), Professor, Institute of Ecology
of the Volga basin of the RAS;

Seleznev A. A., Doctor of Sciences (Geological and Mineralo-
gical), Associate Professor, Institute of Industrial Ecology
of the Ural Branch of the RAS;

Sianisyan E. S., Doctor of Sciences (Geological and Mineralo-
gical), Professor, Southern Federal University;

Tishkov A. A., Doctor of Sciences (Geographical), Professor,
Corresponding Member of the RAS, Institute of Geography
of the RAS;

Trofimov V. T., Doctor of Sciences (Geological and Mineralo-
gical), Professor, M. V. Lomonosov Moscow State University;

Tyrkov A. G., Doctor of Sciences (Chemical), Professor,
Astrakhan Tatishchev State University;

Chesnokova I. V., Doctor of Sciences (Geological and Minera-
logical), Professor, Institute of Water Problems of the RAS;

Chibilev A. A., Doctor of Sciences (Geographical), Professor,
Academician of the RAS, Institute of Steppe of the Ural Branch
of the RAS;

Shagin S. I., Doctor of Sciences (Geographical), Professor, Ka-
bardino-Balkarian State University named after H. M. Berbekov

ISSN 2077-6322 (print)

The peer-reviewed journal "Geology, Geography and Global Energy" publishes theoretical, review, as well as experimental research articles on the problems of geology, geography, the history of the formation of these sciences, brief reports and information on new methods of experimental research, as well as works highlighting modern technologies for the search and development of minerals, etc.

The journal publishes information about anniversaries, new publications of the University's publishing house on geology and geography, information about upcoming and past scientific conferences, symposiums, and congresses.

The journal is addressed to Russian and foreign scientists, doc-
tors, postgraduates and anyone interested in the achievements
of natural sciences in Russia and abroad.

The journal "Geology, Geography and Global Energy" is regis-
tered with the Federal Service for Supervision of Communica-
tions, Information Technology and Mass Communications.
Registration number PI No. FS 77-32762 from 08.08.2008.

When quoting, a reference to the journal "Geology, Geography
and Global Energy" is required.

The authors are responsible for the content of the articles. The
articles express the author's point of view, which the editorial
board may disagree with.

All materials submitted to the editorial board of the journal are
independently censored.

The journal was founded in January 2001. The journal is pub-
lished 4 times a year.

Geologiya, geografiya i globalnaya energiya / Geology,
Geography and Global Energy. 2026. No. 2 (101).

Editorial office address:

20 Tatishchev St., Astrakhan, 414056

Tel.: +7 (908) 618-41-96,

E-mail: abarmin60@mail.ru

E-mail: Geologi2007@yandex.ru

Website: <https://geo.asu.edu.ru/>

© Astrakhan Tatishchev State University, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ГИДРОГЕОЛОГИЯ (ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)

<i>Гасев И. А.</i> Тяжелые металлы в поверхностных и подземных водах Оренбуржья.....	8
<i>Румянцева К. С., Наставко Е. В., Маслова Д. А.</i> Подсчет запасов питьевых подземных вод участка «Мамонтово» участка недр «Мамонтово», «Сухореченский-1», «Бачатский-1» гидродинамическим методом	13

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ)

<i>Григорян М. Р.</i> Оценка взаимосвязи уровня социально-экономического развития с уровнем смертности в Кабардино-Балкарской Республике	20
<i>Дахова О. О., Кереева З. М.</i> Оценка современного состояния природной среды Кабардино-Балкарии	26
<i>Чернов Н. Д., Луговской А. М.</i> Мониторинг изменений состояния вечной мерзлоты в районе Салехарда на основе анализа данных дистанционного зондирования Земли	31
<i>Шакиров Р. Р., Яковлев Н. С., Луговской А. М.</i> Влияние микроклиматических изменений на динамику сукцессионных процессов особо охраняемых природных территорий г. Москвы	37

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ (ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ)

<i>Антонов В. В., Гура Д. А.</i> Цифровая трансформация земельно-имущественного комплекса Российской Федерации: технологические решения, правовые аспекты и стратегические перспективы	43
<i>Седов В. И., Бармин А. Н., Валов М. В., Беляев Д. Ю., Колчин Е. А.</i> Состояние и использование земель фермерского сектора Астраханской области.....	48
<i>Глушков И. Н., Герасименко И. В., Панин А. А., Курамышин М. Р., Вольнов А. С., Хороших Н. О.</i> Рекультивация земель после выработки песчаного карьера	53
<i>Перов А. Ю., Египко А. В., Макеев С. А.</i> Геоинформационное обеспечение использования земельных ресурсов на основе интеграции данных космической съемки	61

ГЕОЭКОЛОГИЯ (ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ)

<i>Иванова Е. Ю., Игнатъева Е. А.</i> Экологическая оценка состояния участка реки Ички в границах Лосиноостровского района города Москвы	71
<i>Приходько А. В.</i> Геоэкологическое образование специалистов полиграфической отрасли	78
<i>Иванова Е. Ю., Моро П. Н.</i> Оценка рекреационной емкости заказника «Троицкий» и Валуевского лесопарка Новой Москвы.....	82
<i>Уянаева А. Э., Шагин С. И.</i> Рекреационные ресурсы Кабардино-Балкарской Республики: Голубые озера и археолого-туристский комплекс «Верхняя Балкария»	92

Романова А. А., Карабаева А. З., Иолин М. М.

Особенности картографирования водных каналов на территории города Астрахани
с учетом их загрязнения тяжелыми металлами 96

**ГЕОЭКОЛОГИЯ
(ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)**

Матыцин Е. Н., Мискевич И. В.

Определение точек отбора проб донных отложений
для оценки их загрязнения нефтепродуктами в приливных устьях рек 103

АННОТАЦИЯ 108

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА 109

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ 115

CONTENTS

HYDROGEOLOGY (GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES)

<i>Gaev I. A.</i> Heavy metals in surface and underground waters of Orenburg region	8
<i>Rumyantseva K. S., Nastavko E. V., Maslova D. A.</i> Calculation of drinking groundwater reserves of the Mamontovo site of the subsoil site «Mamontovo», «Sukhorechensky-1», «Bachatsky-1» by the hydrodynamic method.....	13

PHYSICAL GEOGRAPHY AND BIOGEOGRAPHY, GEOGRAPHY OF SOILS AND GEOCHEMISTRY OF LANDSCAPES (GEOGRAPHICAL SCIENCES)

<i>Grigoryan M. R.</i> Assessing the relationship between the level of socioeconomic development and the mortality in the Kabardino-Balkarian Republic.....	20
<i>Dakhova O. O., Kerefova Z. M.</i> Assessment of the current state of the natural environment in Kabardino-Balkaria.....	26
<i>Chernov N. D., Lugovskoy A. M.</i> Monitoring of permanent frost conditions in the Salekhard region based on remote sensing data analysis	31
<i>Shakirov R. R., Yakovlev N. S., Lugovskoy A. M.</i> Influence of microclimatic changes on the dynamics of succession processes in Moscow's protected areas.....	37

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING (GEOGRAPHICAL SCIENCES)

<i>Antonov V. V., Gura D. A.</i> Digital transformation of the land and property complex of the Russian Federation: technological solutions, legal aspects and strategic prospects.....	43
<i>Sedov V. I., Barmin A. N., Valov M. V., Belyaev D. Yu., Kolchin E. A.</i> Condition and use of land farming sector of the Astrakhan region	48
<i>Glushkov I. N., Gerasimenko I. V., Panin A. A., Kuramshin M. R., Volnov A. S., Khoroshih N. O.</i> Land reclamation after the development of a sand pit.....	53
<i>Perov A. Yu., Egipko A. V., Makeev S. A.</i> Geoinformation support for the use of land resources based on the integration of satellite survey data.....	61

GEOECOLOGY (GEOGRAPHICAL SCIENCES)

<i>Ivanova E. Yu., Ignatieva E. A.</i> Environmental assessment of the state of the Ichka River section within the boundaries of the Losinoostrovsky District of Moscow	71
<i>Prikhodko A. V.</i> Geoeological education of specialists in the printing industry	78
<i>Ivanova E. Yu., Moro P. N.</i> Assessment of the recreational capacity of the Troitsky nature reserve and the Valuevsky forest park of New Moscow	82
<i>Uyanayeva A. E., Shagin S. I.</i> Recreational resources of the Kabardino-Balkarian Republic: Blue Lakes and the archaeological and tourist complex «Verkhnyaya Balkaria».....	92

Romanova A. A., Karabaeva A. Z., Iolin M. M.

Features of water canals mapping in the city of Astrakhan,
taking into account their pollution by heavy metals 96

GEOECOLOGY

(GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES)

Matytsin E. N., Miskevich I. V.

Determination of sampling points for bottom sediments to assess
petroleum hydrocarbon pollution in tidal river estuaries 103

ABSTRACT 108

RULES FOR AUTHORS 114

ORDER OF REVIEWING 116

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 8–12.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):8–12 (In Russ.).

Научная статья
УДК 556.3/5: 504.43
<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.001>

**ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ
ОРЕНБУРЖЬЯ**

Гаев Иван Аркадьевич
Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия
gaev2@mail.ru 

Аннотация. При изучении естественных выходов подземных вод (родников) в Оренбургской области необходимо рассмотреть функционирование тяжелых металлов в поверхностных и подземных водах. Исследования осуществляются посредством сбора образцов и их наблюдения в лаборатории. В практической деятельности разрабатываются методы, которые проясняют причину нахождения тяжелых металлов в воде. Профильные организации проводят лабораторные испытания и следят за мониторингом окружающей среды. Анализируются предельно допустимые концентрации вредных веществ с точки зрения безопасного использования хозяйственно-питьевых вод.

Ключевые слова: тяжелые металлы, поверхностные воды, подземные воды, промышленные предприятия, токсическое воздействие, предельно допустимая концентрация (ПДК), методы анализа содержания тяжелых металлов

Для цитирования: Гаев И. А. Тяжелые металлы в поверхностных и подземных водах Оренбуржья // *Геология, география и глобальная энергия.* 2026. № 2 (101). С. 8–12. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.001>

**HEAVY METALS IN SURFACE AND UNDERGROUND WATERS
OF ORENBURG REGION**

Ivan A. Gaev
Orenburg State University, Orenburg, Russia
gaev2@mail.ru

Abstract. When studying natural outflows of groundwater (springs) in the Orenburg region, it is necessary to consider the functioning of heavy metals in surface and groundwater. Research is conducted by collecting samples and analyzing them in a laboratory. In practical activities, methods are developed to clarify the cause of the presence of heavy metals in water. Specialized organizations conduct laboratory research and monitor the environment. The maximum permissible concentrations of harmful substances are studied in terms of the safe use of household and drinking water.

Keywords: heavy metals, surface waters, groundwater, industrial enterprises, toxic effects, maximum permissible concentration (MPC), methods of heavy metal content analysis

For citation: Gaev I. A. Heavy metals in surface and underground waters of Orenburg region. *Geology, Geography and Global Energy.* 2026;2(101):8–12. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.001> (In Russ.).

Введение

Исследование воды на содержание тяжелых металлов необходимо для комплексного использования в питьевых и хозяйственно-бытовых нуждах.

Задачами являются:

- 1) очистка воды от токсикологических веществ, в том числе и тяжелых металлов;
- 2) мониторинг окружающей среды;
- 3) изучение законодательной базы, влияющей на правила рационального использования водных ресурсов;
- 4) рассмотрение результатов анализов природных вод.

Объектом исследования является наблюдение за использованием методов, необходимых для получения результатов анализов воды.

Материал и методы

В первую очередь необходимо отметить, что загрязнение воды тяжелыми металлами может осуществляться из-за антропогенной деятельности человека. Это заключается в том, что происходят фоновые загрязнения вокруг промышленных объектов (цветной, черной металлургии, горнодобывающих предприятий). Важным показателем является предельно допустимая концентрация вредного вещества. Она определяет, на каком расстоянии необходимо создавать санитарно-защитную зону. Санитарно-защитная зона – это участок, на котором необходимо соблюдать специальные условия, чтобы не подвергнуться последствиям, которые могут возникнуть в ходе воздействия с вредными веществами. Санитарно-защитная зона формируется исходя из трудовых условий предприятия. Необходимо в полной мере учитывать направление ветра. От этого зависит расстояние от предприятия до конца санитарно-защитной зоны [1, 2].

ГОСТ Р 70281-2022 определяет классификацию химических веществ для контроля загрязнения. При учете компонентов водной среды применяется СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания». Он регламентирует необходимое качество хозяйственно-питьевой воды. РД 52.24.377-2021 методически определяет массовую концентрацию металлов (цинка, хрома, серебра, свинца, никеля, молибдена, меди, марганца, кобальта, кадмия, железа, ванадия, бериллия, алюминия).

В питьевой воде ПДК у металлов формируется по следующим критериям:

Хром – 0,05 мг/дм³; мышьяк – 0,01 мг/дм³; ртуть – 0,0005 мг/дм³; кадмий – 0,001 мг/дм³; свинец – 0,01 мг/дм³; алюминий – 0,5 мг/дм³; цинк – 5 мг/дм³; медь – 1 мг/дм³; марганец – 0,1 мг/дм³; железо общее – 0,3 мг/дм³.

Загрязнение естественных выходов подземных вод происходит из-за экстренных ситуаций на водопроводе и вторичных загрязнений в распределительных сетях.

В г. Бузулуке на реке Юштарь предельно допустимая концентрация железа превышает пороговое значение в 2,1 раза. В г. Оренбурге ПДК меди превышено в 5 раз. В р. Бляве ПДК цинка превышено в 61 раз.

В подземных водах в районе Центрального и Западного Оренбуржья зафиксировано минимальное содержание цинка 1,44 и 1,99 мг/л. В зависимости от района отмечается повышенное содержание кадмия. Оно составляет 0,002 и 0,004 мг/л в Акбулакском, Октябрьском, Оренбургском и Саракташском районах. Эти показатели в 2 и 4 раза отличаются от нормы.

Среди твердых полезных ископаемых по ПДК рассматриваются Гайское и Блявинское медноколчеданные месторождения и Медногорский медно-серный комбинат. Считается, что по причине деятельности этих предприятий ПДК меди превышает норму в 13,2–17,6 раза в Западных и Центральных частях области.

В восточной части Оренбургской области выражено высокое содержание марганца – 0,2265045 мг/л, а в самом г. Оренбурге отмечено наименьшее содержание марганца – 0,0453545 мг/л.

Рассматриваются следующие методы определения тяжелых металлов в воде:

1) атомно-абсорбционная спектрометрия – инструментальный метод, который основан на способности атомов поглощать электромагнитное излучение строго определенной длины волны, соответствующей переходам между энергетическими уровнями;

2) атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой – это метод, демонстрирующий, что жидкость в образце сильно нагревается в индуктивно связанной плазме. Благодаря этому эффекту начинают сильно проявляться ионы тяжелых металлов;

3) люминесцентный (флуориметрический) метод – базируется на том, что образец облучается в большей или меньшей степени. Само вещество испускает волны, разные по длине. Это осуществляется, чтобы увидеть те вещества, концентрация которых мала;

4) атомно-эмиссионная спектрометрия – используется для изучения примесей в жидкой и газообразной среде. Изучаются появившиеся атомы и ионы;

5) фотометрический анализ действует, чтобы поглощать электромагнитное излучение. В процессе проявляются атомы и ионы, выдающие концентрацию тяжелых металлов в воде.

Исследованием воды на содержание тяжелых металлов занимаются профильные организации:

1) «Центр Экологии» – организация, отбирающая пробы воды. Сбор осуществляется в точках входа и выхода очистных сооружений, в местах сброса или выше по течению;

2) «Экоком» – лаборатория, занимающаяся анализами проб. При работе учитываются вредные компоненты, в том числе тяжелые металлы (свинец, медь и др.);

3) «ЭкоЛаб» – это лаборатория, определяющая содержание токсикологических веществ, в том числе тяжелых металлов, таких как кобальт, барий, литий, алюминий, железо, марганец, никель, медь, цинк, стронций, свинец, кадмий, ртуть, мышьяк;

4) «ЭкоТехПроект» – отбирают пробы воды на производственных объектах. Дополнительно проверка воды осуществляется в системах водоснабжения, в водоемах и в колодцах.

Пить воду необходимо только из зарегистрированных родников. Тяжелые металлы находятся в поверхностных и подземных водах по естественным и техногенным причинам. Среди естественных факторов отмечаются компоненты выветривания горных пород, природные пожары, извержения вулканов. К техногенным объектам относят промышленные предприятия, производящие металлы платиновой группы, кобальт, медь, никель и др., энергетические подстанции, где при сжигании нефти и горючих сланцев в золе проявляются тяжелые металлы. При использовании автомобильного транспорта с выхлопными газами вырабатывается большое количество свинца. В составе удобрений и пестицидов содержится, как правило, большое количество металлов. При бурении скважин на нефть и газ при выходе шлама и пластовых вод на поверхность выходят тяжелые металлы.

Бытовые факторы влияют на загрязнение воды тяжелыми металлами, например, применение свинцовых припоев в системах водоснабжения, неправильное хранение воды в металлических емкостях, низкое качество сантехнической арматуры, применение водопроводных труб из меди и свинца.

Из-за кислотных дождей минералы в грунте могут растворяться и попадать в воду. Благодаря этому содержание тяжелых металлов меняется.

Для снижения риска отравления тяжелыми металлами необходимо регулярно проходить медицинские обследования.

Результаты и обсуждение

С помощью метода атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием спектрометра МГА-915 с электротермической атомизацией были обследованы реки Чебенька, Куля и Сакмара, а также родники Саракташского и Тюльганского районов Оренбургской области на содержание таких тяжелых металлов, как Zn, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni (табл.) [6, 7].

Таблица – Результаты анализа поверхностных вод и естественных выходов подземных вод (мкг/л)

Наименование	Цинк (Zn)	Кадмий (Cd)	Свинец (Pb)	Медь (Cu)	Хром (Cr)	Никель (Ni)
р. Чебенька (верхнее течение)	10,975	0,007	**	1,329	0,313	9,039
р. Чебенька (верхнее течение)	8,707	0,005	**	0,862	1,492	12,618
р. Чебенька (среднее течение)	31,195	0,012	**	1,416	0,879	11,536
р. Чебенька (среднее течение)	78,126	0,025	0,329	1,587	0,688	3,635
р. Чебенька (нижнее течение)	82,649	0,068	0,293	1,877	1,723	14,447
Родник	11,485	0,005	0,140	1,527	0,584	3,759
Родник	–	0,016	0,617	2,784	3,171	1,512
Родник	–	0,009	0,307	3,011	4,765	4,723
Родник	14,109	0,043	0,240	1,198	10,868	1,619
Родник	7,538	0,017	0,096	0,539	9,900	**
р. Куля (верхнее течение)	1,302	0,015	**	1,022	1,142	1,643
Родник	7,419	0,078	0,644	3,190	4,204	1,455
Родник	18,793	0,005	0,812	2,950	2,366	0,960
Родник	132,583	1,184	0,523	4,200	0,480	4,398
Родник	158,939	0,240	0,871	0,776	7,934	9,604
р. Сакмара (среднее течение)	**	0,025	0,162	7,603	0,224	3,104
р. Сакмара (среднее течение)	**	0,017	0,263	4,525	0,370	2,107
р. Сакмара (среднее течение)	2,221	0,023	0,440	3,534	0,435	2,560
р. Сакмара (нижнее течение)	21,057	0,008	0,362	2,633	0,502	5,616
р. Сакмара (нижнее течение)	1,312	0,009	0,131	2,230	0,489	5,004

На очистку воды огромное влияние оказывают очистные сооружения [3, 5]. Чтобы уменьшить количество тяжелых металлов, на очистных сооружениях проводят:

- 1) ионный обмен – ионы твердой фазы обмениваются на ионы в растворе. Этот процесс позволяет очищать стоки от ионов тяжелых металлов;
- 2) электрохимическое осаждение – это способ очистки воды от тяжелых металлов при их высокой концентрации (от 1 г/л). Ионы металлов осаждаются на электроде, что оказывает положительное влияние на очистку воды;
- 3) химическое осаждение – позволяет уменьшить содержание тяжелых металлов при соединении гидроксильных групп с ними. Попадают в осадок нерастворимые гидроксиды.

Некоторые тяжелые металлы, в том числе цинк и селен, являются незаменимыми микроэлементами, в частности очень важны для здоровья человека. Хорошо известно, что присутствие тяжелых металлов в воде может привести к развитию аномалий у рыб, как показали исследования, проведенные на диких популяциях [4].

Загрязнение тяжелыми металлами в результате индустриализации, урбанизации, увеличения численности населения и сельского хозяйства представляет значительную опасность для окружающей среды, особенно для водных ресурсов. Загрязнение тяжелыми металлами

наносит вред практически всему, включая воду, почву, людей, животных, водную флору и фауну растений. В последние годы значительно возрос спрос на очистку от тяжелых металлов как поверхностных, так и подземных вод.

Выводы

В заключение можно сказать, что соблюдение мер безопасности способствует улучшению состояния окружающей среды. Для этого необходимо строить очистные сооружения, производить отбор проб и их анализировать, пользоваться методами очистки воды от тяжелых металлов и других токсичных веществ, соблюдать законы и нормативно-правовые акты, которые содержат в себе правила рационального использования природных ресурсов, строить санитарно-защитные зоны, чтобы промышленные объекты наносили как можно меньший вред для природы и человека в целом.

Список литературы

1. Гаев И. А. Геоэкологические исследования в процессе поисков месторождений твердых полезных ископаемых Оренбуржья / И. А. Гаев, И. В. Куделина, Н. П. Галянина // Ученые записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. Серия: Естественные и экономические науки. – 2023. – Т. 64, № 1. – С. 35–40.
2. Галянина Н. П. Гидрогеологические особенности недостаточно изученной центральной части территории Оренбуржья / Н. П. Галянина, И. А. Гаев, И. В. Куделина // Геология, география и глобальная энергия. 2023. № 1 (88). С. 60–65.
3. Куделина И. В. Гидрогеологические факторы устойчивого развития вододефицитных территорий / И. В. Куделина, Т. В. Леонтьева, М. В. Фатюнина, И. А. Гаев // Геология, география и глобальная энергия. 2025. № 1 (96). С. 41–46.
4. Куксанов В. Ф. Анализ формирования гидрохимических аномалий тяжелых металлов в долине р. Илек / В. Ф. Куксанов, И. В. Грошев, В. П. Петрищев // Водохозяйственные проблемы и рациональное природопользование: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Оренбург – Пермь, 13–15 марта 2008 года. Оренбург – Пермь: Пермский государственный университет, 2008. Том Часть 1. С. 189–193.
5. Гаев А. Я. Модель и районирование гидросферы Оренбуржья и юго-востока Русской платформы / А. Я. Гаев, И. В. Куделина, Т. В. Леонтьева, И. А. Гаев // Геология, география и глобальная энергия. 2023. № 4 (91). С. 9–17.
6. Петрищев В. П. Особенности миграции тяжелых металлов в почвах солянокупольных ландшафтах / В. П. Петрищев // Материалы V съезда Всероссийского общества почвоведов им. В.В. Докучаева, Ростов-на-Дону, 18–23 августа 2008 года. Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2008. С. 248.
7. Подосенов Д. Е. К вопросу об изучении содержания тяжелых металлов в водных экосистемах Оренбургской области / Д. Е. Подосенов, Ж. Т. Сивохип, В. П. Петрищев // Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики: материалы Международной научной конференции, Тольятти, 21–24 апреля 2004 года. Тольятти: Волжский университет им. В.Н. Татищева, 2004. Том Часть 2. С. 105–107.

References

1. Gaev I. A., Kudelina I. V., Galyanina N. P. Geoecological research in the process of searching for deposits of solid minerals in the Orenburg region. *Scientific notes of the Khujand State University named after academician B. Gafurov. Series: Natural and economic sciences*. 2023;64;1:35–40 (In Russ.).
2. Galyanina N. P., Gaev I. A., Kudelina I. V. Hydrogeological features of the understudied central part of the Orenburg region. *Geology, Geography and Global Energy*. 2023;1(88):60–65 (In Russ.).
3. Kudelina I. V., Leontyeva T. V., Fatyunina M. V., Gaev I. A. Hydrogeological factors of sustainable development of water-deficient territories. *Geology, Geography and Global Energy*. 2025;1(96):41–46 (In Russ.).
4. Kuksanov V. F., Groshev I. V., Petrishchev V. P. Analysis of the formation of hydrochemical anomalies of heavy metals in the river valley Ilek. *Water management problems and rational use of natural resources: materials of the All-Russian scientific and practical conference with International participation, Orenburg-Perm, March 13–15, 2008*. Orenburg-Perm: Perm State University, 2008;1:189–193 (In Russ.).
5. Gaev A. Ya., Kudelina I. V., Leontyeva T. V., Gaev I. A. Model and zoning of the hydrosphere of the Orenburg region and the southeast of the Russian platform. *Geology, Geography and Global Energy*. 2023;4(91):9–17 (In Russ.).
6. Petrishchev, V. P. Features of heavy metals migration in soils of salt dome landscapes. *Materials of the V Congress of the All-Russian Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev, Rostov-on-Don, August 18–23, 2008*. Rostov-on-Don: Rostizdat; 2008:248 (In Russ.).
7. Podosenov D. E., Sivokhip Zh. T., Petrishchev V. P. On the study of heavy metals content in the water ecosystems of the Orenburg region. *Tatishchev readings: current issues in science and practice: proceedings of the International scientific conference, Tolyatti, April 21–24, 2004*. Tolyatti: Volga University named after V.N. Tatishchev; 2004;2:105–107 (In Russ.).

Информация об авторе

Гаев И. А. – преподаватель кафедры нефтегазового дела.

Information about the author

Gaev I. A. – lecturer at the Department of Oil and Gas Engineering.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 08.12.2025; одобрена после рецензирования 12.01.2026; принята к публикации 26.01.2026.

The article was submitted 08.12.2025; approved after reviewing 12.01.2026; accepted for publication 26.01.2026.

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 13–19.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):13–19 (In Russ.).

Научная статья

УДК 556.3

<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.002>

**ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД УЧАСТКА «МАМОНТОВО»
УЧАСТКА НЕДР «МАМОНТОВО», «СУХОРЕЧЕНСКИЙ-1», «БАЧАТСКИЙ-1»
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Румянцева Ксения Сергеевна^{1✉}, Наставко Екатерина Вячеславовна², Маслова Дарья Андреевна³

Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

¹kes.rymantseva1007@mail.ru ✉

^{2,3}evnastavko@yandex.ru

Аннотация. В рамках выполненных исследований проведен подсчет запасов питьевых подземных вод участка «Мамонтово» участка недр «Мамонтово», «Сухореченский-1», «Бачатский-1» гидродинамическим методом с целью определения обеспеченности ресурсами подземных вод для бесперебойного водоснабжения населения пгт. Бачатский Кемеровской области – Кузбасса. В результате проведенных расчетов установлено, что эксплуатация скважин участка «Мамонтово» в объеме 3 803 м³/сутки, обеспеченного запасами подземных вод на расчетный 25-летний срок эксплуатации, не приведет к сработке утвержденных запасов подземных вод участка «Бачатский» Бускусанского месторождения подземных вод в количестве 4 600 м³/сутки. Расчет приведенного радиуса влияния, расположенного вблизи от водозабора угольного разреза, показал, что эксплуатация угольного разреза не влияет на работу скважин, либо оказывает незначительное влияние.

Ключевые слова: гидродинамический метод, водозабор, водоотбор, подземные воды, подсчет запасов, питьевые воды, Кузбасс

Для цитирования: Румянцева К. С., Наставко Е. В., Маслова Д. А. Подсчет запасов питьевых подземных вод участка «Мамонтово» участка недр «Мамонтово», «Сухореченский-1», «Бачатский-1» гидродинамическим методом // Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 13–19. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.002>.

**CALCULATION OF DRINKING GROUNDWATER RESERVES
OF THE MAMONTOVO SITE OF THE SUBSOIL SITE «MAMONTOVO»,
«SUKHORECHENSKY-1», «BACHATSKY-1» BY THE HYDRODYNAMIC METHOD**

Ksenia S. Rumyantseva^{1✉}, Ekaterina V. Nastavko², Daria A. Maslova³

Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

¹kes.rymantseva1007@mail.ru ✉

^{2,3}evnastavko@yandex.ru

Abstract. As part of the completed research, the potable groundwater reserves of the Mamontovo site of the Mamontovo, Sukhorechensky-1, and Bachatsky-1 subsoil plots were estimated using the hydrodynamic method to determine the availability of groundwater resources for an uninterrupted water supply to the population of the Bachatsky urban-type settlement in the Kemerovo Region – Kuzbass. The calculations revealed that the operation of wells at the Mamontovo site, at a rate of 3,803 m³/day, provides sufficient groundwater reserves for the estimated 25-year service life and will not deplete the approved groundwater reserves of 4,600 m³/day at the Bachatsky site of the Buskuskan groundwater deposit. Calculation of the effective radius of influence of the open-pit coal mine located near the water intake revealed that the operation of the open-pit coal mine has no or negligible impact on well operation.

Keywords: hydrodynamic method, water intake, water withdrawal, groundwater, reserve calculation, drinking water, Kuzbass

For citation: Rumyantseva K. S., Nastavko E. V., Maslova D. A. Calculation of drinking groundwater reserves of the Mamontovo site of the subsoil site «Mamontovo», «Sukhorechensky-1», «Bachatsky-1» by the hydrodynamic method. *Geology, Geography and Global Energy.* 2026;2(101):13–19. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.002> (In Russ.).

Введение

Важной задачей любого региона Российской Федерации является обеспечение населения питьевой водой [9]. Подземные воды питьевого качества являются важнейшим ресурсом в жизни человека, и обеспеченность пресной водой является ключевым фактором развития экономики региона [2].

Обеспечение жителей Кемеровской области качественной водой – один из приоритетов стратегии развития Кузбасса [10]. Кузбасс обладает достаточными ресурсами пресных подземных и поверхностных вод, при этом в пределах региона они распределены неравномерно, а активная антропогенная деятельность загрязняет поверхностные источники [3, 8]. Подземные воды в отличие от поверхностных больше защищены от загрязнения [8], однако широко развитая в пределах региона добыча угля открытым способом приводит к значительному понижению уровня подземных вод [1]. В связи с этим наиболее благоприятными источниками питьевого водоснабжения являются подземные воды, а восполнение минерально-сырьевой базы подземных вод является стратегически важным для региона.

В районах активной добычи полезных ископаемых необходимо в обязательном порядке учесть возможное воздействие на водозабор добычных предприятий. Кроме того, расположенные в непосредственной близости соседние водозаборы также могут оказывать влияние.

Гидродинамический метод подсчета запасов, несмотря на основной его недостаток – недостаточно полный учет особенностей конструкций скважин и неоднородностей исследуемых горизонтов, благодаря своим неоспоримым достоинствам, заключающимся в учете схематичного описания природных условий, взаимодействия скважин, времени их эксплуатации, а также граничным условиям в плане и разрезе, является наиболее часто применяемым.

Правильно выполненный подсчет запасов подземных вод обеспечит бесперебойное использование водозабора на протяжении длительного периода времени без существенного влияния на окружающую среду [7].

На данный момент водоснабжение пгт. Бачатский выполняется за счет водозаборных скважин участка недр «Мамонтово», «Сухореченский-1», «Бачатский-1», при этом на данный момент запасы для водоснабжения не подсчитаны. Что ставит под угрозу бесперебойное использование водозабора для питьевого водоснабжения населения.

Для определения обеспеченности ресурсами подземных вод для бесперебойного водоснабжения населения пгт. Бачатский Кемеровской области – Кузбасса произведен подсчет запасов питьевых подземных вод по участку «Мамонтово» участка недр «Мамонтово», «Сухореченский-1», «Бачатский-1» с учетом влияния расположенных в непосредственной близости действующего угольного разреза и скважин.

Гидрогеологическая характеристика участка «Мамонтово»

По административному делению участок «Мамонтово» участка недр «Мамонтово», «Сухореченский-1», «Бачатский-1» располагается на территории Беловского муниципального округа в 5,0 км на юго-запад от пгт. Бачатский.

По современному гидрогеологическому районированию исследуемая территория является частью Кузнецкого межгорного артезианского бассейна (третий порядок), который входит в состав Саяно-Тувинской гидрогеологической складчатой области (второй порядок) Алтае-Саянской сложной гидрогеологической складчатой области (первый порядок). Кузнецкий межгорный артезианский бассейн (третий порядок) включает в себя в том числе Салаирский бассейн корово-блоковых вод и Кузнецкий бассейн пластово-блоковых вод, на сочленении которых расположен участок недр «Мамонтово», «Сухореченский-1», «Бачатский-1».

Водозаборными скважинами № 1/К-1878(4293), 2/К-1867(4294), 3/3141(4123) и 4а(7135) на участке «Мамонтово» эксплуатируются воды зон трещиноватости нижне-верхнесилурийских образований юрманской серии (S_{1-2jr}). Все водоносные комплексы и зоны практически повсеместно перекрыты чехлом четвертичных отложений. В рассматриваемом районе распространены: слабодоносный локально-водоносный верхнечетвертичный-современный субаэральный комплекс (saQ_{III-IV}); водоносный верхнечетвертичный-современный аллювиальный комплекс поймы первой и второй надпойменных террас (ап, ^{1,2}Q_{III-IV}) (р. Бол. Бачат и его притоки).

Водозабор на участке «Мамонтово» представляет собой площадной водозабор. Заявленный максимальный водоотбор по участку недр в целом составляет 7 915,0 м³/сут., годовой – 2 889,076 тыс. м³/год, в том числе на участке «Мамонтово» – 3 803,0 м³/сут., годовой – 1 388,116 тыс. м³/год.

Добыча подземных вод на участке «Мамонтово» осуществляется водозаборными скважинами (далее скв.) № 1/К-1878(4293), 2/К-1867(4123), 3/3141(4123), 4а(7135).

Таблица 1 – Распределение нагрузок по скважинам на участке «Мамонтово»

№ скважины	Нагрузка на скважину, м³/сутки
1/К-1878(4293)	1 324,0
2/К-1867(4123)	580,0
3/3141(4123)	930,0
4а(7135)	969,0
Всего	3 803,0

Материалы и методы

Расчет запасов производится гидродинамическим методом для скважин с постоянным дебитом при схематизации водоносного комплекса как «пласт-полоса» с разнородными границами: один контур с постоянным напором $H = \text{const}$ (р. Бол. Бачат), второй – непроницаемый $Q = \text{const}$ (Бачатский угольный разрез). Прогнозное понижение определяется по равенству [6]:

$$S = S_{\text{вн.}} + S_c, \quad (1)$$

где S – полное понижение уровня воды в скважине, расположенной в центре площади расчетного водозабора, приведенного к «большому колодцу»;

$S_{\text{вн.}}$ – понижение уровня водоносного горизонта, вызванное системой скважин;

S_c – дополнительное понижение в скважине, зависящее от расположения скважин внутри системы, их несовершенства и нагрузки на каждую скважину.

Внешнее понижение $S_{\text{вн.}}$ составит [6]:

$$S_{\text{вн.}} = \frac{Q_{\text{сум.}}}{2 \times \pi \times km} \ln \frac{1,27 \times Z \times \text{ctg} \frac{\pi \times Z_1}{2 \times Z}}{R_0}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{сум.}}$ – суммарный дебит скважин, 3 803 м³/сутки;

km – коэффициент водопроводимости, среднее значение по участку, 820 (742) м²/сутки;

Z – ширина полосы, расстояние между контурами, м;

Z_1 – расстояние до контура с постоянным напором, м.

Величина собственного понижения в эксплуатационной скважине S_c определяется по зависимости [6]:

$$S_c = \frac{Q}{2 \times \pi \times km} (\ln \frac{r_n}{r_c} + 0,5 \times \xi), \quad (3)$$

где Q – дебит скважины, м³/сутки;

km – коэффициент водопроводимости данной скважины, м²/сутки;

r_n – приведенный радиус влияния данной скважины, $r_n = 1,5 \times \sqrt{a \times t}$, где a – коэффициент пьезопроводности данной скважины, м²/сутки;

r_c – радиус скважины, м;

ξ – фильтрационное сопротивление.

Результаты и обсуждение

Расстояние от скважин участка «Мамонтово» до русла реки Бол. Бачат: скв. № 1/К-1878(4293) – 400 м, скв. № 2/К-1867(4123) – 142 м, скв. № 3/3141(4123) – 51 м, скв. № 4а(7135) – 98 м (рис.).

Расстояние от скважин участка «Мамонтово» до непроницаемой границы (Бачатский угольный разрез) составляет: скв. № 1/К-1878(4293) – 520 м, скв. № 2/К-1867(4123) – 585 м, скв. № 3/3141(4123) – 1 254 м, скв. № 4а(7135) – 620 м.

При имеющихся параметрах величина Z – ширина полосы – составит: скв. № 1/К-1878(4293) – 920 м, скв. № 2/К-1867(4123) – 727 м, скв. № 3/3141(4123) – 1 305 м, скв. № 4а(7135) – 718 м.

R_0 – радиус «большого колодца», м (для площадной системы $R_0 = 0,1P$ – периметр площади расположения скважин, для участка «Мамонтово» $P = 1 260$ м, $R_0 = 126$ м).

Таким образом, понижение уровня водоносного горизонта, вызванное системой скважин, составит: скв. № 1/К-1878(4293) – 1,79 м, скв. № 2/К-1867(4123) – 2,32 м, скв. № 3/3141(4123) – 3,87 м и скв. № 4а(7135) – 2,57 м.

Подставляя значения в формулу 3, получаем следующие значения:

S_c для скв. № 1/К-1878(4293) – 3,71 м.

S_c для скв. № 2/К-1867(4123) – 2,83 м.

S_c для скв. № 3/3141(4123) – 3,48 м.

S_c для скв. № 4а(7135) – 3,12 м.

Суммарное прогнозное понижение по скважинам участка «Мамонтово» при схематизации гидрогеологических условий как пласт-полоса с разнородными границами составит:

Скв. № 1/К-1878(4293) – 1,79+3,71 = **5,50 м.**

Скв. № 2/К-1867(4123) – 2,32+2,83 = **5,15 м.**

Скв. № 3/3141(4123) – 3,87+3,48 = **7,35 м.**

Скв. № 4а(7135) – 2,57+3,12 = **5,69 м.**

По всем скважинам прогнозные понижения не превышают величин допустимых значений: по скважине № 1/К-1878(4293) – 22,26 м; по скважине № 2/К-1867(4123) – 16,49 м; по скважине № 3/3141(4123) – 18,99 м; по скважине № 4а(7135) – 40,82 м, что свидетельствует об обеспеченности их запасами подземных вод при заявленном водоотборе.

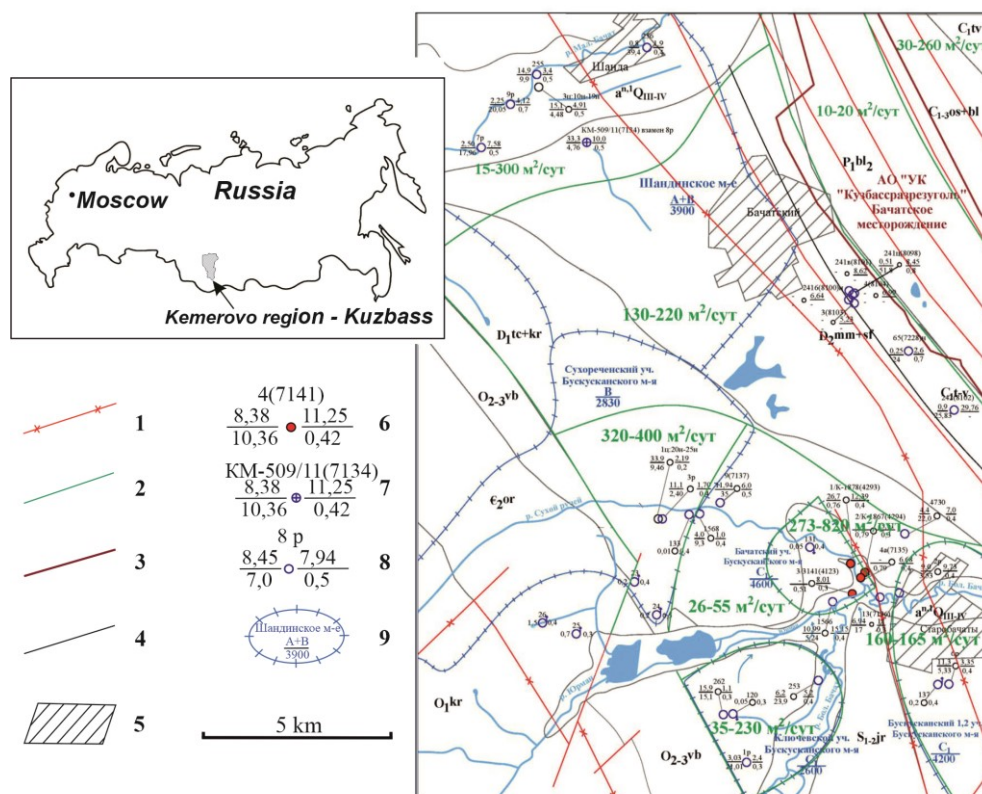


Рисунок – Карта-схема распределения областей с различными фильтрационными параметрами составлена на основе [4, 5]. Условные обозначения: 1 – разломы водоносные, 2 – граница между разновозрастными образованиями, 3 – граница горного отвода АО УК «Кузбассразрезуголь», 4 – граница породного отвала АО УК «Кузбассразрезуголь», 5 – населенный пункт, 6–8 – скважины (цифры и надписи: сверху – номер скважины; слева в числителе – дебит, л/с; в знаменателе – понижение, м; справа в числителе – статический уровень, м; в знаменателе – минерализация, г/дм³): 6 – водозаборная скважина участка «Мамонтово», 7 – действующая водозаборная скважина, 8 – разведочная, разведочно-эксплуатационная, поисковая, наблюдательная скважина, 9 – месторождение (участок) подземных вод (название, категория запасов, запасы подземных вод, м³/сут.)

При одновременной работе скважин № 1/К-1878(4293), № 2/К-1867(4123), № 3/3141(4123), № 4а(7135) будет происходить взаимовлияние между скважинами, которое будет выражаться в виде дополнительной срезки (ΔS). Дополнительная срезка уровня подземных вод в скважинах рассчитывается [6]:

$$\Delta S = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot km} \cdot \ln \frac{1,5\sqrt{a \cdot t}}{r}, \quad (4)$$

где ΔS – дополнительная срезка уровня, м;

Q – дебит скважины, от которой рассчитывается срезка, м³/сут.;

km – среднее значение коэффициента водопроводимости по участку «Мамонтово», 820 м²/сут.;

t – расчетное время эксплуатации водозабора, сут.;

a – среднее значение коэффициента пьезопроводности по участку «Мамонтово», $0,98 \times 10^5$ м²/сут.;

r – расстояние до водозаборной скважины, от которой рассчитывается срезка, м.

Определяем влияние работы скважин № 2/К-1867(4123), № 3/3141(4123), № 4а(7135) на эксплуатацию скважины № 1/К-1878(4293). Расстояния между скважинами приведено в таблице 2.

Далее необходимо рассчитать суммарную срезку для каждой скважины, подставляя данные в формулу 4. Полученные результаты приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Расстояние между скважинами на участке недр «Мамонтово», «Сухореченский-1», «Бачатский-1»

№ скв.	Расстояние, м				
	1/К-1878 (4293)	2/К-1867 (4294)	3/3141 (4123)	4а (7135)	12 (7138)
1/К-1878 (4293)	–	271	556	298	3 605
2/К-1867 (4294)	271	–	385	82	3 817
3/3141 (4123)	556	385	–	307	3 753
4а (7135)	298	82	307	–	3 780
12 (7138)	3 605	3 817	3 753	3 780	–
14 (7139)	3 616	3 818	3 731	3 776	224
4 (7141)	5 902	6 174	6 333	6 186	3 752
5 (7140)	6 329	6 600	6 727	6 605	3 824

Таблица 3 – Расчет суммарной срезки по каждой скважине

№ скв.	$\Delta S_{\text{скв. № 1}}$	$\Delta S_{\text{скв. № 2}}$	$\Delta S_{\text{скв. № 3}}$	$\Delta S_{\text{скв. № 4}}$	Суммарная срезка
1/К-1878 (4293)		0,57	0,79	0,90	2,26
2/К-1867(4123)	1,30		0,86	1,13	3,29
3/3141(4123)	1,10	0,52		0,88	2,50
4а(7135)	1,25	0,69	0,88		2,82

Общее прогнозное понижение в скважинах с учетом их взаимовлияния приведено в таблице 4 и составит:

- по скважине № 1/К-1878(4293) – $5,50 + 2,26 = 7,76$ м;
- по скважине № 2/К-1867(4123) – $5,15 + 3,29 = 8,44$ м;
- по скважине № 3/3141(4123) – $7,35 + 2,50 = 9,85$ м;
- по скважине № 4а(7135) – $5,69 + 2,82 = 8,51$ м.

На участке «Мамонтово» фиксируется взаимовлияние скважины № 1/К-1878(4293) со скважиной № 12(7138) участка «Сухореченский-1». Взаимовлияние этих скважин в обязательном порядке необходимо учитывать при подсчете запасов.

Таблица 4 – Расчет общего прогнозного понижения в скважинах участка «Мамонтово»

№ скв.	1/К-1878 (4293)	2/К-1867 (4123)	3/3141 (4123)	4а (7135)
Ширина полосы Z, м	920	727	1305	718
Внешнее понижение $S_{\text{вн}}$, м	1,79	2,32	3,87	2,57
Собственное понижение $S_{\text{с}}$, м	3,71	2,83	3,48	3,12
Суммарное прогнозное понижение при схематизации условий как пласт-полоса, м	5,50	5,15	7,35	5,69
Суммарная срезка уровня при одновременной работе всех скважин участка «Мамонтово» ΔS , м	2,26	3,29	2,50	2,82
Суммарная срезка уровня при работе скв. № 12 участка «Сухореченский-1» на скв. № 1/К-1878(4293) участка «Мамонтово» ΔS , м	1,66	×	×	×
Допустимое понижение $S_{\text{доп}}$, м	22,26	16,49	18,99	40,82
Общее прогнозное понижение в скважинах участка «Мамонтово»	9,42	8,44	9,85	8,51

Поскольку вблизи от водозабора располагается участок недр, ведущий добычу угля открытым способом, необходимо дополнительно оценить возможное влияние горных работ на эксплуатацию водозабора участка «Мамонтово». Для этого следует выполнить расчет приведенного радиуса влияния для угольного разреза.

Величина приведенного радиуса влияния на пьезометрическую поверхность ($R_{\text{пр}}$, м) может быть определена по формуле

$$R = \sqrt{\frac{Q_{\text{в}} \times T}{\pi \times m \times n}}, \quad (5)$$

где $Q_{\text{в}}$ – объем притока подземных вод в горные выработки Бачатского угольного разреза за 2024 г. (4 190 110 м³/год, 11 479,76 м³/сутки);

T – время работы водозабора, T – 25 лет (9 125 суток);

m – мощность водоносного комплекса, принимаем 280 м;

n – водоотдача водовмещающих отложений, принимаем по справочным данным ($n = 0,03$).

Подставляя значения в формулу 5, получаем:

$$R = \sqrt{\frac{11479,76 \times 9125}{3.14 \times 280 \times 0.03}} = 1993 \text{ м.}$$

Дополнительное понижение уровня в скважинах участка «Мамонтово», расположенных на расстоянии от 3991 до 4378 м от открытых горных работ угольного разреза, обусловленное работой дренажной системы, рассчитывается по зависимости 6:

$$\Delta S = \frac{Q}{2 \times \pi \times km} \ln \frac{R_{пр.}}{r}, \quad (6)$$

где ΔS – дополнительная срезка уровня, м;

Q – водоприток в горные выработки, 11 479,76 м³/сутки;

km – коэффициент водопроводимости, 10 м²/сутки;

$R_{пр.}$ – приведенный радиус влияния дренажной системы, м;

r – расстояние до дренажной системы, 4 180 м (принимается как среднее арифметическое значение между 3 991 и 4 378 м).

Подставляя данные в формулу 6, получаем:

$$\Delta S = \frac{11479,76}{2 \times 3.14 \times 10} \ln \frac{1993}{4180} = -133,45 \text{ м.}$$

Из чего следует, что эксплуатация угольного разреза не влияет на работу скважин участка «Мамонтово», либо оказывает незначительное влияние. Такой же вывод можно сделать при сравнении приведенного радиуса влияния угольного разреза, который составил 1 993 м, и расстояния от скважин участка «Мамонтово» до угольного разреза – 4 180 м соответственно.

Запасы подземных вод считаются обеспеченными, если рабочее понижение в скважинах меньше допустимого. Рассчитанные величины прогнозного понижения по скважинам на участке «Мамонтово» значительно меньше допустимых, что свидетельствует об обеспеченности их запасами подземных вод при заявленном водоотборе на расчетный срок эксплуатации.

Выводы

В рамках проведенных исследований установлено, что водозаборными скважинами участка «Мамонтово» участка недр «Мамонтово», «Сухореченский-1», «Бачатский-1» эксплуатируются воды зон трещиноватости ниже-верхнесилурийских образований юрманской серии (S1-2jr). Водозабор на данном участке является площадным.

По результатам произведенных расчетов по участку «Мамонтово» запасы подземных вод оценены в количестве 3 803 м³/сутки и обеспечены на расчетный 25-летний срок эксплуатации. Кроме того, выполнен расчет приведенного радиуса влияния, расположенного вблизи от водозабора угольного разреза. Данные расчета показали, что эксплуатация угольного разреза не влияет на работу скважин участка «Мамонтово», либо оказывает незначительное влияние.

Список литературы

1. Балашова Т. А. Экологические проблемы Кузбасса / Т. А. Балашова / Успехи современного естествознания. 2004. № 11. С. 38–39.
2. Белова В. С. Проблемы загрязнения поверхностных источников водоснабжения в Кузбассе и пути их решения / В. С. Белова // Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсо-добывающих регионов: пути решения: сборник трудов Всероссийской молодежной научно-практической конференции. Кемерово, 21–22 декабря 2016 г. Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2016. С. 4.
3. Брель О. А. Стратегирование водных ресурсов Кузбасса / О. А. Брель, Г. В. Задорожная, Н. И. Са-саев, А. И. Егорова // Экономика промышленности. 2020. Т. 13, № 3. С. 357–365. DOI: 10.17073/2072-1633-2020-3-357-365.
4. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1 000 000. Третье поколение. Серия Алтае-Саянская. Лист N-45 – Новокузнецк. Объяснительная записка. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2007. 665 с.
5. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200 000. Издание второе. Серия Кузбасская. Лист N-45-XV (Ленинск – Кузнецкий). Объяснительная записка. Москва: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2018. 115 с.
6. Методические рекомендации по «Оценке эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод по участкам недр, эксплуатируемым одиночными водозаборами». Москва: Гидэк, 2002. 61 с.
7. Рассказов Н. М. Оценка ресурсов и запасов подземных вод: учебное пособие / Н. М. Рассказов, М. Б. Букаты. Томск: Изд-во ТПУ, 2002. 48 с.
8. Сколубович Ю. Л. Использование подземных источников Кузбасса для питьевого водоснабжения / Ю. Л. Сколубович, Т. А. Краснова. Москва: Спутник+, 2001. 104 с.
9. Стратегия экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года. URL: <https://cdnimg.rg.ru/pril/140/28/53/strategiya2030.pdf>.
10. Шимко Т. Г. Стратегическое управление водными ресурсами Кузбасса / Т. Г. Шимко, В. Л. Воронин, М. А. Царев, О. А. Брель // Экономика промышленности. 2020. Т. 13, № 3. С. 366–374. DOI: 10.17073/2072-1633-2020-3-366-374.

References

1. Balashova T. A. Environmental problems of Kuzbass. *Advances in Modern Natural Science*. 2004;11: 38–39 (In Russ.).
2. Belova V. S. Problems of pollution of surface water sources in Kuzbass and solutions. *Environmental problems of industrialized and resource-extracting regions: solutions: proceedings of the All-Russian youth scientific and practical conference, December 21–22, 2016*. Kemerovo: Kuzbass state technical university named after T.F. Gorbachev; 2016:4 (In Russ.).
3. Brel O. A., Zadorozhnaya G. V., Sasaev N. I., Egorova A. I. Water resources strategy in Kuzbass. *Industrial Economics*. 2020;13:357–365 (In Russ.).
4. *State geological map of the Russian Federation, scale 1:1,000,000. Third generation. Altai-Sayan series. Sheet N-45 – Novokuznetsk. Explanatory note*. St. Petersburg: VSEGEI Publ.; 2007:665 (In Russ.).
5. *State geological map of the Russian Federation. Scale 1:200,000. Second edition. Kuzbass series. Sheet N-45-XV (Leninsk-Kuznetsky). Explanatory note*. Moscow: Moscow branch of the Federal state budgetary institution VSEGEI; 2018:115 (In Russ.).
6. *Guidelines for «Assessing the usable reserves of drinking and industrial groundwater for subsoil areas operated by single water intakes»*. Moscow: Gidek Publ.; 2002:61 (In Russ.).
7. Rasskazov N. M., Bukaty M. B. *Assessment of groundwater resources and reserves: a tutorial*. Tomsk: TPU Publ.; 2002:48 (In Russ.).
8. Skolubovich Yu. L., Krasnova T. A. *Use of Kuzbass underground sources for drinking water supply*. Moscow: Sputnik+ Publ.; 2001:104 (In Russ.).
9. *Economic security strategy of the Russian Federation through 2030*. URL: <https://cdnimg.rg.ru/pril/140/28/53/strategiya2030.pdf> (In Russ.).
10. Shimko T. G., Voronin V. L., Tsarev M. A., Brel O. A. Strategic management of water resources of Kuzbass. *Industrial Economics*. 2020;13:366–374 (In Russ.).

Информация об авторах

Румянцева К. С. – магистрант, кафедра геологии и географии;
Наставко Е. В. – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, кафедра геологии и географии;
Маслова Д. А. – студентка, кафедра геологии и географии.

Information about the authors

Rumyantseva K. S. – master's student, Department of geology and geography;
Nastavko E. V. – PhD in geology and mineralogy, associate professor, department of geology and geography;
Maslova D. A. – student, Department of geology and geography.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 19.02.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 19.02.2026.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 20–25.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):20–25 (In Russ.).

Научная статья
УДК 911.375
<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.003>

ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ УРОВНЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ С УРОВНЕМ СМЕРТНОСТИ В КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Григорян Марина Романовна
Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик, Россия
grigoryan.maa@yandex.ru

Аннотация. В статье представлен анализ взаимосвязи между социально-экономическими показателями и уровнем смертности в Кабардино-Балкарской Республике на основе данных статистического сборника «Кабардино-Балкария в цифрах 2025». Рассмотрены демографические тенденции, уровень жизни, состояние здравоохранения, экономические индикаторы и их влияние на смертность населения. Выявлены ключевые факторы, способствующие снижению или повышению уровня смертности.

Ключевые слова: социально-экономическое развитие, смертность, Кабардино-Балкария, демография, здравоохранение, уровень жизни

Для цитирования: Григорян М. Р. Оценка взаимосвязи уровня социально-экономического развития с уровнем смертности в Кабардино-Балкарской Республике // *Геология, география и глобальная энергия.* 2026. № 2 (101). С. 20–25. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.003>.

ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE LEVEL OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT AND THE MORTALITY RATE IN THE KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC

Marina R. Grigoryan
Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Nalchik, Russia
grigoryan.maa@yandex.ru

Abstract. This article presents an analysis of the relationship between socioeconomic indicators and mortality in the Kabardino-Balkarian Republic based on data from the statistical digest «Kabardino-Balkaria in Figures. 2025». Demographic trends, standard of living, healthcare, economic indicators, and their impact on mortality are examined. Key factors contributing to a decrease or increase in mortality are identified.

Keywords: socioeconomic development, mortality, Kabardino-Balkaria, demography, healthcare, standard of living

For citation: Grigoryan M. R. Assessing the relationship between the level of socioeconomic development and the mortality rate in the Kabardino-Balkarian republic. *Geology, Geography and Global Energy.* 2026;2(101):20–25. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.003> (In Russ.).

Введение

Кабардино-Балкарская Республика (КБР) является одним из субъектов Российской Федерации с уникальными природными, демографическими и экономическими характеристиками. Социально-экономическое развитие региона напрямую влияет на качество жизни населения, в том числе на уровень смертности. Анализ взаимосвязи между этими показателями позволяет выявить ключевые проблемы и предложить меры по улучшению демографической ситуации.

Демографическое благополучие региона является одним из ключевых индикаторов эффективности государственной социально-экономической политики. Уровень смертности, наряду с рождаемостью и миграцией, формирует демографический портрет территории, непосредственно отражая качество жизни населения, доступность и качество медицинской помощи, экологическую ситуацию, уровень доходов и социальной защищенности. В условиях современных геополитических и экономических вызовов, а также в рамках реализации национальных проектов и стратегических целей развития Российской Федерации до 2030 г., особую значимость приобретает глубокий, основанный на данных анализ региональных особенностей демографических процессов [7, с. 5].

© Григорян М. Р., 2026

Кабардино-Балкарская Республика представляет собой уникальный для исследования регион, обладающий специфическим сочетанием социально-экономических, географических и этнокультурных характеристик. С одной стороны, республика имеет значительный природно-ресурсный и туристический потенциал, а с другой – сталкивается с рядом типичных для ряда субъектов РФ проблем: структурными диспропорциями в экономике, миграционным оттоком части населения, диверсификацией уровня жизни между городской и сельской местностью [8, с. 44]. Изучение взаимосвязи между динамикой социально-экономического развития КБР и уровнем смертности ее населения позволяет не только диагностировать текущие проблемы, но и выявить точки роста для повышения демографической устойчивости региона.

Вопросы взаимовлияния экономических факторов и демографических показателей, в частности смертности, являются традиционным предметом изучения как для отечественной, так и для зарубежной науки. Классические работы М. Тодаро, А. Сена заложили основы понимания того, как бедность, неравенство и доступ к базовым услугам определяют показатели здоровья нации [10, 12]. В российском контексте значительный вклад в изучение региональной дифференциации смертности и ее детерминант внесли исследования А. Г. Вишневого, С. В. Захарова, Е. М. Андреева, которые подчеркивали роль социально-экономического кризиса 1990-х годов в ухудшении демографических показателей [2, 4, 5].

Однако, несмотря на обширный макроуровневый анализ, ощущается дефицит комплексных работ, посвященных глубокому эмпирическому исследованию этой взаимосвязи на уровне отдельных республик Северного Кавказа, к которым относится и КБР. Существующие публикации часто носят либо сугубо экономический, либо сугубо медицинско-демографический характер, не предлагая интегрированной модели оценки [9]. Настоящее исследование призвано восполнить этот пробел, сфокусировавшись на КБР как на объекте, где традиционные уклады, трансформационные процессы постсоветского периода и современные экономические тренды создают сложную, многогранную картину.

Целью данной работы является комплексная оценка характера и силы взаимосвязи между уровнем социально-экономического развития Кабардино-Балкарской Республики и уровнем смертности ее населения в период с 2000 по 2024 г.

Демографическая ситуация в КБР

На протяжении анализируемого периода (2000–2024 гг.) Кабардино-Балкарская Республика демонстрировала положительную, но нестабильную динамику численности постоянного населения. После значительного сокращения в период между 2000 и 2010 гг. (с 886,7 до 859,8 тыс. человек, или на 3 %), в последующее десятилетие наблюдался уверенный рост. К 2024 г. численность населения достигла 908,2 тыс. человек, что превысило показатель 2000 г. (табл. 1) [1, с. 11].

Таблица 1 – Динамика численности населения КБР, 2000–2024 гг.

Год	2000	2010	2020	2024
Численность населения, тыс. чел.	886,7	859,8	900,6	908,2
Городское население, тыс. чел.	510,0	467,9	468,6	468,9
Сельское население, тыс. чел.	391,1	391,9	432,0	439,3

**Источник: составлено автором по данным [1, с. 11, 16].*

Важно отметить изменение в соотношении городского и сельского населения. Если в начале века доля городских жителей составляла 56,6 %, то к 2025 г. она снизилась до 51,6 %. Этот процесс контрурбанизации или стагнации городского роста на фоне увеличения сельского населения (с 391,1 до 439,3 тыс. человек) является характерной чертой КБР и некоторых других республик Северного Кавказа. Это явление может быть связано как с традиционными особенностями расселения и более высокой рождаемостью в сельской местности, так и с экономическими трудностями в городах [7, с. 848]. Изменение численности населения определяется балансом двух компонентов: естественного движения (разница между рожденьями и смертями) и миграции.

Миграционный фактор на протяжении почти всего рассматриваемого периода оказывал негативное влияние на демографическую динамику КБР. Сальдо миграции остается отрицательным: –876 человек в 2020 г. и –480 человек в 2024 г. [1, с. 16]. Структура миграционных потоков показывает, что основная убыль формируется за счет внешней, преимущественно межрегиональной миграции.

Так, в 2024 г. общий миграционный оборот (сумма прибывших и выбывших) составил около 18,4 тыс. человек. Из них **8 970 человек** прибыли в республику, а **9 450 человек** ее покинули. Внутренняя миграция (в пределах КБР) была сбалансированной (по 2 329 прибывших и выбывших), а основная убыль формировалась за счет внешних потоков.

Межрегиональная миграция (внутри России): сальдо остается отрицательным (–87 человек), однако его масштабы значительно сократились по сравнению с предыдущими периодами. Это может указывать на снижение оттока жителей республики в другие регионы страны, возможно, вследствие улучшения локальных экономических условий или реализации федеральных программ поддержки.

Международная миграция: здесь ситуация неоднородна. Общее отрицательное сальдо (–393 человека) складывается из двух разнонаправленных тенденций:

- положительный баланс со странами СНГ (+297 человек). Это свидетельствует о притоке в республику граждан из стран ближнего зарубежья, что может быть связано с трудовой миграцией, образовательными программами или воссоединением семей на фоне общей геополитической ситуации;

- значительный отток в страны дальнего зарубежья (–690 человек). Эта устойчивая тенденция часто отражает выезд на постоянное место жительства, учебу или высококвалифицированную работу, что может вести к потере наиболее активной и образованной части населения.

Важным контекстуальным фактором, начиная с 2022 г., является учет в статистике новых территорий (Донецкой и Луганской Народных Республик, Запорожской и Херсонской областей), что, несомненно, оказывает влияние на структуру и объемы как международных, так и межрегиональных перемещений.

Снижение миграционной убыли – обнадеживающий сигнал, но для его закрепления необходимо понимать глубинные причины,двигающие миграционными потоками. Основными из них могут быть:

Социально-демографические аспекты:

1. Кадровый потенциал. Кабардино-Балкария имеет достаточно высокообразованное население. Данные переписи 2020 г. показывают значительное число жителей с высшим и средним профессиональным образованием. Однако отсутствие в регионе достаточного количества современных, технологичных предприятий может провоцировать «утечку мозгов» – отток наиболее перспективных специалистов.

2. Расселение. Устойчивый рост доли сельского населения (до 48,4 % в 2025 г.) на фоне не всегда достаточного развития сельской инфраструктуры (здравоохранение, образование, благоустройство) создает внутреннее напряжение и может стимулировать как внутреннюю (в городе республики), так и внешнюю миграцию.

Инфраструктурные ограничения:

1. Сокращение грузооборота и пассажирооборота автомобильного транспорта общего пользования может косвенно свидетельствовать о проблемах в транспортной логистике и доступности удаленных населенных пунктов.

2. Географический фактор – преобладание горного рельефа – объективно ограничивает возможности для развития крупной обрабатывающей промышленности и масштабного сельского хозяйства, сужая спектр доступных профессий и отраслей.

Внешинополитический контекст:

1. Устойчивый отток в страны дальнего зарубежья часто связан с долгосрочными жизненными стратегиями, включающими поиск более высокого уровня жизни, качественного образования для детей или воссоединение с уже переехавшими родственниками.

2. Положительное сальдо миграции со странами СНГ, напротив, говорит о растущей привлекательности России и ее регионов для граждан этих государств, для которых Кабардино-Балкария может быть точкой входа или территорией с комфортной культурно-языковой средой.

3. Таким образом, текущая миграционная картина Кабардино-Балкарии противоречива. С одной стороны, наблюдается явное смягчение миграционного оттока, что можно связать с общими мерами государственной поддержки и, возможно, с началом реализации отдельных инфраструктурных проектов. С другой стороны, сохраняющаяся убыль, особенно за счет отъезда в дальнее зарубежье, указывает на системные вызовы.

Для перелома тенденции и превращения республики в территорию не просто стабильности, но и притяжения, необходимы скоординированные усилия по:

- диверсификации экономики с акцентом на создание современных высокопроизводительных рабочих мест, особенно в несырьевых секторах;
- повышению инвестиционной привлекательности для частного, в том числе внешнего, капитала;
- целевому развитию социальной и инженерной инфраструктуры как в городской, так и в сельской местности;
- реализации программ поддержки молодежи и квалифицированных специалистов, направленных на их закрепление в регионе.

Устойчивое позитивное сальдо миграции станет не только следствием, но и мощным драйвером дальнейшего социально-экономического развития Кабардино-Балкарской Республики.

Социально-экономические показатели и их влияние на смертность

Согласно данным статистического сборника, численность населения КБР на 1 января 2025 г. составила 908,2 тыс. человек. За период с 2000 по 2024 г. наблюдается рост населения, однако с отрицательным миграционным сальдо (в 2024 г. – 480 человек). Это свидетельствует о внутренних проблемах, связанных с оттоком населения в другие регионы (табл. 2).

Таблица 2 – Численность населения КБР (тыс. чел.)

Год	2000	2010	2020	2024
Население	886,7	859,8	900,6	908,2

Уровень смертности является важным индикатором социального благополучия. В 2024 г. общий коэффициент смертности в КБР составил 473,7 на 100 тыс. населения (впервые зарегистрированные случаи). Основными причинами смертности являются болезни системы кровообращения (36,9 на 100 тыс.), органов дыхания (238,0), травмы и отравления (61,1).

Уровень жизни населения

Уровень жизни населения напрямую связан с доступностью медицинских услуг, качеством питания, жилищными условиями и доходами (табл. 3). В КБР за период 2000–2024 гг. наблюдался рост среднедушевых денежных доходов: с 1 057,1 руб. в 2000 г. до 45 374 руб. в 2024 г. Однако реальные доходы населения в 2024 г. выросли лишь на 108,7 % к предыдущему году, что ниже уровня инфляции.

Таблица 3 – Основные индикаторы уровня жизни

Показатель	2000	2010	2020	2024
Среднедушевые доходы (руб./мес.)	1 057,1	11 290	21 276	45 374
Численность населения с доходами ниже прожиточного минимума (%)	57,5	15,7	25,0	11,7

Снижение доли населения с доходами ниже прожиточного минимума с 57,5 % в 2000 г. до 11,7 % в 2024 г. свидетельствует о положительной динамике, однако остается значительным.

Здравоохранение

Состояние системы здравоохранения является ключевым фактором, влияющим на уровень смертности. В КБР за период 2000–2024 гг. наблюдалось снижение числа больничных коек с 8,8 тыс. до 6,1 тыс., а также незначительное увеличение численности среднего медицинского персонала с 8,6 до 9,1 тыс. человек. При этом число врачей незначительно увеличилось (3,7 тыс. в 2000 г. и 4,1 тыс. в 2024 г.) (табл. 4).

Таблица 4 – Показатели здравоохранения

Показатель	2000	2010	2020	2024
Число больничных коек (тыс.)	8,8	8,4	6,8	6,1
Число врачей (тыс.)	3,7	3,8	4,2	4,1

Недостаточное обеспечение медицинскими услугами, особенно в сельской местности, может способствовать росту смертности от предотвратимых заболеваний.

Диспансеризация и ранняя диагностика в Кабардино-Балкарской Республике играют решающую роль в снижении смертности, особенно от хронических неинфекционных заболеваний. В 2024 г. в республике было впервые выявлено более 473 тысяч случаев заболеваний, среди которых болезни органов дыхания составили 238 тысяч, а болезни системы кровообращения – 36,9 тысяч случаев. Регулярные профилактические осмотры позволяют выявлять такие опасные состояния, как онкологические заболевания (4,1 тысячи случаев в 2024 г.), на ранних стадиях, когда эффективность лечения достигает 80–90 %. Это напрямую снижает показатели смертности, поскольку до 40 % летальных исходов от неинфекционных причин можно предотвратить благодаря своевременной диагностике. Рост мощности амбулаторно-поликлинических организаций с 14,8 до 19,2 тысяч посещений в смену с 2000 г. повысил доступность медицинской помощи для населения. Таким образом, системная диспансеризация не только сохраняет жизни, но и уменьшает нагрузку на стационары, обеспечивая устойчивое развитие системы здравоохранения республики.

Экономическое развитие

Экономические показатели, такие как валовой региональный продукт (ВРП), инвестиции в основной капитал и уровень безработицы, также влияют на уровень смертности. В КБР наблюдается рост ВРП и инвестиций, однако уровень безработицы остается высоким: в 2024 г. численность безработных составила 29,0 тыс. человек (табл. 5).

Таблица 5 – Экономические показатели

Показатель	2000	2010	2020	2024
Инвестиции в основной капитал (млн руб.)	2 403,5	20 958,2	49 060,3	79 283,4
Численность безработных (тыс. чел.)	68,1	48,2	66,9	29,0

В настоящее время наблюдается снижение безработицы, но присутствует теневая экономика. По официальным данным [1, с. 53], методологические уточнения статистики указывают на ранее неучтенные доходы самозанятых и деятельность, скрытую от официального наблюдения. Тот факт, что лишь 11 % безработных обращаются в службы занятости (2024 г.), говорит о том, что остальные находят источники дохода в неформальном секторе – в мелкой торговле, услугах, сезонных работах или натуральном хозяйстве. Снижение официальной безработицы в Кабардино-Балкарской Республике в значительной степени связано с расширением неформальной и теневой занятости. Несмотря на позитивную динамику в формальном секторе – рост инвестиций, развитие строительства и сельского хозяйства, – часть экономически активного населения предпочитает работать без официального оформления. Это подтверждается данными, согласно которым в 2024 г. хозяйства населения производили 67 % молока и 83 % яиц, что свидетельствует о массовой занятости в личных подсобных хозяйствах без регистрации в органах статистики.

Таким образом, официальное снижение безработицы отражает не только реальный рост занятости в легальной экономике, но и переток рабочей силы в теневое производство и самозанятость, которые остаются слабо фиксируемыми государственной статистикой.

Экономические детерминанты:

1. Уровень доходов. Несмотря на рост среднедушевых денежных доходов до 45,4 тыс. рублей в месяц в 2024 г., их покупательная способность растет умеренно (реальный рост 108,7 % к 2023 г.). Среднемесячная зарплата (46,5 тыс. руб.) по-прежнему отстает от среднероссийского уровня, что снижает привлекательность региона для высококвалифицированных кадров.

2. Занятость. Хотя уровень безработицы в 2024 г. снизился до 29 тыс. человек (по методологии МОТ), проблема занятости, особенно в сельской местности, остается актуальной. Низкий удельный вес высокооплачиваемых рабочих мест в промышленности и секторе услуг подталкивает часть населения к поиску возможностей за пределами республики.

3. Инвестиционный климат. Объем инвестиций в основной капитал демонстрирует рост (79,3 млрд руб. в 2024 г.). Однако высокая доля бюджетных источников финансирования (62,3 %), особенно из федерального центра (45,6 %), указывает на сохраняющуюся зависимость регионального развития от государственных вливаний и относительную слабость частных инвестиций.

Взаимосвязь социально-экономических показателей и смертности

Для оценки взаимосвязи между социально-экономическими показателями и уровнем смертности в КБР можно использовать корреляционный анализ. На основе данных за 2000–2024 гг. выявлены следующие зависимости:

1. Отрицательная корреляция между уровнем доходов и смертностью: рост среднедушевых доходов сопровождается снижением уровня смертности от предотвратимых заболеваний.

2. Положительная корреляция между безработицей и смертностью: высокий уровень безработицы связан с ростом смертности от болезней системы кровообращения и травм.

3. Влияние состояния здравоохранения: сокращение числа больничных коек и медицинского персонала коррелирует с ростом смертности от острых заболеваний.

Заключение

Проведенный анализ показал, что уровень смертности в Кабардино-Балкарской Республике тесно связан с социально-экономическими показателями. Несмотря на положительные тенденции в экономике и уровне жизни, остаются проблемы в системе здравоохранения и занятости населения. Реализация предложенных рекомендаций может способствовать снижению уровня смертности и улучшению качества жизни населения КБР.

Список литературы

1. Кабардино-Балкария в цифрах. 2025: Краткий статистический сборник / Управление Федеральной службы государственной статистики по Северо-Кавказскому федеральному округу. Нальчик, 2025. 88 с.
2. Андреев Е. М. Продолжительность жизни и причины смерти в России / Е. М. Андреев, Е. А. Кваша, Т. Л. Харькова // Демографическое обозрение. 2017. Т. 4, № 3. С. 56–79.

3. Вишневский А. Г. Демографическая модернизация России, 1900–2000 / А. Г. Вишневский. Москва: Новое изд-во, 2006. 608 с.
4. Захаров С. В. Демографический переход в России: антропоцентрический взгляд / С. В. Захаров // *Общественные науки и современность*. 2018. № 2. С. 57–71.
5. Захаров С. В. Региональная дифференциация смертности в России: экономические и социальные факторы / С. В. Захаров, Е. И. Иванова, В. И. Сакевич // *Вопросы экономики*. 2020. № 5. С. 76–95.
6. Комаров Ю. М. Общественное здоровье и здравоохранение: учебник / Ю. М. Комаров. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 448 с.
7. Матевосова К. Р. Социально-экономическое развитие республик Северного Кавказа: проблемы и перспективы / К. Р. Матевосова, А. М. Байрамуков // *Региональная экономика: теория и практика*. 2022. Т. 20, № 5 (488). С. 845–862.
8. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат). URL: <http://ssl.rosstat.gov.ru>.
9. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: стат. сб. / Росстат. Москва, 2024. 1162 с.
10. Сен А. Развитие как свобода. Москва: Новое изд-во, 2004. 432 с.
11. Тихомиров Н. П. Методы социально-экономического прогнозирования: учебник и практикум / Н. П. Тихомиров, Т. М. Тихомирова. Москва: Юрайт, 2021. 406 с.
12. Todaro M. P. *Economic Development* / M. P. Todaro, S. C. Smith. 12th ed. Harlow: Pearson, 2015. 832 p.

References

1. *Kabardino-Balkaria in numbers. 2025: a short statistical collection*. Office of the Federal State Statistics Service for the North Caucasus Federal District. Nalchik; 2025:88 (In Russ.).
2. Andreev E.M., Kvasha E.A., Harkov T.L. Life expectancy and causes of death in Russia. *Demographic overview*. 2017; 4;3:56–79 (In Russ.).
3. Vishnevsky A.G. *Demographic modernization of Russia, 1900–2000*. Moscow: New Publishing House; 2006:608 (In Russ.).
4. Zakharov S. V. Demographic transition in Russia: an anthropocentric view. *Social Sciences and Modernity*. 2018;2:57–71 (In Russ.).
5. Zakharov S. V., Ivanova E. I., Sakevich V. I. Regional differentiation of mortality in Russia: economic and social factors. *Economic Issues*. 2020;5:76–95 (In Russ.).
6. Komarov Yu. M. *Public health and healthcare*: textbook. Moscow: GEOTAR-Media; 2019:448 (In Russ.).
7. Matevosova K. R., Bayramukov A. M. Socio-economic development of the republics of the North Caucasus: problems and prospects. *Regional Economics: Theory and Practice*. 2022; 20;5(488):845–862 (In Russ.).
8. Official website of the Federal State Statistics Service (Rosstat). URL: <http://ssl.rosstat.gov.ru> (In Russ.).
9. *Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2024: Statistical collection* / Rosstat. Moscow; 2024:1162 (In Russ.).
10. Saint A. *Development as freedom*. Moscow; New Publishing House; 2004:432 (In Russ.).
11. Tikhomirov N. P., Tikhomirova T. M. *Methods of socio-economic forecasting: textbook and practical course*. Moscow; Yurayt; 2021:406 (In Russ.).
12. Todaro M. P., Smith S. S. *Economic development*. 12th ed. Harlow: Pearson; 2015:832 (In Russ.).

Информация об авторе

Григорян М. Р. – аспирант.

Information about the author

Grigoryan M. R. – graduate student.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 16.01.2026; одобрена после рецензирования 03.02.2026; принята к публикации 19.02.2026.

The article was submitted 16.01.2026; approved after reviewing 03.02.2026; accepted for publication 19.02.2026.

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 26–30.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):26–30 (In Russ.).

Научная статья

УДК 504.054

<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.004>

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

Дахова Оксана Олеговна¹, Керефова Залина Музариновна^{2✉}

¹Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик, Россия

²Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Россия

¹dakhva@rambler.ru

²zknyaz-kbsu@mail.ru✉

Аннотация. В данной работе исследуется комплексное экологическое состояние окружающей природной среды Кабардино-Балкарской Республики. Изучено экологическое состояние атмосферного воздуха, водных ресурсов и почвенного покрова Кабардино-Балкарии. Выявлены основные источники загрязнения окружающей среды. Пробы атмосферного воздуха с превышением предельно-допустимой концентрации отсутствуют. Наиболее загрязненным водным объектом республики является река Баксан (превышения наблюдаются по алюминию, железу, молибдену). Большое количество свинца, цинка и кадмия обнаружено в пределах города Нальчика. На исследуемой территории рассмотрены условия, провоцирующие гибель лесных насаждений.

Ключевые слова: природная среда, водные ресурсы, загрязняющие вещества, рельеф, экологическое состояние

Для цитирования: Дахова О. О., Керефова З. М. Оценка современного состояния природной среды Кабардино-Балкарии // *Геология, география и глобальная энергия*. 2026. № 2 (101). С. 26–30. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.004>.

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF THE NATURAL ENVIRONMENT IN KABARDINO-BALKARIA

Oksana O. Dakhova¹, Zalina M. Kerefova^{2✉}

¹Kh. M. Berbekov Kabardino-Balkarian State University, Nalchik, Russia

²High Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia

¹dakhva@rambler.ru

²zknyaz-kbsu@mail.ru✉

Abstract. This paper examines the comprehensive environmental status of the natural environment of the Kabardino-Balkarian Republic. The environmental status of the atmospheric air, water resources, and soil cover of Kabardino-Balkaria was studied. The main sources of environmental pollution were identified. No atmospheric air samples were found with concentrations exceeding the maximum permissible limits. The most polluted water body in the republic is the Baksan River (exceedances are observed for aluminum, iron, and molybdenum). Large quantities of lead, zinc, and cadmium were detected within the city of Nalchik. Conditions that trigger forest loss in the study area were examined.

Keywords: natural environment, water resources, pollutants, relief, ecological state

For citation: Dakhova O. O., Kerefova Z. M. Assessment of the current state of the natural environment in Kabardino-Balkaria. *Geology, Geography and Global Energy*. 2026;2(101):26–30. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.004> (In Russ.).

Введение

Проблема загрязнения природной среды становится столь острой как из-за роста объемов промышленного и сельскохозяйственного производства, так и в связи с качественным изменением производства под влиянием научно-технического прогресса.

На сегодняшний день остро стоит угроза необратимых изменений экологических свойств геосреды, а также нарушения формирующейся целостности мирового сообщества и угроза самоуничтожения цивилизации [1].

Кабардино-Балкарская Республика (КБР) состоит из десяти муниципальных районов: Баксанского, Зольского, Майского, Прохладненского, Терского, Урванского, Чегемского, Черекского, Эльбрусского, Лескенского и 3-х городских округов: Нальчик, Прохладный и Баксан [2].

Территория республики заселена неравномерно. Неравномерность и плотность населения зависят от природных условий и уровня развития экономики районов республики.

Картина плотности населения в административно-территориальном разрезе весьма своеобразна и носит ярко выраженный дифференцированный характер (табл.). Рисунок расселения населения по территории республики определяется рельефом, гидрографической сетью, транспортно-хозяйственными магистралями, наличием агроклиматических, минерально-сырьевых и рекреационных ресурсов.

Таблица – Плотность населения в административно-территориальном разрезе (2023 г.)

Административно территориальное образование	Площадь, км ²	Численность населения, чел.	Плотность населения, чел. на км ²	В том числе	
				городское, чел.	сельское, чел.
Кабардино-Балкарская Республика	12 470,0	903 266	72,4	467 644	435 622
Городские округа					
Нальчик	133,0	271 656	2 042,5	245 961	25 695
Баксан	180,0	60 724	337,4	39 749	20 975
Прохладный	35	59 773	1 707,9	39 778	–
Муниципальные районы					
Баксанский	830,0	65 119	78,5	–	65 119
Зольский	2 125,0	50 715	23,9	–	50 715
Лескенский	523	31 017	59,3	–	31 017
Майский	385	37 828	98,3	26 286	11 542
Прохладненский	1 342	49 860	37,2	–	49 860
Терский	893,0	53 146	59,5	19 990	33 156
Урванский	458	75 558	165	32 982	42 586
Чегемский	1 503,0	78 227	52	20 897	57 990
Черекский	2 213	30 397	13,7	–	30 397
Эльбрусский	1 850,0	39 241	21,2	22 061	17 180

К началу 2023 г. численность населения республики составила 903 266 человек. Плотность населения – 72,4 чел./км². Наибольшая плотность населения наблюдается в городских округах Нальчик и Прохладный. Самая высокая плотность населения среди муниципальных районов наблюдается в Урванском районе, самая низкая – в Черекском.

В среднегорной и низкогорной юго-западной части республики сеть поселений привязана к речным долинам – Черекской, Безенгийской, Чегемской, Баксанской, Малкинской.

Предгорно-равнинный тип отличается густой сетью поселений. Преимущественно это крупные сельские населенные пункты, поселки городского типа и малые города.

Методы исследования

При написании работы авторами были использованы общие и частные методы и подходы к исследованию подземных вод в пределах Кабардино-Балкарии, а именно: аналитический, статистический, сравнительно-географический.

Информационную базу составили картографические, литературные, статистические и фондовые материалы Министерства Кабардино-Балкарии.

Результаты и обсуждения

С выбросами промышленных предприятий и транспорта в атмосферу за год поступают сотни, а иногда и тысячи тонн различных вредных веществ. В атмосферу выбрасываются загрязняющие вещества от стационарных и передвижных источников. Передвижные источники в КБР вносят до 98 % от всей массы выбросов вредных веществ в окружающую среду [3–6].

На территории КБР суммарный выброс загрязняющих веществ составляет около 80,0 тыс. т в год:

– от стационарных источников загрязнения – 3,949 тыс. т;

– от автомобильного транспорта – 76,051 тыс. т.

Уровень загрязнения атмосферы характеризовался сравнением концентрации загрязняющего вещества с гигиеническими нормативами. В качестве гигиенического норматива используют предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ. На рисунке 1 приводится доля проб атмосферного воздуха с превышением гигиенических нормативов ПДК.

Из рисунка 1 видно, что пробы атмосферного воздуха с превышением ПДК отсутствуют.

Загрязнение водных объектов – это привнесение в воду, накопление и преобразование в ней физических, химических и биологических агентов, неблагоприятно воздействующих на водную биоту, среду обитания и здоровье человека или наносящие урон материальным ценностям.



Рисунок 1 – Атмосферный воздух по приоритетным загрязнителям за 2017–2022 гг.
 (доля проб с превышением ПДК, %)

Кабардино-Балкария обладает достаточно развитой речной сетью. Общая протяженность речной сети КБР составляет 5 470 км и состоит из 2 172 рек и ручьев. Площадь земель под поверхностными водными объектами, включая болота, по данным Госкомзема, составляет 16,4 тыс. га. Большинство рек республики принадлежат бассейну реки Терек (рис. 2) [7–8].



Рисунок 2 – Река Терек

Несмотря на спад промышленного и сельскохозяйственного производства, загрязнение некоторых водных объектов не снизилось, а в ряде мест возросло. Наиболее распространенными загрязняющими веществами поверхностных вод КБР являются: легко окисляемые органические вещества (по БПК₅), аммонийный азот, фосфаты, соединения металлов (железа, меди, цинка), нефтепродукты, анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ), а также вольфрам и молибден. Качество воды в республике меняется по временам года. В паводок повышается содержание в ней взвешенных веществ, уменьшается прозрачность, а в межень физико-химические свойства рек улучшаются.

Наблюдения за состоянием водных объектов республики осуществляются на 11 реках. Наиболее загрязненным водным объектом является река Баксан (превышения наблюдаются по алюминию, железу, молибдену). В р. Баксан в районе с. Тегенекли в значительных концентрациях присутствуют металлы: алюминий – 18 ПДК, железо общее – 2,4 ПДК, марганец – 1,6 ПДК, медь – 1,8 ПДК, молибден – 2,7 ПДК.

По результатам многолетних наблюдений во всех реках республики отмечается повышенное содержание металлов, что связано с составом пород и близостью рудных месторождений.

Наличие значительного наклона в рельефе республики вызывает ускоренную работу текущих вод по размыву и смыву почвы. Эрозия почв приводит к образованию оврагов и балок. На северо-западе и северо-востоке республики наблюдается ветровая эрозия. В связи с господством ветров-суховеев почва высыхает, трескается, распыляется и развевается. Эрозия почв уменьшает площади наиболее ценных земель, резко ухудшает их плодородие.

Водная эрозия также ежегодно наносит ущерб сельскому хозяйству. В период летних ливней ручьи устремляются на пахотные угодья, расположенные у основания склонов и смывают плодородный слой и часть посевов. Происходят оползневые процессы и просадочные деформации грунтов.

Большое количество свинца, цинка и кадмия обнаружено в пределах города Нальчика. На исследуемой территории рассмотрены условия, провоцирующие гибель лесных насаждений.

Леса Кабардино-Балкарии имеют неоценимое значение. Они играют большую роль в процессах регулирования состояния окружающей среды и предотвращения негативных изменений климата не только в республике, но и в Северо-Кавказском регионе в целом. Все леса республики отнесены к защитным лесам, главное назначение которых не столько в эксплуатационных запасах ценной древесины, сколько в выполнении ими средообразующих, водоохраных, защитных, рекреационно-оздоровительных и других экологических функций.

К основным причинам ослабления и гибели насаждений можно отнести поражения, вызванные насекомыми вредителями и грибковыми заболеваниями, воздействие неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов.

В республике ведутся лесовосстановительные работы. Площадь земель, покрытых лесной растительностью, в составе лесного фонда увеличилась на 660 га (на 2022 г.), в том числе в Баксанском лесничестве – на 21 га, Зольском лесничестве – на 19 га, Лескенском лесничестве – на 144 га, Майском лесничестве – на 34 га, Нальчикском лесничестве – на 94 га, Терском лесничестве – на 95 га, Черекском лесничестве – на 226 га, Эльбрусском лесничестве – на 29 га. Средний возраст лесных насаждений увеличился на 11 лет.

Заключение

При анализе комплексного экологического состояния Кабардино-Балкарии было выявлено:

1. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха республики являются передвижные и стационарные источники выбросов вредных веществ. На территории республики выброс загрязняющих веществ в год от стационарных источников загрязнения – 3,949 тыс. т, от автомобильного транспорта – 76,051 тыс. т.

Пробы атмосферного воздуха с превышением ПДК отсутствуют.

2. Водные ресурсы Кабардино-Балкарской Республики – это реки, озера, пруды, ледники и подземные воды. Наиболее загрязненным водным объектом является река Баксан (превышения наблюдаются по алюминию, железу, молибдену). Повышенное содержание металлов связано с составом пород и близостью рудных месторождений.

3. Основные источники загрязнения почвенного покрова республики – это промышленность, сельское хозяйство и транспорт. Основными загрязнителями почв Кабардино-Балкарии являются свинец, цинк, кадмий и медь.

Список литературы

1. Каирова Л. Л. Геоэкологическое картографирование Кабардино-Балкарской Республики / Л. Л. Каирова, О. О. Дахова, Б. М. Хучунаев, Г. Б. Куповых // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2020. № 1. С. 47–52.

2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Кабардино-Балкарской Республике. 2023. 189 с.
3. Дахова О. О. Экологические проблемы Кабардино-Балкарской Республики / О. О. Дахова, Б. М. Хучунаев, З. А. Мустафаева, Г. В. Куповых, И. С. Даов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2018. № 4. С. 72–76.
4. Дахова О. О. Шумовое загрязнение г. Нальчик // Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий: доклады международной научно-практической конференции. Майкоп: ГТУ, 2011. С. 97–104.
5. Дахова О. О. Экогеохимическое состояние аквальных ландшафтов (на примере реки Баксан) / О. О. Дахова // Проблемы региональной экологии. 2022. № 4. С. 58–63.
6. Uzdenova A. B. Natural risks in the Kabardino-Balkar Republic's landscape zones / A. B. Uzdenova, F. E. Kanametova, O. O. Dakhova, N. V. Tatarenko, R. G. Miskarova, A. S. Otarova, Z. Zh. Gergokova // IOP Conference Series: materials science and engineering. November, 2019. Vol. 663, issue 1.
7. Дахова О. О. Экологические проблемы городских территорий на пути устойчивого развития / О. О. Дахова, А. Ю. Паритов, З. М. Кереева, Б. Г. Костачкова // Экологические проблемы российского Кавказа: материалы I Всероссийской научно-практической конференции (Республика Ингушетия, г. Магас, 7–8 декабря, 2023 г.). С. 264–267.
8. Дахова О. О. Опыт районирования территории по экологической нагрузке / О. О. Дахова, С. И. Шагин, Л. Л. Каирова // Проблемы региональной экологии. 2024. № 4. С. 45–50.

References

1. Kairova L. L., Dakhova O. O., Khuchunaev B. M., Kupovykh G. B. Geoecological mapping of the Kabardino-Balkarian Republic. *News of Higher Educational Institutions. North Caucasus Region. Series: Natural Sciences*. 2020;1:47–52 (In Russ.).
2. *Report on the state and protection of the environment in the Kabardino-Balkarian Republic; 2023:189* (In Russ.).
3. Dakhova O. O., Khuchunaev B. M., Mustafayeva Z. A., Kupovykh G. V., Daov I. S. Environmental problems of the Kabardino-Balkarian Republic. *News of Higher Educational Institutions. North Caucasus Region. Series: Natural Sciences*. 2018;4:72–76 (In Russ.).
4. Dakhova O. O. Noise pollution in Nalchik. *Proceedings of the international scientific and practical conference «Applied aspects of geology, geophysics and geoecology using modern information technologies»* Maykop: State Technical University. 2011:97–104 (In Russ.).
5. Dakhova O. O. Ecogeochemical state of aquatic landscapes (using the Baksan River as an example). *Problems of regional ecology*. 2022;4: 8–63 (In Russ.).
6. Uzdenova A. B., Kanametova F. E., Dakhova O. O., Tatarenko N. V., Miskarova R. G., Otarova A. S., Gergokova Z. Zh. Natural risks in the Kabardino-Balkar Republic's landscape zones. *IOP Conference Series: materials Science and Engineering*. November, 2019;663:1.
7. Dakhova O. O., Paritov A. Yu., Kerefova Z. M., Kostachkova B. G. Environmental problems of urban areas on the path to sustainable development. *Environmental problems of the Russian Caucasus: proceedings of the 1st All-Russian scientific and practical conference (Republic of Ingushetia, Magas, December 7–8, 2023); 2024:264–267* (In Russ.).
8. Dakhova O. O., Shagin S. I., Kairova L. L. Experience of zoning the territory according to environmental load. *Problems of Regional Ecology*. 2024;4:45–50 (In Russ.).

Информация об авторах

Дахова О. О. – доцент, кандидат географических наук, доцент кафедры биологии, геоэкологии и молекулярно-генетических основ живых систем;
Кереева З. М. – научный сотрудник ФГБУ «ВГИ», кандидат физико-математических наук.

Information about the authors

Dakhova O. O. – Associate Professor, PhD in Geography, Associate Professor in the Department of Biology, Geoecology, and Molecular-Genetic Foundations of Living Systems;
Kerefova Z. M. – Researcher, FGBU «VGI», Candidate of Physical and Mathematical Sciences.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 26.11.2025; одобрена после рецензирования 15.12.2025; принята к публикации 25.12.2025.

The article was submitted 26.11.2025; approved after reviewing 15.12.2025; accepted for publication 25.12.2025.

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 31–36.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):31–36 (In Russ.).

Научная статья

УДК 551.345.2

<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.005>

МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ В РАЙОНЕ САЛЕХАРДА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Чернов Никита Дмитриевич¹, Луговской Александр Михайлович²✉

Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

¹nikita2002.04@mail.ru

²alug1961@yandex.ru ✉

Аннотация. В статье рассматривается проблема деградации многолетнемерзлых пород в зоне активного природного и техногенного воздействия на территории южной части Ямало-Ненецкого автономного округа. Цель исследования заключается в выявлении пространственно-временных тенденций изменения мерзлотных ландшафтов и связанных с ними геоэкологических и инфраструктурных рисков на основе анализа многолетних спутниковых наблюдений. В качестве материалов использованы длительные ряды спектральных и тепловых спутниковых данных, которые прошли этап предварительной обработки с формированием годовых композитов и расчетом спектральных и температурных показателей. Применены методы классификации ландшафтов и анализа временных рядов, позволяющие выделять устойчивые тренды и моменты резких преобразований. Установлена общая направленность трансформации мерзлотных ландшафтов, показано перераспределение соотношения между озерными, тундровыми и техногенно-нарушенными типами поверхностей, определены участки активного развития термокарстовых и оползневых процессов, а также выявлены зоны локализованных тепловых аномалий и изменений растительного покрова, которые интерпретируются как индикаторы деградации многолетнемерзлых пород и повышенной уязвимости инфраструктуры. Предложенный подход дистанционного мониторинга позволяет надежно идентифицировать наиболее проблемные участки, формирует основу для систематической оценки рисков для населенных пунктов и объектов транспорта и может быть использован при разработке мер по адаптации региональной инфраструктуры к климатическим изменениям.

Ключевые слова: вечная мерзлота, деградация многолетнемерзлых пород, Ямало-Ненецкий автономный округ, дистанционное зондирование Земли, термокарстовые озера

Для цитирования: Чернов Н. Д., Луговской А. М. Мониторинг изменений состояния вечной мерзлоты в районе Салехарда на основе анализа данных дистанционного зондирования Земли // Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 31–36. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.005>.

MONITORING OF PERMANENT FROST CONDITIONS IN THE SALEKHARD REGION BASED ON REMOTE SENSING DATA ANALYSIS

Nikita D. Chernov¹, Alexander M. Lugovskoy²✉

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

¹nikita2002.04@mail.ru

²alug1961@yandex.ru ✉

Abstract. The article addresses the problem of degradation of permafrost in a zone of active natural and anthropogenic impact in the southern part of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug. The aim of the study is to identify the spatio-temporal trends in changes of permafrost landscapes and the associated geoecological and infrastructure risks based on the analysis of long-term satellite observations. Long series of spectral and thermal satellite data were used as the material; they underwent preliminary processing with the formation of annual composites and the calculation of spectral and temperature indicators. Methods of landscape classification and time series analysis were applied, making it possible to distinguish stable trends and moments of abrupt transformations. The general direction of the transformation of permafrost landscapes has been established, a redistribution of the proportions between lake, tundra and anthropogenically disturbed surface types has been demonstrated, areas of active development of thermokarst and landslide processes have been identified, and zones of localized thermal anomalies and changes in vegetation cover have been revealed, which are interpreted as indicators of degradation of perennially frozen ground and increased vulnerability of infrastructure. The proposed remote monitoring approach makes it possible to reliably identify the most problematic areas, provides a basis for systematic risk assessment for settlements and transport facilities, and can be used in developing measures to adapt regional infrastructure to climate change.

Keywords: permafrost, degradation of permafrost rocks, Yamalo-Nenets Autonomous Area, remote sensing of the Earth, thermokarst lakes

For citation: Chernov N. D., Lugovskoy A. M. Monitoring of permanent frost conditions in the Salekhard region based on remote sensing data analysis. *Geology, Geography and Global Energy*. 2026;2(101):31–36. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.005> (In Russ.).

Введение

Вечная мерзлота является ключевым компонентом криосферы Земли, определяющим устойчивость природных и техногенных систем в высоких широтах. Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО) относится к регионам с наиболее интенсивным проявлением криогенных процессов: сплошная мерзлота здесь занимает до 95–98 % площади, мощность мерзлых толщ достигает 200–400 м, а температурное состояние пород близко к критическому [1, 2]. В районе Салехарда среднегодовая температура воздуха за вторую половину XX – начало XXI в. повысилась более чем на один градус, глубина сезонно-талого слоя увеличилась на 20–35 см. Увеличение мощности деятельного слоя, активизация термокарста, термоэрозии и ретрогрессивных оползней таяния приводят к деформациям фундаментов зданий, просадкам земляного полотна автомобильных дорог и нарушению устойчивости магистральных трубопроводов [3].

В условиях труднодоступности арктических территорий и высокой пространственной неоднородности мерзлотных процессов требуется использование дистанционных методов, позволяющих проводить регулярный мониторинг на региональном уровне. Современные спутниковые системы Landsat и Sentinel, обладающие длительными архивами наблюдений и открытым доступом к данным, создают основу для количественной оценки динамики мерзлотных ландшафтов по индикаторам растительного покрова, водного режима и температуры поверхности.

Целью данного исследования является количественная оценка пространственно-временной динамики мерзлотных ландшафтов в окрестностях Салехарда и южной части ЯНАО по данным мультиспектрального и теплового дистанционного зондирования Земли за период 2000–2025 гг., а также анализ связанных с этим рисков для инфраструктуры региона.

Материалы и методы исследования

Формирование базы данных спутниковых изображений осуществлялось на платформе Google Earth Engine, обеспечивающей доступ к коллекциям Landsat и Sentinel с предварительно выполненной радиометрической и атмосферной коррекцией. В анализ были включены:

1. Landsat 5 TM и Landsat 7 ETM+ для раннего этапа ряда (до 2012–2013 гг.).
2. Landsat 8/9 OLI/TIRS для периода 2013–2025 гг.
3. Sentinel-2A/B MSI для детализированного мультиспектрального анализа.

Использовались продукты уровня обработки Level-2 (Surface Reflectance для оптических каналов и Surface Temperature для тепловых), что позволило работать с сопоставимыми показателями отражения и яркостной температуры [4]. Временной интервал исследования охватывает 2000–2025 гг., что дает 25-летний ряд наблюдений и позволяет анализировать как долгосрочные тренды, так и реакции ландшафтов на экстремальные климатические годы [5, 6].

Отбор сцен осуществлялся по единым критериям:

1. Сезон съемки – июль-август.

2. Облачность не более 15 % по сцене, что гарантирует наличие достаточного числа безоблачных пикселей.

3. Полнота покрытия полигона – не менее 90 %.

По совокупности условий сформирована выборка из 183 сцен Landsat и 412 сцен Sentinel-2, обеспечивающая в среднем 7–8 безоблачных наблюдений в год на каждый пиксель.

Пороговые значения индексов подбирались на основе анализа распределений по репрезентативным участкам и сопоставления с визуальной интерпретацией композитов. Для водных объектов использовались значения NDWI/MNDWI выше 0,30, для фоновых тундровых ландшафтов – отрицательные или малые положительные значения [7]. Диапазоны NDVI позволяли дифференцировать мало и хорошо озелененные участки, зоны деградации растительного покрова и «озеленяющиеся» участки, связанные с сукцессией в дренированных котловинах [8].

Результаты исследования и их обсуждение

По материалам мультиспектральных и тепловых снимков на территории полигона идентифицировано, что за 2000–2025 гг. присутствует общий тренд к небольшому сокращению водной поверхности. Суммарная площадь озер уменьшилась примерно на 0,26–0,28 % от исходной площади. Средняя скорость сокращения площади озер по полигону составляет около 0,19 км² в год.

Несмотря на малую относительную величину потерь, пространственное распределение трендов носит выражено неоднородный характер. Применение LandTrendr к рядам NDWI показало, что около двух третей озер демонстрируют устойчивый отрицательный тренд площади, еще около четверти фактически стабильны и лишь порядка десятой части водоемов увеличиваются.

Термокарстовые озера ожидаемо демонстрируют самые низкие значения температуры за счет высокой теплоемкости воды и испарительного охлаждения [9]. При этом мелководные, активно прогреваемые озера и озера с интенсивной береговой термоабразией имеют температуру на 1,5–3 °C выше, чем глубокие, что указывает на возможное формирование подоцерных таликов.

Особое внимание привлекают техногенно-нарушенные территории. Город Салехард и прилегающие к нему промышленные площадки формируют устойчивый «остров тепла»: средняя температура здесь на несколько градусов выше фоновой тундры (табл.). Вдоль автомобильных дорог и магистральных трубопроводов выделяются линейные температурные аномалии шириной десятки-сотни метров, отражающие разрушение теплоизолирующего растительного покрова и переуплотнение грунтов [10, 11].

Таблица – Динамика ключевых показателей состояния мерзлотных ландшафтов и температурных характеристик для района Салехарда

Показатель	Изменение 2000–2025 (%)	Скорость изменения (%/год)	Прогнозируемое изменение 2025–2035 (%)
Площадь термокарстовых озер, км ²	–0,26 до –0,28	–0,010 до –0,011	–0,24 до –0,29
Средний NDWI термокарстовых озер	–4,0 до –4,4	–0,16 до –0,18	–2,3 до –4,2
Средний NDVI тундры	+10,5 до +10,8	+0,42 до +0,43	+4,8 до +6,5
Средняя летняя температура термокарстовых озер, °C	+5,9 до +6,6	+0,24 до +0,26	+4,0 до +5,4
Средняя летняя температура тундры, °C	+3,3 до +3,5	+0,13 до +0,14	+2,2 до +2,8
Средняя летняя температура города Салехард, °C	+6,5 до +7,0	+0,26 до +0,28	+2,6 до +3,4

Источник: составлено авторами по результатам данного исследования

На основании полученных данных был разработан интегральный индекс уязвимости мерзлоты. Данный индекс был рассчитан на основе совокупности геоэкологических и спутниковых показателей, позволил разделить территорию на несколько классов риска для инфраструктуры.

Разработанный интегральный индекс уязвимости мерзлоты, основанный на совокупности нормализованных показателей, позволяет дифференцировать территорию на четыре класса состояния, отражающие последовательные стадии трансформации криологических ландшафтов. К стабильной мерзлоте (0–25 баллов) относятся участки устойчивой тундры с ненарушенным, многолетним стабильным растительным покровом, минимальной долей открытой воды и переувлажненных участков, а также слабо изменяющимися во времени температурами поверхности. Здесь признаки деградации практически не фиксируются ни по спектральным индексам, ни по трендовому анализу.

Зона низкой уязвимости (25–50 баллов) характерна для территорий с умеренным антропогенным воздействием, сезонно-паводковыми водами, пойменными и слабодренированными участками, а также небольших водных объектов. В этих условиях наблюдаются начальные, локальные проявления термокарста и частичное изменение растительного покрова. Однако его теплоизолирующая функция еще в значительной мере сохраняется, а отрицательные тренды NDVI и рост температуры поверхности носят сдержанный характер.

Умеренная уязвимость (50–75 баллов) проявляется в геосистемах, более подверженных к изменению: на акваториях крупных озер и руслах рек, вокруг устойчивых водно-болотных комплексов, в пределах населенных пунктов, промышленных и транспортно-технических объектов. Для этих территорий характерны выраженные колебания NDVI, рост водонасыщенности по NDWI, трансформация термокарстовых озер, а также устойчивое повышение температуры поверхности, фиксируемое по многолетним рядам спутниковых наблюдений.

Высокая уязвимость (>75 баллов) соответствует критическому состоянию мерзлоты, когда растительный покров сильно деградирован или неестественно увеличен, активно развивается термокарстовый и оползневой рельеф, а температурные аномалии достигают экстремальных значений. Такие участки, как правило, пространственно связаны с интенсивно освоенными территориями и объектами капитального строительства, что обуславливает максимальные инфраструктурные риски.

Наиболее критичные зоны сконцентрированы: внутри и вокруг городской застройки Салехарда, в районах плотной застройки с исторически сложной мерзлотной обстановкой; вдоль участков магистральных газопроводов, пересекающих активные оползни таяния и термокарстовые понижения; на отдельных отрезках автомобильных дорог, проложенных по переувлажненным и термочувствительным грунтам [12].

Пороговые значения 25, 50 и 75 баллов выбраны по эмпирическому распределению значений индекса в среде Google Earth Engine. При обработке полученных данных отчетливо выделяются естественные рубежи между стабильными и деградирующими ландшафтами, переходом от слабой к явной деградации и выходом к критическим состояниям, что обеспечивает статистически обоснованную и физически интерпретируемую градацию уязвимости мерзлоты.

Для критических зон (высокие значения индекса уязвимости при непосредственной близости к объектам капитального строительства) прогнозируется значительный рост вероятности деформаций и аварий в ближайшие десятилетия при сохранении текущих темпов потепления [13]. Более обширные территории с высоким и умеренным риском требуют усиленного мониторинга и учета в градостроительной политике и планировании развития транспортной сети.

Высокая уязвимость многолетнемерзлых пород к деградации вблизи озер и других водных объектов обусловлена накоплением солнечной энергии в теплый период и формированием положительного теплового аномального поля в придонной зоне [14]. Это способствует развитию подозерных таликов и прогрессирующему проттаиванию криогенных толщ под озерами и в прибрежных участках. Дополнительно береговая термоабразия и колебания уровня воды приводят к механическому разрушению льдистых грунтов, формированию обрывистых берегов. В результате зоны, прилегающие к термокарстовым озерам и речным долинам, выступают «фокусами» концентрированного теплового и гидрологического воздействия, где мерзлота разрушается быстрее, чем на фоновых участках тундры, что и определяет их повышенную геокриологическую и инфраструктурную уязвимость [15].

Сравнение выявленных закономерностей с региональными оценками по всему Ямалу показывает хорошее совпадение общих трендов: умеренное сокращение площади озерного зеркала, быстрый рост площади активных форм термоденудации и локализованный характер наиболее интенсивной деградации в зонах сочетания неблагоприятных природных и техногенных факторов [16]. Это подтверждает репрезентативность полученных результатов и обоснованность использования дистанционного мониторинга в качестве одного из базовых инструментов управления рисками в криолитозоне.

Заключение

Комплексный анализ мультиспектральных и тепловых спутниковых данных Landsat и Sentinel для южной части ЯНАО и окрестностей Салехарда за период 2000–2025 гг. позволил получить целостное представление о современных тенденциях деградации многолетнемерзлых пород и связанных с этим инфраструктурных рисках. Основные результаты можно сформулировать следующим образом:

1. За 25-летний период зафиксировано небольшое, но статистически устойчивое сокращение суммарной площади термокарстовых озер при одновременном формировании новых мелких водоемов. Сокращение площади озер сопровождается активным «озеленением» дренированных котловин, что отражает существенную перестройку гидрологического режима и растительного покрова.

2. Анализ температурных полей поверхности показал наличие устойчивых «горячих точек» деградации мерзлоты, приуроченных к урбанизированным территориям, промышленным площадкам и линейной инфраструктуре. Повышение температуры на 4–7 °C относительно фоновой тундры в таких зонах указывает на существенно искаженный тепловой режим грунтов и необходимость специальных инженерных решений.

3. Временные ряды NDVI подтверждают общий тренд «озеленения» Арктики, однако рост растительности носит фрагментарный и часто компенсаторный характер, связан с сукцессией на дренированных участках. Наряду с этим выявлены зоны устойчивого снижения NDVI, ассоциированные с заболачиванием, развитием термокарстовых форм и антропогенными нарушениями, которые следует рассматривать как индикаторы деградации мерзлоты.

4. Построенная карта интегральной уязвимости мерзлоты и ее сопоставление с инфраструктурой позволили выделить зоны критического и высокого риска для городов, линейных сооружений и объектов промышленности. Для таких зон обоснована необходимость организации постоянного мониторинга (совмещение спутниковых данных и наземных наблюдений), применения адаптивных геотехнических решений, а также ограничения нового строительства без специальных инженерных мероприятий.

Результаты работы демонстрируют высокую эффективность методов дистанционного зондирования Земли для крупномасштабного мониторинга состояния криолитозоны и могут служить научной основой для создания региональной системы наблюдений за деградацией вечной мерзлоты в ЯНАО. Используемая методика легко масштабируется на другие арктические регионы и может быть интегрирована в практику территориального планирования, проектирования и эксплуатации инфраструктуры в условиях изменяющегося климата.

Список литературы

1. Попов А. И. Криолитология: учебное пособие / А. И. Попов, Г. Э. Розенбаум, Н. В. Тумель; под ред. А. И. Попова. Москва: Изд-во МГУ, 1985. 239 с.
2. Мельников П. И. Общее мерзлотоведение (Криолитология) / П. И. Мельников, А. И. Кондратьева. Москва: Изд-во МГУ, 1998. 264 с.
3. Ульрих С. С. Сезонное промерзание грунтов и их взаимодействие с фундаментами зданий / С. С. Ульрих, В. И. Пусков; Госстрой СССР. Краснояр. «Промстройинипроект». Красноярск: Книжное изд-во, 1965. 167 с.
4. Шеин Н. С. Мониторинг динамики деформаций и влажности грунта на территории Иреляхского дробного полигона по данным Sentinel 1 и Landsat / Н. С. Шеин, С. А. Тихонова, Г. П. Стручкова, Т. А. Капитонова, Л. Е. Тарская // Горная промышленность. 2025. Т. 04S. С. 104–111.
5. Симонова К. И. Использование спектральных индексов для мониторинга криогенных процессов в тундре / К. И. Симонова, Н. В. Цыркунова // Исследования Земли из космоса. 2024. № 2. С. 18–35.
6. Сыроежко М. Ю. Спектральные характеристики трансформированных ландшафтов севера Красноярского края на данных съемки Landsat / М. Ю. Сыроежко, Е. И. Пономарев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: материалы 22-й Международной конференции. Москва: ИКИ РАН, 2024. С. XXII. В. 198.
7. Болшаник П. В. Трансформация мерзлотных ландшафтов ЯНАО под влиянием климатических и техногенных факторов / П. В. Болшаник, Т. И. Мухаммедьянов // Криосфера Земли. 2019. Т. XXIII, № 3. С. 44–56.
8. Архипов С. А. Полигональная тундра полуострова Ямал: морфология, распространение и динамика ледяных клиньев / С. А. Архипов, В. П. Кольчугин // Криосфера Земли. 2016. Т. XX, № 2. С. 23–35.
9. Корниенко С. Г. Динамика озер полуострова Ямал (1988–2019 г.): анализ по данным спутникового дистанционного зондирования // Криосфера Земли. 2023. Т. XXVII, № 1. С. 52–67.
10. Лихачева Э. А. Эколого-географический анализ и оценка природно-антропогенных рисков на урбанизированных территориях / Э. А. Лихачева, И. В. Чеснокова, Г. М. Черногаева; под ред. В. М. Котлякова. // Инновационные и интегральные процессы в регионах и странах СНГ. Москва: Медиа-Пресс, 2011. С. 38–48.
11. Шац М. М. Роль техногенеза в современной динамике мерзлых толщ горных пород / М. М. Шац, С. И. Сериков, Ю. Б. Скачков // Климат и природа. 2017. № 4 (25). С. 3–16.
12. Пономарева Т. В. Тепловое состояние нарушенных почв в криолитозоне Сибири на основе дистанционных данных и численного моделирования / Т. В. Пономарева, Е. И. Пономарев, К. Ю. Литвинцев и др. // Вычислительные технологии. 2022. Т. 27, № 3. С. 16–35. URL: <http://www.ict.nsc.ru/jct/get-file.php?id=2071>. DOI 10.25743/ICT.2022.27.3.003.
13. Васильев А. А. Деградация многолетней мерзлоты: результаты длительного геофизиологического мониторинга в западном секторе Российской Арктики / А. А. Васильев, А. Г. Гравис, А. А. Губарков, Д. С. Дроздов и др. // Криосфера Земли. 2020. Т. XXIV, № 2. С. 15–30. URL: <https://earthcryosphere.ru/arch/2020-2/2020-2-15-30>. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2020-2(15-30).
14. Полищук Ю. М. Изучение динамики термокарстовых озер Западно-Сибирской Арктики на основе анализа временных рядов спутниковых измерений / Ю. М. Полищук, М. А. Куприянов // Вестник ЮГУ. 2022. № 3 (66). С. 137–144. URL: <https://vestnikugrasu.org/byusu/article/view/111786>. DOI: 10.18822/byusu202203137-144.
15. Савинцев И. А. Инженерно-геологические условия долинных областей криолитозоны ЯНАО и их техногенная трансформация: дис. ... канд. геол.-минерал. наук / И. А. Савинцев. Москва, 2014. 198 с.
16. Нефедова Е. А. Континентальная многолетняя мерзлота / Е. А. Нефедова, О. А. Анисимов, Ю. А. Анохин и др. // Методы оценки последствий климатических изменений для физических и биологических систем. Москва: Росгидромет, 2007. С. 301–350.

References

1. Popov A. I., Rosenbaum G. E., Tumel N. V. *Cryolithology: textbook*. Edited by A. I. Popov. Moscow: Publishing House of Moscow State University; 1985:293 (In Russ.).
2. Melnikov P. I., Kondratieva A. I. *General permafrost science (Cryolithology)*. Moscow: Publishing House of Moscow State University; 1998:264 (In Russ.).
3. Ulrich S. S., Puskov V. I. *Seasonal freezing of soils and their interaction with building foundations*; Gosstroy USSR. Krasnoyarsk. Promstroyniiproekt. Krasnoyarsk: Book Publishing House; 1965:167 (In Russ.).
4. Shein N. S., Tikhonova S. A., Struchkova G. P., Kapitonova T. A., Tarskaya L. E. Monitoring of the dynamics of deformations and soil moisture in the territory of the Irelakhsy dredging test site using Sentinel 1 and Landsat data. *Mining Industry*. 2025;04S:104–111 (In Russ.).
5. Simonova K. I., Tsyvkunova N. V. Use of spectral indices for monitoring of cryogenic processes in the tundra. *Research of the Earth from Space*. 2024;2:18–35 (In Russ.).
6. Syroezhko M. Yu., Ponomaryov E. I. Spectral characteristics of transformed landscapes of the north of Krasnoyarsk Krai on Landsat data. *Modern problems of remote sensing of the Earth from space: materials of the 22nd international conference*. Moscow: IKI RAS; 2024:XXII.B.198 (In Russ.).
7. Bolshanyk P. V., Mukhamedyanov T. I. Transformation of permafrost landscapes of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug under the influence of climatic and technogenic factors. *Earth's cryosphere*. 2019;XXIII;3:44–56 (In Russ.).
8. Arkhipov S. A., Kolchugin V. P. Polygonal tundra of the Yamal peninsula: morphology, distribution, and dynamics of ice wedges. *Cryosphere of the Earth*. 2016;XX;2:23–35 (In Russ.).

9. Kornienko S. G. Dynamics of lakes on the Yamal peninsula (1988–2019): analysis based on satellite remote sensing data. *Cryosphere of the Earth*. 2023;XXVII;1:52–67 (In Russ.).
10. Likhacheva E. A., Chesnokova I. V., Chernogaeva G. M.; edited by V. M. Kotlyakov. Ecological and geographical analysis and assessment of natural and anthropogenic risks in urbanized territories. *Innovative and integrative processes in the regions and countries of the CIS*. Moscow: Media-Press; 2011:38–48 (In Russ.).
11. Shats M. M., Serikov S. I., Skachkov Yu. B. The role of technogenesis in the modern dynamics of frozen rock masses. *Climate and Nature*. 2017;4(25):3–16 (In Russ.).
12. Ponomareva T. V., Ponomarev E. I., Litvintsev K. Yu., et al. Thermal state of disturbed soils in the permafrost zone of Siberia based on remote sensing data and numerical modeling. *Computational Technologies*. 2022;27;3:16–35. URL:<http://www.ict.nsc.ru/jct/getfile.php?id=2071>. DOI: 10.25743/ICT.2022.27.3.003 (In Russ.).
13. Vasilyev A. A., Gravis A. G., Gubarkov A. A., Drozdov D. S., et al. Degradation of permafrost: results of long-term geocryological monitoring in the western sector of the Russian Arctic. *Earth's cryosphere*. 2020; XXIV; 2:15–30. URL: <https://earthcryosphere.ru/arch/2020-2/2020-2-15-30>. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2020-2(15-30) (In Russ.).
14. Polishchuk Yu. M., Kupriyanov M. A. Study of the dynamics of thermokarst lakes in the west-siberian Arctic based on the analysis of time series of satellite measurements. *Bulletin of Yuggu*. 2022;3(66):137–144. URL:<https://vestnikugrasu.org/byusu/article/view/111786>. DOI: 10.18822/byusu202203137-144 (In Russ.).
15. Savintsev I. A. *Engineering-geological conditions of the valley areas of the permafrost zone of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug and their technogenic transformation: dis... cand. geol.-min. sciences*. Moscow; 2014:198 (In Russ.).
16. Nefedova E. A., Anisimov O. A., Anokhin Yu. A. et al. Continental permafrost. *Methods for assessing the consequences of climate change for physical and biological systems*. Moscow: Rosgidromet; 2007:301–350 (In Russ.).

Информация об авторах

Чернов Н. Д. – магистрант кафедры географии;
Луговской А. М. – доктор географических наук, профессор кафедры географии.

Information about the authors

Chernov N. D. – Master's student of the Department of Geography;
Lugovskoy A. M. – Doctor of Sciences (Geographical), Professor, Department of Geography.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 06.02.2026; одобрена после рецензирования 18.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 06.02.2026; approved after reviewing 18.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

*Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 37–42.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):37–42 (In Russ.).*

Научная статья

УДК 504.75

<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.006>

ВЛИЯНИЕ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ДИНАМИКУ СУКЦЕССИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ г. МОСКВЫ

Шакиров Рустам Равилович¹, Яковлев Николай Сергеевич², Луговской Александр Михайлович³✉

Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

¹rustam-shakirov00@inbox.ru

²swearberry1@gmail.com

³alug1961@yandex.ru ✉

Аннотация. В статье исследуется влияние микроклиматических изменений, индуцированных феноменом городского острова тепла (Urban Heat Island, УИ), на сукцессионную динамику растительных сообществ особо охраняемых природных территорий Москвы, а также на структуру прилегающих локальных геосистем городской среды. Особое внимание уделяется пространственной неоднородности микроклиматических полей УИ, формирующей мозаичность, контрастность границ и конфигурацию локальных геосистем (компонентный состав, соотношение урочищ, тепловой и влагообменный баланс). Актуальность работы обусловлена совокупностью взаимосвязанных глобальных и региональных вызовов: интенсивной урбанизацией как драйвера изменений окружающей среды, специфической ролью особо охраняемых природных территорий в мегаполисе как рефугиумов биоразнообразия, испытывающих сильное периферийное воздействие, и необходимости разработки научно обоснованных подходов к их сохранению в условиях антропогенного прессинга. В статье представлен анализ нелинейного, синергетического и кумулятивного характера взаимосвязи глобального потепления и городского теплового режима, ведущего к учащению экстремальных событийных процессов. Подробно рассмотрен феномен УИ как фактор трансформации фитоценозов, включая его количественные характеристики и дифференцированное воздействие на интразональные, аazonальные и экстраazonальные ландшафты и структурные характеристики локальных геосистем. Дана характеристика особо охраняемых природных территорий Москвы как рефугиумов, претерпевающих глубокую внутреннюю трансформацию сукцессионной динамики под воздействием УИ. На основе геоэкологического подхода предложена комплексная программа управления сукцессионными процессами, включающая экологические (биотехнические), экономические, правовые, управленческие и социальные механизмы, направленная на поддержание природной ценности особо охраняемых природных территорий с учетом особенностей структуры окружающей природно-антропогенной мозаики. Сформулированы конкретные задачи исследования: выявление пространственных закономерностей микроклимата, оценка стадийности сукцессий, установление связей между параметрами микроклимата и индикаторами сукцессий, разработка модели микроклиматической уязвимости и обоснование системы управленческих мероприятий.

Ключевые слова: урбанизация, городской остров тепла (УИ), микроклимат, особо охраняемые природные территории, сукцессионные процессы, фитоценозы, биоразнообразие, инвазионные виды, рефугиумы, геоэкологическое управление, адаптация экосистем, структура локальных геосистем

Для цитирования: Шакиров Р. Р., Яковлев Н. С., Луговской А. М. Влияние микроклиматических изменений на динамику сукцессионных процессов особо охраняемых природных территорий г. Москвы // Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 37–42. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.006>.

INFLUENCE OF MICROCLIMATIC CHANGES ON THE DYNAMICS OF SUCCESSION PROCESSES IN MOSCOW'S PROTECTED AREAS

Rustam R. Shakirov¹, Nikolay S. Yakovlev², Alexander M. Lugovskoy³✉

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

¹rustam-shakirov00@inbox.ru

²swearberry1@gmail.com

³alug1961@yandex.ru ✉

Abstract. The article investigates the impact of microclimatic changes induced by the Urban Heat Island (UHI) phenomenon on the successional dynamics of plant communities in Moscow's specially protected natural areas, as well as on the structure of adjacent local geosystems. Particular attention is paid to the spatial heterogeneity of UHI microclimatic fields, which shapes the patchiness, boundary contrast, and configuration of local geosystems (component composition, ratio of facets, thermal and moisture exchange balance). The relevance of the work is determined

by a combination of interrelated global and regional challenges: intensive urbanization as a driver of environmental change, the specific role of specially protected natural areas in the metropolis as biodiversity refugia experiencing strong peripheral impact, and the need to develop scientifically based approaches to their conservation under anthropogenic pressure. The paper presents an analysis of the non-linear, synergistic and cumulative nature of the relationship between global warming and the urban thermal regime, leading to an increase in extreme event processes. The UHI phenomenon as a factor in the transformation of phytocenoses is considered in detail, including its quantitative characteristics and differentiated impact on intrazonal, azonal and extrazonal landscapes and structural characteristics of local geosystems. The characteristics of Moscow's specially protected natural areas as refugia undergoing deep internal transformation of successional dynamics under the influence of UHI are given. Based on a geocological approach, a comprehensive program for managing succession processes is proposed, including environmental (biotechnical), economic, legal, managerial and social mechanisms aimed at maintaining the natural value of specially protected natural areas taking into account the characteristics of the surrounding natural-anthropogenic mosaic structure. Specific research tasks are formulated: identifying spatial patterns of microclimate, assessing the stages of succession, establishing relationships between microclimate parameters and succession indicators, developing a model of microclimatic vulnerability and substantiating a system of management measures.

Keywords: urbanization, urban heat island (UHI), microclimate, specially protected natural areas, succession processes, phytocenoses, biodiversity, invasive species, refugia, geocological management, ecosystem adaptation, structure of local geosystems

For citation: Shakirov R. R., Yakovlev N. S., Lugovskoy A. M. Influence of microclimatic changes on the dynamics of succession processes in Moscow's protected areas. *Geology, Geography and Global Energy*. 2026; 2(101):37–42. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.006> (In Russ.).

Введение

Актуальность исследования микроклиматических изменений на динамику сукцессионных процессов определяется совокупностью трех взаимосвязанных глобальных и региональных вызовов: интенсивной урбанизации как драйвера изменений окружающей среды, специфической ролью природных особо охраняемых территорий в мегаполисе и необходимостью разработки научно обоснованных подходов к их сохранению в условиях антропогенного прессинга. Современный этап развития человечества характеризуется беспрецедентной концентрацией населения в городах. Москва как один из крупнейших мегаполисов мира является мощным преобразователем природной среды. Учитывая ее рост и развитие, необходимо отметить влияние города на окружающую среду и на нетронутые островки природы, которые еще остались в его пределах. Урбанизация приводит не только к прямой фрагментации и уничтожению природных ландшафтов, но и к формированию специфических антропогенных физических полей, среди которых ключевую роль играет городской микроклимат. Феномен «городского острова тепла» (Urban Heat Island – UHI), нарушения ветрового и гидрогеологического режимов создают в границах мегаполиса условия, неаналоговые для природных зон. Эти изменения носят не фоновый, а локально-детерминированный характер, формируя мозаику микроклиматических ячеек, оказывающих прямое воздействие на все биотические компоненты экосистем. Таким образом, изучение микроклимата перестает быть задачей лишь физической географии, становясь центральной геоэкологической проблемой, определяющей функционирование уцелевших природных комплексов в городе.

Специфика особо охраняемых природных территорий в мегаполисе состоит в формировании рефугиумов биоразнообразия, испытывающих сильное периферийное воздействие. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) в Москве выполняют критически важные средообразующие, рекреационные и биоценотические функции, являясь основными рефугиумами – убежищами биологического и ландшафтного разнообразия. Однако, будучи юридически изолированными, в реальности они подвергаются интенсивному периферийному (краевому) воздействию со стороны окружающей урбанизированной матрицы. Воздействие проявляется как в биотических сдвигах сукцессий внутри ООПТ, так и в изменении структуры окружающей природно-антропогенной мозаики – микроклиматические градиенты UHI формируют резкие переходы температуры-влажности на границах «застройка – лес», усиливая фрагментацию и контрастность локальных геосистем. Это воздействие носит комплексный характер: химическое (загрязнение воздуха, почв), физическое (шум, вибрация, рекреационная нагрузка) и, что особенно важно, микроклиматический пресс. Градиенты температуры, влажности и инсоляции, возникающие на границе «застройка – лесной массив» или вдоль автотрасс, проникающих через ООПТ, действуют как невидимый фильтр, изменяющий условия среды на значительном удалении от самого источника воздействия. В результате внутренние процессы в экосистемах ООПТ (циклы веществ, динамика популяций) протекают в условиях, существенно отличающихся от естественных. Это ставит под вопрос их устойчивость и способность к самоподдержанию, превращая ООПТ из замкнутых систем в открытые и высокочувствительные к внешним воздействиям.

Необходимо управление сукцессионными процессами для поддержания природной ценности ООПТ, так как в естественных условиях сукцессии являются механизмом их саморегуляции

и развития. В изолированных городских ООПТ естественный ход сукцессий нарушается. Микроклиматические аномалии могут выступать как катализатор или ингибитор этих процессов: провоцировать ускоренное усыхание влаголюбивых видов, стимулировать рост теплолюбивой адвентивной флоры, изменять скорость зарастания открытых пространств. Это ведет к непредсказуемым отклонениям в развитии экосистем, их упрощению, снижению биоразнообразия и, в конечном итоге, к потере тех ценных качеств, ради которых территория получила охранный статус (например, превращение видовой луга в заросли клена американского или деградация мезофитного леса). В этих условиях стратегия полного невмешательства («заповедности») часто оказывается недостаточной. Возникает насущная потребность в научно обоснованном управлении сукцессиями, основанном на глубоком понимании движущих их факторов. Управление должно быть направлено не на остановку, а на корректировку вектора и скорости сукцессионных изменений для поддержания целевых параметров экосистем (биоразнообразие, структурная сложность, устойчивость).

Таким образом, актуальность исследования заключается в разрешении существующего противоречия между необходимостью сохранения биологического разнообразия и естественных функций ООПТ мегаполиса и отсутствием системных знаний о том, как микроклиматические изменения, индуцированные городской средой, трансформируют ключевой механизм их развития – сукцессионные процессы. Полученные результаты позволяют перейти от пассивной констатации изменений к прогнозу и активному геоэкологическому управлению природными комплексами Москвы, обеспечив их долгосрочную устойчивость в условиях растущего антропогенного давления. Это соответствует как приоритетам фундаментальной науки – развитие теории урбоэкологии и сукцессий, так и практическим задачам экологической политики крупнейшего российского мегаполиса.

Цель работы заключается в выявлении степени влияния микроклиматических изменений на динамику сукцессионных процессов ООПТ г. Москвы. Для достижения поставленной цели были поставлены задачи: выявить генезис тепловых островов и определить влияние городского теплового режима на фитоценозы; рассмотреть особенности микроклимата г. Москвы и обозначить его прямое и косвенное влияние на ООПТ города; выстроить стратегию управления сукцессионными процессами для поддержания природной ценности ООПТ Москвы на основе геоэкологического подхода.

Методы и полигон исследования

Основными методами исследования, которые применялись в данной работе, выступали анализ и синтез результатов исследований наших предшественников. Это позволило по-новому взглянуть на влияние микроклимата на состояние ООПТ г. Москвы. В свою очередь был обозначен вектор решения проблем, связанный с бесконтрольными сукцессионными процессами, в результате которых происходит исчезновение естественных для данной территории растительных сообществ. Для анализа структуры локальных геосистем предлагается использовать ГИС-методы картирования тепловых полей (LST), ландшафтно-структурный анализ метрик мозаичности (FRAGSTATS) и корреляционный анализ связей между микроклиматическими градиентами и показателями пространственной организации геосистем. Работа над поставленными задачами проводилась в рамках изучения ООПТ Москвы, к которым относятся Национальный парк «Лосиный остров», памятник природы «Серебряный бор», историко-архитектурный и природно-ландшафтный музей-заповедник «Коломенское» и «Царицыно».

Результаты исследования и их обсуждение

Взаимосвязь глобального потепления, городского теплового режима и событийных процессов в мегаполисе носит нелинейный, синергетический и кумулятивный характер. Глобальное потепление не просто накладывается на городской остров тепла (UHI), а взаимно усиливается с ним, создавая уникальную среду для развития экстремальных событийных процессов, которые в естественных условиях были бы редки или невозможны.

Базовыми механизмами взаимодействия являются:

- глобальное потепление как фон: повышение фоновой температуры планеты служит повышенным базовым уровнем, на котором формируется городской микроклимат;
- UHI как локальный усилитель: городская среда трансформирует глобальный тренд в локальную климатическую экстремальность, а город выступает как «ловушка» тепла.

Особенности теплового режима города в условиях меняющегося климата состоят в усилении интенсивности и продолжительности UHI – волны жары в городе становятся чаще, длиннее и интенсивнее; изменении сезонности – более раннее начало и позднее окончание периода интенсивного проявления UHI; формировании «тепловых ловушек» – замкнутые урбанизированные пространства превращаются в стабильные очаги экстремального перегрева. В свою очередь

это накладывает отпечаток на здоровье жителей Москвы, повышая при этом смертность в период погодных экстремумов [3, 4].

Развитие событийных процессов как следствие этой взаимосвязи проявляется в тепловых и гидрологических событиях. Мегаволны жары вызывают массовую гибель термочувствительных видов, тепловой стресс древостоя, создают условия для пожаров. Конвективные ливни и урбанистические паводки приводят к эрозии, загрязнению водоемов, механическим повреждениям растительности в ООПТ. Зимние оттепели и ледяные дожди вызывают образование ледяной корки, повреждение корневых систем, нарушение зимней спячки животных.

Биотические событийные процессы состоят во всплесках численности вредителей – удлинение теплого сезона позволяет вредителям давать дополнительное поколение за год; инвазионных «рывках» – тепловые экстремумы выступают фильтром, способствуя захвату ниш инвазионными видами, и фенологических сбоев, когда ранняя весна, индуцированная УНІ, приводит к разрыву трофических связей.

Отдельные событийные процессы накладываются друг на друга, создавая петли положительной обратной связи, снижающие устойчивость экосистем ООПТ. Взаимосвязь глобального потепления и городского теплового режима трансформирует климатический сигнал в серию учащающихся экстремальных событий. Для ООПТ мегаполиса это означает переход от относительно плавных сукцессионных изменений к прерывисто-событийной динамике, управляемой катаклизмами.

Феномен городского острова тепла как устойчивая климатическая аномалия, выступающая в качестве мощного антропогенного экологического фильтра, радикально меняющего условия среды для фитоценозов, имеет следующие особенности:

1. Количественные характеристики УНІ, значимые для фитоценозов, – амплитуда температурной аномалии: в Москве разница среднегодовых температур между центром и природным окружением составляет 1,5–3,5 °С. В безветренные ясные ночи разница может достигать 5–10 °С. Пространственная структура проявляется в наличии резких микроклиматических градиентов на границах ООПТ. Временная динамика УНІ приводит к продлению безморозного периода на 10–20 дней и более раннему началу вегетации.

2. Влияние УНІ на фитоценозы через изменение абиотических факторов выражается как тепловой стресс и испарение, что приводит к физиологической засухе; изменение режима влажности, сопровождающееся появлением «острова сухости»; модификация снежного покрова и косвенные эффекты в форме интенсификации фотохимического смога.

3. Связь воздействия УНІ с типами ландшафтов состоит в трансформации фитоценозов:

– интразональные ландшафты наиболее уязвимые: поймы, болота. УНІ атакует ключевой формирующий фактор – водный режим, приводя к ксерофитизации и деградации гигрофитных сообществ;

– аazonальные трансформируемые ландшафты: песчаные террасы, карьеры. УНІ усиливает тепловой и водный стресс, приводя к упрощению структуры сосновых боров и инвазии ксеротермных видов;

– экстразональные меняющие зональный облик ландшафты: участки луговых степей. УНІ имитирует условия более южной зоны, выступая катализатором для экспансии степных комплексов и проникновения лесостепных видов.

Под воздействием УНІ происходит сдвиг спектра жизненных форм в сторону увеличения доли ксеромезофитов, термофилов, адвентивных и рудеральных видов. Происходит размывание зональных границ и формирование урбанизированных антропогенных аналогов природных фитоценозов.

В Москве ООПТ выполняют уникальную функцию антропогенных рефугиумов, однако их естественная сукцессионная динамика претерпевает глубокие трансформации под воздействием УНІ:

1. Биоценотический резерват: сохранение коренных фитоценозов и популяций видов-индикаторов.

2. Ландшафтно-экологический каркас: сохранение типологического разнообразия урочищ и поддержание естественных гидрологических функций.

3. Изменение вектора и скорости сукцессий: ускорение темпов, смена доминирования в пользу теплолюбивых видов, «заморозка» сукцессий адвентивными видами, что хорошо представлено в работе Д. В. Лежнева, С. А. Короткова, которые утверждают смену бориальных лесов неморальными [2].

4. Трансформация структуры фитоценозов: изменение ярусности, нарушение возобновления коренных пород, усиление краевого эффекта.

5. Перестройка видового состава: в хвойных лесах – ослабление ели и внедрение липы, клена; в широколиственных – распространение клена ясенелистного; на лугах – замещение разнотравья ксерофитными комплексами.

Следствия для функционирования рефугиумов выражаются в эрозии уникальности – потери зонального облика, биотическая гомогенизация; в снижении устойчивости и повышении уязвимости к вторичным угрозам; в двойственной роли – ООПТ становятся «плацдармами» для натурализации инвазивных видов.

Для сохранения целевых функций ООПТ необходимо активное адаптивное управление, включающее подавление инвазий, поддержание водного режима и, возможно, помощь в переселении уязвимых зональных видов. Программа управления сукцессионными процессами для поддержания природной ценности ООПТ Москвы на основе геоэкологического подхода состоит в переходе от стратегии пассивной консервации к стратегии активного адаптивного управления.

Структура программы:

1. Блок: экологические (биотехнические) механизмы:
 - мониторинг и оценка: создание сети микроклиматического мониторинга, картирование сукцессионных стадий;
 - прямые сукцессионные интервенции: регулируемые нарушения, селективное удаление инвазивных видов, поддержание открытых пространств, «помощь в миграции»;
 - микроклиматическая инженерия: создание буферных зеленых зон, водная реабилитация, управление растительным покровом.
 2. Блок: экономические и правовые механизмы:
 - бюджетирование и финансирование: целевая субпрограмма, привлечение внебюджетных средств, оценка экосистемных услуг;
 - правовое и нормативное обеспечение: внесение изменений в Положения об ООПТ и разработка «Стандартов сукцессионного менеджмента».
 3. Блок: управленческие и социальные механизмы:
 - организационная структура: создание «Экологического ситуационного центра ООПТ», разработка «Планов адаптивного управления», внедрение системы «Умный ООПТ»;
 - кадровое обеспечение: подготовка специалистов и создание волонтерских отрядов;
 - экопросвещение и коммуникация: прозрачность и образовательные программы.
- Задачи программы, основанной на принципах адаптивного управления – мониторинг → анализ → планирование → реализация → оценка → корректировка, состоят в:
- 1) выявлении пространственной закономерности формирования микроклимата (температура, влажность, инсоляция) на ключевых ООПТ Москвы и в их охранных зонах;
 - 2) оценке современного состояния и стадийности сукцессионных процессов в основных типах растительных сообществ (лесных, луговых, водноболотных) на модельных ООПТ;
 - 3) установлении статистически значимых связей между параметрами микроклимата и индикаторными показателями сукцессий (видовой состав, спектры жизненных форм, возрастная структура ценопопуляций доминантов, индексы биоразнообразия, темпы зарастания открытых пространств);
 - 4) оценке влияния микроклиматических градиентов УНГ на структурные характеристики локальных геосистем (мозаичность, контрастность границ, связность элементов, конфигурация урочищ);
 - 5) разработке пространственной модели микроклиматической уязвимости сукцессионных систем ООПТ и прилегающих локальных геосистем Москвы;
 - 6) обосновании системы геоэкологических мероприятий по управлению сукцессиями с учетом микроклиматических воздействий для повышения устойчивости и стабильности структуры локальных геосистем ООПТ.

Обсуждение

Москва растет, и ее развитие оказывает влияние на природные участки, которые в настоящее время продолжают испытывать агрессивное воздействие человека. Их деградация предполагает замещение аборигенной растительности нетипичными растениями для данной территории, к которым можно отнести интродуценты и растения неморального биоклиматического пояса. Так отмечается, что в парке «Царицыно» в состав растительных сообществ аборигенов входят инвазивные виды, к которым можно отнести клен ясенелистный и другие деревья. Большинство из них были посажены в период нахождения на данной территории резиденции правящей династии или при организации колхозов и совхозов. Также часть деревьев была посажена в Новейшее время, когда данные парки были облагоустроены [1, 5]. В пределах ООПТ севера Москвы наблюдаются сукцессионные процессы, демонстрирующие смену бореальных лесов растениями неморального биоклиматического пояса, во многом такие явления встречаются в национальном парке «Лосиный остров» и на территории парка «Серебряный бор» [2]. Полномочия

и особенности ООПТ Москвы не позволяют в полной мере избежать сукцессионных процессов, что, в свою очередь, нарушает устойчивость аборигенных фитоценозов.

Учитывая проблемы, которые могут быть вызваны бесконтрольной трансформацией фитоценозов ООПТ Москвы, можно предположить, что в настоящее время возникает необходимость изучить процесс изменения и выявить стратегии создания устойчивой среды. Выявленные нами пути решения могут покрыть ряд рисков, вызванных сукцессией.

Заключение

Таким образом, микроклиматические изменения, обусловленные феноменом городского острова тепла, являются мощным фактором трансформации сукцессионной динамики на ООПТ Москвы. Одновременно УНИ выступает ключевым регулятором структуры локальных геосистем, усиливая пространственную неоднородность и контрастность городской среды на границах различных типов подстилающей поверхности. Это приводит к отклонению естественного хода сукцессий, биотической гомогенизации и снижению устойчивости экосистем. Для сохранения природной ценности ООПТ как рефугиумов биоразнообразия в мегаполисе необходима реализация программ активного адаптивного управления, направленного на коррекцию вектора сукцессионных изменений с учетом выявленных микроклиматических воздействий и особенностей трансформации структуры локальных геосистем. Разработанные в исследовании подходы и рекомендации могут быть применены для управления природными территориями и в других крупных городах.

Список литературы

1. Лозинская А. Определение типичного растительного покрова в парке «Царицыно» / А. Лозинская, Е. Комиссарова, Р. Шакиров // *The Scientific Heritage*. 2021. № 72. С. 3–5.
2. Лежнев Д. В. Неморализация сосновых лесов города Москвы в условиях изменения климата / Д. В. Лежнев, С. А. Коротков // *Экологический мониторинг и моделирование экосистем*. 2025. № 1. С. 10–31.
3. Прядилина (Морозова) А. В. Опыт кластерного анализа снимков в тепловом инфракрасном диапазоне / А. В. Прядилина (Морозова), И. В. Чеснокова // *Геология, география и глобальная энергия*. 2023. № 1 (88). С. 79–86.
4. Ревич Б. А. Риски здоровью российского населения от погодных экстремумов в начале XXI в. Часть 1. Волны жары и холода / Б. А. Ревич, Е. А. Григорьева // *Проблемы анализа риска*. 2021. № 2. С. 12–33.
5. Шарова И. С. Градостроительные ограничения на урбанизированных территориях / И. С. Шарова, Г. В. Крыжановская, М. С. Безуглова // *Геология, география и глобальная энергия*. 2023. № 4 (91). С. 98–103.

References

1. Lozinskaya A. Komissarova E. Shakirov R. Determination of the typical vegetation cover in the Tsaritsyno park. *The Scientific Heritage*. 2021;72:3–5 (In Russ.).
2. Lezhnev D. V., Korotkov S. A. Non-moralization of the pine forests of the city of Moscow in the context of climate change. *Ecological Monitoring and Ecosystem Modeling*. 2025;1:10–31 (In Russ.).
3. Pryadilina (Morozova) A. V., Chesnokova I. V. Experience of cluster analysis of images in the thermal infrared range. *Geology, Geography and Global Energy*. 2023;1(88):79–86 (In Russ.).
4. Revich B. A., Grigorieva E. A. Health risks to the Russian population from weather extremes at the beginning of the 21st century. Part 1. Heat and cold waves. *Risk Analysis Issues*. 2021;2:12–33 (In Russ.).
5. Sharova I. S., Kryzhanovskaya G. V., Bezuglova M. S. Urban planning restrictions in urbanized areas. *Geology, Geography and Global Energy*. 2023;4(91):98–103 (In Russ.).

Информация об авторах

Шакиров Р. Р. – аспирант кафедры географии;
Яковлев Н. С. – аспирант кафедры географии;
Луговской А. М. – доктор географических наук, профессор кафедры географии.

Information about the authors

Shakirov R. R. – Postgraduate Student of the Department of Geography;
Yakovlev N. S. – Postgraduate Student of the Department of Geography;
Lugovskoy A. M. – Doctor of Sciences (Geographical), Professor, Department of Geography.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 06.02.2026; одобрена после рецензирования 18.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 06.02.2026; approved after reviewing 18.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ (ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 43–47.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):43–47 (In Russ.).

Научная статья

УДК 349.412.3

<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.007>

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Антонов Владимир Владимирович^{1✉}, Гура Дмитрий Андреевич²

^{1, 2}Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

²Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

¹Exp.antonov@mail.ru✉

²gda-kuban@mail.ru

Аннотация. В статье проведен комплексный анализ процессов цифровой трансформации земельно-имущественного комплекса Российской Федерации в контексте реализации национальных проектов и государственных программ. Исследованы ключевые технологические решения – геоинформационные системы, технологии информационного моделирования зданий (BIM), методы дистанционного зондирования Земли, алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения. Особое внимание уделено анализу нормативно-правовой базы создания Национальной системы пространственных данных и ее роли в формировании единого цифрового пространства. Выявлены системные проблемы, препятствующие эффективной цифровизации отрасли, и предложены направления их решения. Национальная система пространственных данных, кадастровая деятельность, пространственные данные – все это важные компоненты современных геоанализов. Определены стратегические перспективы развития цифровых технологий в сфере управления земельными ресурсами и объектами недвижимости до 2030 г.

Ключевые слова: цифровизация процессов, недвижимость и земельные участки, изменение владения недвижимостью, регистрация недвижимости, геоинформационные системы, BIM, искусственный интеллект

Для цитирования: Антонов В. В., Гура Д. А. Цифровая трансформация земельно-имущественного комплекса Российской Федерации: технологические решения, правовые аспекты и стратегические перспективы // *Геология, география и глобальная энергия.* 2026. № 2 (101). С. 43–47. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.007>.

DIGITAL TRANSFORMATION OF THE LAND AND PROPERTY COMPLEX OF THE RUSSIAN FEDERATION: TECHNOLOGICAL SOLUTIONS, LEGAL ASPECTS AND STRATEGIC PROSPECTS

Vladimir V. Antonov^{1✉}, Dmitrii A. Gura²

^{1, 2}Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

²Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

¹Exp.antonov@mail.ru✉

²gda-kuban@mail.ru

Abstract. The article provides a comprehensive analysis of the digital transformation processes of the Russian Federation's land and property complex in the context of the implementation of national projects and state programs. Key technological solutions are examined, including geographic information systems, building information modeling (BIM) technologies, remote sensing methods, artificial intelligence algorithms, and machine learning. Particular attention is paid to the analysis of the regulatory framework for the creation of the National Spatial Data System and its role in the formation of a unified digital space. Systemic problems hindering the effective digitalization of the industry are identified, and directions for their solution are proposed. The National Spatial Data System, cadastral activities, and spatial data are all important components of modern geodata. Strategic prospects for the development of digital technologies in the field of land and real estate management until 2030 are defined.

Keywords: digitization of processes, real estate and land plots, change of real estate ownership, real estate registration, geographic information systems, BIM, artificial intelligence

For citation: Antonov V. V., Gura D. A. Digital transformation of the land and property complex of the Russian Federation: technological solutions, legal aspects and strategic prospects. *Geology, Geography and Global Energy.* 2026;2(101):43–47. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.007> (In Russ.).

Введение

Необходимо отметить, что земельно-имущественный комплекс играет важную роль в социально-экономическом развитии регионов и обеспечивает экономическую устойчивость, социальное развитие, экологическую безопасность, а также включает рынок недвижимости, градостроительную политику и налоговую базу.

По данным Росреестра на 1 января 2025 г., в Российской Федерации зарегистрировано более 170 млн объектов недвижимости, и общая площадь земельного фонда составляет 1 712,5 млн гектаров, и это без учета внутренних морских вод и территориального моря. Для полного учета объектов требуется применение современных цифровых технологий.

Цель, задачи, материалы и методы исследования

Цель исследования

Важность внедрения цифровых технологий:

1. С учетом сложности традиционных методов обработки информации кадастрового учета и регистрации прав на имущество возникают временные затраты и ошибки.

2. Цифровая разобщенность информационных систем между ведомствами приводит к противоречиям в данных и повторению задач.

3. Национальные проекты России «Жилье и город» и «Цифровая экономика» направлены на улучшение услуг в сфере недвижимости и внедрения цифровых технологий.

Исследование направлено на анализ цифровой трансформации земельно-имущественного комплекса (ЗИК) России с учетом технологических, правовых и организационных аспектов. Основная цель – выявить проблемы и определить перспективы развития данной сферы.

Исследование основано на общенаучных методах познания и специальных методах, таких как сравнительно-правовой анализ, статистический анализ данных и системный подход к оценке технологических решений.

1. Технологический базис цифровой трансформации земельно-имущественного комплекса

Цифровая трансформация ЗИК основана на комплексе технологий, создающих общую информационную инфраструктуру. Рассмотрим основные технологические компоненты этой инфраструктуры.

Геоинформационные системы (ГИС) являются важным инструментом для анализа территорий. Современные ГИС-платформы позволяют объединять различные данные: изучение карт, снимков со спутников и данных из реестров для получения информации. Специалисты отметили, что использование ГИС-технологий в работе Росреестра ускорило обработку запросов на информацию ЕГРН на 40 %.

Переход к трехмерному кадастру играет важную роль, так как двухмерная модель не способна правильно отображать объекты на разных уровнях. Внедрение 3D-кадастра позволит точно определить границы объектов в трехмерном пространстве и устранить конфликты прав на пересекающиеся объекты.

Технологии информационного моделирования зданий (BIM) – это метод создания цифровых моделей зданий, включающих не только геометрические параметры, но и информацию о материалах и инженерных системах. По указанию Правительства РФ, обязательно создавать BIM-модели для объектов, финансируемых из бюджета, что способствует интеграции данных в систему кадастрового учета.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) и беспилотные воздушные суда (БВС) позволяют получать актуальные пространственные данные без необходимости полевых работ. Современные спутники обеспечивают высокое пространственное разрешение до 0,7 метра, что помогает выявлять нарушения законодательства о земле. Применение беспилотных летательных аппаратов позволяет проводить быструю аэрофотосъемку с большой точностью. В 2023 г. в ходе федерального государственного земельного контроля было обнаружено более 150 тысяч нарушений.

Искусственный интеллект и машинное обучение как алгоритмы компьютерного зрения широко применяются в управлении земельными и имущественными ресурсами. Данные алгоритмы позволяют распознавать на снимке объекты с высоты, выявляя незаконные строения недвижимости. Методы машинного обучения используют для создания моделей оценки кадастровой стоимости земель. Точность оценки по отношению к традиционным методам увеличивается на 15–20 % с использованием нейронных сетей.

2. Нормативно-правовое обеспечение цифровой трансформации

Федеральный закон № 218 от 13.07.2015 г. о государственной регистрации недвижимости, а также нормативные акты федерального уровня, стали основой цифровизации ЗИК. Порядок ведения ЕГРН в электронной форме и принцип экстерриториальности оказания услуг устанавливает ФЗ № 218 – и стало возможным подавать документы, имея под рукой компьютер.

Одним из ключевых документов, определяющих развитие отрасли, является государственная программа «Национальная система пространственных данных» (НСПД) Российской Федерации. Она предусматривает создание цифровой платформы, объединяющей информацию об объектах недвижимости, земельных участках, лесах, водах, культурном наследии и других пространственно-распределенных объектах.

Основные показатели НСПД включают:

- до 2030 г. планируется достичь 95 % полноты и достоверности данных в ЕГРН;
- оптимизация процессов кадастрового учета – теперь всего 1 рабочий день;
- гарантированная доступность всех услуг в онлайн-формате;
- связь данных более чем в 50 федеральных информационных системах будет осуществлена.

Федеральный закон № 449-ФЗ устанавливает правовой режим единой электронной картографической основы (ЕЭКО), представляющей собой данные о территории РФ для кадастровых работ.

3. Практика внедрения цифровых технологий: региональный аспект

Анализ цифровизации в регионах России показывает неравномерность процессов. Москва, Московская область, Санкт-Петербург и Татарстан – лидеры цифровой трансформации с комплексными проектами по интеграции геопространственных данных.

В Москве действует Единая автоматизированная информационная система для градостроительной деятельности, которая интегрирует данные из более чем 20 систем. Система позволяет автоматически проверять документацию на соответствие нормам градостроительства, создавать электронные градостроительные планы земельных участков и отслеживать строительство объектов в реальном времени.

В Краснодарском крае внедряется проект по созданию РИПД для интеграции данных о земельных ресурсах сельскохозяйственного назначения, с акцентом на мониторинг использования виноградников. Используя данные ДЗЗ, проводится анализ земель сельскохозяйственного назначения для выявления случаев их неправильного использования.

4. Проблемы цифровой трансформации земельно-имущественного комплекса

Проведенный анализ выявил системные проблемы, которые мешают успешной цифровизации ЗИК:

Проблема 1 – сохраняется проблема неполноты и недостоверности данных ЕГРН. По мнению экспертов, примерно 25 % земельных участков из реестра имеют неопределенные границы. Многие строения не зарегистрированы в кадастре из-за проблем с их учетом, вызванных отсутствием современных технологий в 1990–2000-е гг.

Проблема 2 – отсутствует единая система стандартов обмена пространственными данными. Разные организации используют разные форматы данных, что мешает интеграции информационных систем. Необходимо создать общие стандарты, соответствующие международным требованиям.

Проблема 3 – существует значительный дефицит кадров, обладающих компетенциями на стыке землеустройства, юриспруденции и информационных технологий. Учебные программы высших учебных заведений нуждаются в адаптации к цифровой экономике. Необходимо обновить учебные планы для специальностей «Землеустройство и кадастры», «Геодезия и дистанционное зондирование», добавив дисциплины по программированию, анализу данных, работе с ГИС и BIM-системами.

Проблема 4 – неразвитость цифровой инфраструктуры в сельских территориях, отсутствие широкополосного доступа к интернету мешает использованию электронных услуг Росреестра большинством граждан.

5. Стратегические перспективы развития

Изучение технологических трендов и стратегических документов позволяет выявить основные направления развития цифровых технологий в управлении ЗИК до 2030 г.

Технология распределенных реестров (блокчейн) – инструмент для безопасных и прозрачных сделок с недвижимостью. Его неизменяемость исключает возможность подделки документов. В различных странах проводятся пилотные проекты по использованию блокчейна в регистрации прав на недвижимость. В России рассматривается возможность использования технологии для создания «цифрового паспорта» недвижимости с историей правообладания.

Развитие сервисов автоматического принятия решений (auto-decision), использование алгоритмов машинного обучения может значительно ускорить и удешевить процесс регистрации сделок. Автоматизация позволяет проводить юридическую проверку типовых сделок без участия регистратора, что позволяет обрабатывать до 70 % запросов за несколько минут.

Интеграция с концепцией «Умный город» (Smart City), объединение кадастровых данных с информацией о транспорте, экологии и инфраструктуре городов позволит создать цифровые модели для оптимизации градостроительных решений и улучшения городского планирования.

Развитие сервисов проактивного информирования, информирование граждан и организаций о событиях, связанных с их правами на недвижимость поможет улучшить работу государственных органов и уменьшить количество судебных разбирательств.

Заключение

Цифровая трансформация земельно-имущественного комплекса в России – это сложный процесс, который включает в себя изменения в технологиях, законодательстве и организации управления недвижимостью. Исследование позволяет сделать следующие выводы:

- созданы основы цифровизации ЗИК, включающие различные технологии, однако их потенциал не полностью реализован;
- развивается нормативно-правовая база цифровизации. Создание Национальной системы пространственных данных помогает объединить геопространственную информацию в одно цифровое пространство;
- проблемы цифровой трансформации включают недостаточные данные в ЕГРН, отсутствие общих стандартов, нехватка квалифицированных кадров и цифровое неравенство между регионами. Решение этих проблем требует совместных усилий государства, бизнеса и образовательных учреждений;
- одними из перспективных направлений развития являются использование блокчейн-технологий, автоматизация процесса принятия решений, объединение с концепцией «Умного города» и улучшение сервисов информирования;
- эффективное управление земельными ресурсами поможет снизить издержки и привлечь инвестиции.

Список литературы

1. Отчет о землепользовании в России за 2023 год. Москва: Росреестр, 2024. 198 с.
2. Национальный проект «Жилье и городская среда» президиума Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам.
3. Варламов А. А. Земельный кадастр / А. А. Варламов, С. А. Гальченко. Москва: КолосС, 2023. 400 с.
4. Постановление Правительства РФ от 05.03.2021 № 331 определяет случаи, когда необходимо создать и поддерживать информационную модель объекта строительства.
5. Отчет о работе Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии за 2023 год. Москва: Росреестр, 2024. 156 с.
6. Использование методов машинного обучения для оценки недвижимости в государственном кадастре. 2023. № 5. С. 56–67.
7. Правительство РФ приняло постановление об утверждении программы «Национальная система пространственных данных».
8. Собянин С. С. Цифровая трансформация Москвы: опыт и перспективы / С. С. Собянин // Государственная служба. 2023. № 2. С. 6–15.
9. Липски С. А. Развитие региональных инфраструктур пространственных данных: проблемы и перспективы / С. А. Липски, И. И. Гордиенко // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2024. № 1. С. 12–21.
10. Vos J. Blockchain-based land administration: feasible, illusory or a panacea? / J. Vos, C. Lemmen, B. Beentjes // Survey Review. 2021. Vol. 53. P. 505–519.

References

1. *Report on land use in Russia for 2023*. Moscow: Rosreestr; 2024:198 (In Russ.).
2. The passport for the national project «Housing and urban environment» has been approved by the Presidium of the Presidential Council for Strategic Development and National Projects (In Russ.).
3. Varlamov A. A., Galchenko S. A. *Land cadastre*. Moscow: KolosS; 2023:400 (In Russ.).
4. Resolution of the Government of the Russian Federation № 331 of March 5, 2021 defines the cases when it is necessary to create and maintain an information model of a construction object (In Russ.).
5. *Report on the work of the Federal Service for State Registration, Cadastre, and Cartography for 2023*. Moscow: Rosreestr; 2024:156 (In Russ.).
6. *Use of machine learning methods for real estate valuation in the state cadastre*. 2023;5:56–67 (In Russ.).
7. The Government of the Russian Federation adopted a resolution approving the National Spatial Data System program (In Russ.).
8. Sobyenin S. S. Digital transformation of Moscow: experience and prospects *Public Service*. 2023;2:6–15 (In Russ.).
9. Lipski S. A., Gordienko I. I. Development of regional spatial data infrastructures: problems and prospects. *Land Management, Cadastre and Land Monitoring*. 2024;1:12–21 (In Russ.).
10. Vos J., Lemmen C., Beentjes B. Blockchain-based land administration: feasible, illusory or a panacea? *Survey Review*. 2021;53:505–519.

Информация об авторах

Антонов В. В. – магистрант кафедры кадастра и геоинженерии;
Гура Д. А. – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors

Antonov V. V. – Master's student of the Department of Cadastre and Geoengineering;
Gura D. A. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 26.02.2026; одобрена после рецензирования 06.03.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 26.02.2026; approved after reviewing 06.03.2026; accepted for publication 17.03.2026.

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 48–52.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):48–52 (In Russ.).

Научная статья
УДК 631.11:332.2(470.46)
<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.008>

СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ ФЕРМЕРСКОГО СЕКТОРА АСТРАХАНСКОГО ОБЛАСТИ

Седов Владислав Игоревич¹, Бармин Александр Николаевич^{2✉}, Валов Михаил Викторович³, Беляев Даниил Юрьевич⁴, Колчин Евгений Александрович⁵
Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева, Астрахань, Россия

^{1,2}abarmin60@mail.ru

³m.v.valov@mail.ru

⁴belaevdaniil2013@mail.ru

⁵ekol4in@mail.ru

Аннотация. В статье проведен комплексный анализ состояния и использования земельных ресурсов крестьянских (фермерских) хозяйств Астраханской области. Рассмотрены структура земельного фонда, динамика землепользования, интенсивность и эффективность использования сельскохозяйственных угодий. Выявлены основные проблемы землепользования: низкая распаханность территории, деградация почв, нерациональная структура посевных площадей, недостаточное развитие мелиорации. Проанализированы правовые аспекты земельных отношений в фермерском секторе. Предложены направления оптимизации землепользования и повышения эффективности использования земельных ресурсов на основе принципов адаптивно-ландшафтного земледелия и цифровизации земельного кадастра.

Ключевые слова: земельные ресурсы, фермерские хозяйства, землепользование, структура посевных площадей, эффективность использования земель, деградация почв, земельные отношения, Астраханская область, адаптивно-ландшафтное земледелие

Для цитирования: Седов В. И., Бармин А. Н., Валов М. В., Беляев Д. Ю., Колчин Е. А. Состояние и использование земель фермерского сектора Астраханской области // Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 48–52. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.008>.

CONDITION AND USE OF LAND FARMING SECTOR OF THE ASTRAKHAN REGION

Vladislav I. Sedov¹, Alexander N. Barmin^{2✉}, Mikhail V. Valov³, Daniil Yu. Belyaev⁴, Evgeniy A. Kolchin⁵

Astrakhan Tatishchev State University, Astrakhan, Russia

^{1,2}abarmin60@mail.ru

³m.v.valov@mail.ru

⁴belaevdaniil2013@mail.ru

⁵ekol4in@mail.ru

Abstract. The article provides a comprehensive analysis of the state and use of land resources in the peasant (farm) farms of the Astrakhan region. The structure of the land fund, the dynamics of land use, and the intensity and efficiency of agricultural land use are examined. The main problems of land use are identified, including low land-use intensity, soil degradation, inefficient crop distribution, and insufficient development of land reclamation. The legal aspects of land relations in the farm sector are also analyzed. The directions of optimization of land use and increase of efficiency of use of land resources on the basis of the principles of adaptive-landscape farming and digitalization of the land cadastre are proposed.

Keywords: land resources, farms, land use, structure of sown areas, efficiency of use of land, soil degradation, land relations, Astrakhan region, adaptive-landscape farming

For citation: Sedov V. I., Barmin A. N., Valov M. V., Belyaev D. Yu., Kolchin E. A. Condition and use of land farming sector of the Astrakhan region. *Geology, Geography and Global Energy*. 2026;2(101):48–52. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.008> (In Russ.).

Введение

Земля является главным средством производства в сельском хозяйстве и основным природным ресурсом, определяющим возможности и перспективы развития аграрного сектора [1, 2]. Для крестьянских (фермерских) хозяйств земельные ресурсы имеют особое значение, поскольку эффективность их использования напрямую определяет экономическую устойчивость и конкурентоспособность фермерского производства [3, 4].

Астраханская область располагает значительным земельным фондом сельскохозяйственного назначения – 5,2 млн га, из которых 30,4 % (1,58 млн га) находится в пользовании крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей [5]. За период с 1990 г. произошли кардинальные изменения в структуре землепользования региона: от доминирования крупных коллективных хозяйств к многоукладной аграрной экономике с существенной долей фермерского сектора [6].

Вместе с тем использование земельных ресурсов в фермерских хозяйствах характеризуется рядом проблем: низкой интенсивностью использования, процессами деградации почв, несовершенством земельных отношений, недостаточной инвестиционной привлекательностью земель [7, 8]. В условиях необходимости обеспечения продовольственной безопасности страны и перехода к устойчивому землепользованию актуальность исследования состояния и использования земель фермерского сектора значительно возрастает [9, 10].

Цель исследования – комплексная оценка современного состояния и эффективности использования земельных ресурсов крестьянских (фермерских) хозяйств Астраханской области, выявление проблем землепользования и обоснование направлений оптимизации использования земель.

Информационной базой исследования послужили данные Управления Росреестра по Астраханской области, Министерства сельского хозяйства и рыбной промышленности Астраханской области, Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Астраханской области, ФГБУ «Центр агрохимической службы «Астраханский», материалы сплошного статистического наблюдения за деятельностью КФХ за период 2018–2023 гг., результаты авторских полевых исследований и анкетирования 156 фермерских хозяйств различных районов области.

Для оценки эффективности использования земель применялись следующие показатели:

– коэффициент использования сельхозугодий = площадь используемых угодий / общая площадь угодий;

– коэффициент распаханности = площадь пашни / площадь сельхозугодий;

– коэффициент использования пашни = площадь посевов / площадь пашни;

– выход валовой продукции на 100 га сельхозугодий;

– выход товарной продукции на 100 га сельхозугодий;

– прибыль на 1 га сельхозугодий;

Рассмотрим общую характеристику земельного фонда.

По состоянию на 1 января 2024 г. общая площадь земель, находящихся в пользовании крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей Астраханской области, составляет 1 584,7 тыс. га, что представляет 30,4 % от общей площади земель сельскохозяйственного назначения региона (табл. 1).

Таблица 1 – Структура земельного фонда КФХ Астраханской области (на 01.01.2024)

Категория земель	Площадь, тыс. га	Доля в общей площади, %	Доля в региональном фонде категории, %
Общая площадь земель	1 584,7	100,0	30,4
в том числе:			
Сельскохозяйственные угодья	864,2	54,5	56,4
из них:			
– пашня	312,8	19,7	48,2
– залежь	68,4	4,3	62,8
– многолетние насаждения	3,2	0,2	28,6
– сенокосы	87,6	5,5	51,3
– пастбища	392,2	24,8	63,7
Лесные площади	42,8	2,7	18,4
Под водой	156,3	9,9	22,7
Под дорогами, прогонами, постройками	51,0	3,2	–
Нарушенные земли	8,7	0,5	–
Прочие земли	461,7	29,2	–

Структура земельного фонда фермерских хозяйств отражает специфику природных условий региона: относительно низкая доля пашни (19,7 %), значительная площадь пастбищ (24,8 %), большой удельный вес земель под водой (9,9 %) и прочих земель (29,2 %), к которым относятся солонцы, солончаки, пески, овраги и другие неиспользуемые территории (табл. 2).

Рассмотрим динамику земельного фонда.

За период 2018–2023 гг. произошли существенные изменения в структуре и размерах земельного фонда фермерских хозяйств:

Таблица 2 – Динамика земельного фонда КФХ Астраханской области, тыс. га (на 01.01.2024)

Показатель	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Изменение 2023/2018
Общая площадь	1 486,3	1 512,4	1 538,7	1 556,2	1 572,8	1 584,7	+98,4 (+6,6 %)
Сельхоз-угодья	798,6	814,2	832,5	845,8	856,4	864,2	+65,6 (+8,2 %)
Пашня	287,4	292,8	298,6	304,2	309,1	312,8	+25,4 (+8,8 %)
Залежь	84,2	78,6	74,3	71,8	69,7	68,4	–15,8 (–18,8 %)
Сенокосы	82,3	84,1	85,7	86,8	87,3	87,6	+5,3 (+6,4 %)
Пастбища	344,7	358,7	373,9	383,0	390,3	392,2	+47,5 (+13,8 %)

При детальном изучении данных таблиц 1 и 2 выявлены следующие основные тенденции:

– рост общей площади земель (+6,6 % за 6 лет) обусловлен: созданием новых фермерских хозяйств, расширением существующих хозяйств, вовлечением ранее неиспользуемых земель, передачей земель из других категорий землепользователей;

– увеличение площади сельхозугодий (+8,2 %) связано с: освоением залежных земель, улучшением деградированных пастбищ, мелиорацией засоленных земель;

– рост площади пашни (+8,8 %) произошел за счет: распашки залежных земель (15,8 тыс. га), освоения целинных земель (7,2 тыс. га), рекультивации нарушенных земель (2,4 тыс. га);

– сокращение площади залежи (–18,8 %) является положительной тенденцией, свидетельствующей о вовлечении земель в активный оборот;

– увеличение площади пастбищ (+13,8 %) отражает развитие животноводческого направления в фермерских хозяйствах.

Предоставим данные распределения земель по районам области.

Размещение земель фермерских хозяйств по территории области неравномерно и определяется природными условиями, плотностью населения, развитием инфраструктуры (табл. 3).

Таблица 3 – Распределение земель КФХ по районам Астраханской области (на 01.01.2024)

Район	Количество КФХ	Общая площадь, тыс. га	Сельхозугодья, тыс. га	Средний размер хозяйства, га
Ахтубинский	387	245,6	168,3	634,6
Володарский	312	128,4	94,7	411,5
Енотаевский	298	218,7	142,6	733,9
Икрянинский	267	94,3	68,2	353,2
Камызякский	445	186,5	132,8	419,1
Красноярский	189	156,8	87,4	829,6
Лиманский	234	102,6	76,5	438,5
Наримановский	356	164,2	118,6	461,2
Приволжский	287	142,8	102,4	497,6
Харабалинский	412	234,5	156,2	569,2
Черноярский	260	110,3	82,5	424,2
Всего	2847	1584,7	864,2	556,6

Характерные особенности предоставленных материалов о распределении земель (табл. 3):

– наибольшие площади земель сосредоточены в северных районах (Ахтубинский, Енотаевский, Харабалинский) – 698,8 тыс. га (44,1 %);

– самые крупные хозяйства – в Красноярском (829,6 га) и Енотаевском (733,9 га) районах;

– наибольшее количество хозяйств – в Камызякском (445), Харабалинском (412), Ахтубинском (387) районах;

– самые мелкие хозяйства – в Икрянинском (353,2 га) и Володарском (411,5 га) районах дельты.

Рассмотрим распределение хозяйств по размерам землепользования.

Анализ распределения фермерских хозяйств по размерам земельных участков показывает значительную дифференциацию (табл. 4).

Сформулируем выводы:

1. Мелкие хозяйства (до 200 га) составляют 62,7 % по количеству, но занимают лишь 10,3 % земель.

2. Крупные хозяйства (свыше 1 000 га) – 7,3 % по количеству, но владеют 63,7 % земель.

3. Средний размер хозяйства – 556,6 га (для сравнения: в среднем по РФ – 234 га).

4. Концентрация земель высокая: 42 крупнейших хозяйства (1,4 %) владеют 44 % земель.

Таблица 4 – Группировка КФХ по размерам земельных участков (на 01.01.2024)

Группа хозяйств по площади, га	Количество хозяйств	Доля, %	Площадь земель, тыс. га	Доля, %	Средний размер, га
До 50	487	17,1	14,6	0,9	30,0
50,1–100	612	21,5	45,9	2,9	75,0
100,1–200	685	24,1	102,7	6,5	149,9
200,1–500	542	19,0	176,8	11,2	326,2
500,1–1 000	312	11,0	234,6	14,8	752,0
1 000,1–3 000	167	5,9	312,4	19,7	1870,7
Свыше 3 000	42	1,4	697,7	44,0	16 612,0
Всего	2 847	100	1 584,7	100	556,6

Такая структура свидетельствует о поляризации фермерского сектора: с одной стороны – множество мелких хозяйств с ограниченными ресурсами, с другой – небольшое число крупных высокотоварных предприятий.

Для крестьянских (фермерских) хозяйств земельные ресурсы имеют особое значение, и поэтому остановимся на проблеме использования сельскохозяйственных угодий.

Интенсивность использования земельных ресурсов характеризуется системой показателей, представленных в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели интенсивности использования земель в КФХ (на 01.01.2024)

Показатель	2018	2020	2022	2023	Норматив /оптимум
Коэффициент использования общей площади	0,537	0,541	0,545	0,545	> 0,70
Коэффициент использования сельхозугодий	0,782	0,798	0,814	0,823	> 0,85
Коэффициент распаханности сельхозугодий	0,360	0,359	0,361	0,362	0,40–0,60*
Коэффициент использования пашни	0,856	0,872	0,891	0,903	> 0,90
Удельный вес орошаемых земель в пашне, %	27,8	28,6	29,3	30,3	> 35**
Нагрузка сельхозугодий на 1 работника, га	46,2	48,7	51,3	52,8	–

Примечание: *в зависимости от природной зоны; **для засушливых условий.

Анализ представленных показателей:

1. Коэффициент использования общей площади (0,545) остается низким, что объясняется: большой долей непригодных для использования земель (солонцы, солончаки); наличием водных объектов, земель под дорогами и постройками, резервных земель для расширения производства.

2. Коэффициент использования сельхозугодий (0,823) ниже оптимального показателя. Причины: неиспользуемые пастбища в отдаленных районах (68,4 тыс. га); деградированные земли, требующие восстановления (47,2 тыс. га); земли в стадии мелиорации (28,6 тыс. га).

3. Коэффициент распаханности (0,362) соответствует природным условиям полупустынной зоны, где высокая распаханность нецелесообразна из-за: риска эрозии и дефляции, необходимости сохранения естественных кормовых угодий, низкого естественного плодородия почв.

4. Коэффициент использования пашни (0,903) близок к оптимальному, неиспользуемые 9,7 % пашни: находятся под паром (18,4 тыс. га), временно выведены из оборота для восстановления (8,7 тыс. га), не обрабатываются по экономическим причинам (3,2 тыс. га).

5. Удельный вес орошаемых земель (30,3 %) растет, но недостаточен для засушливых условий.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Земельный фонд фермерских хозяйств Астраханской области составляет 1 584,7 тыс. га (30,4 % земель сельхозназначения региона), из которых сельскохозяйственные угодья – 864,2 тыс. га (54,5 %). За период 2018–2023 гг. общая площадь земель увеличилась на 6,6 %, площадь сельхозугодий – на 8,2 %, что свидетельствует о развитии фермерского сектора.

2. Структура земельного фонда отражает специфику природных условий полупустынной зоны: относительно низкая доля пашни (19,7 %), значительная площадь пастбищ (24,8 %), большой удельный вес неиспользуемых земель (29,2 %). Средний размер хозяйства (556,6 га) существенно превышает среднероссийский показатель, при этом наблюдается высокая концентрация земель: 7,3 % крупных хозяйств владеют 63,7% земель.

Интенсивность использования земель характеризуется неполным вовлечением в оборот: коэффициент использования сельхозугодий – 0,823, коэффициент использования пашни – 0,903. Положительной тенденцией является рост площади орошаемых земель (+18,6 % за 6 лет) и сокращение залежи (–18,8 %), что свидетельствует об интенсификации производства.

Список литературы

1. Волков С. Н. Землеустройство. Экономико-математические методы и модели / С. Н. Волков. Москва: Колос, 2001. Т. 2. 696 с.
2. Гатаулин А. М. Экономическая эффективность использования земли в сельском хозяйстве / А. М. Гатаулин, Г. В. Гаврилов. Москва: МСХА, 2000. 116 с.
3. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2022 году. Москва: Росреестр, 2023. 248 с.
4. Белякова Ю. В. Развитие фермерского сектора сельского хозяйства на территории Астраханской области / Ю. В. Белякова, А. Н. Бармин // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. 2006. № 6 (19). С. 302–304.
5. Белякова Ю. В. Использование земельных ресурсов крестьянско-фермерскими хозяйствами Астраханской области / Ю. В. Белякова, А. Н. Бармин // Земледелие. 2008. № 3 (18). С. 10–11.
6. Данные Управления Росреестра по Астраханской области. URL: <https://rosreestr.gov.ru/site/about/struct/territorialnye-organy/upravlenie-rosreestra-po-astrakhanskoy-oblasti> (дата обращения: 28.01.2026).
7. Данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Астраханской области. URL: <https://astrastat.gks.ru> (дата обращения: 26.01.2026).
8. Добрынин В. А. Актуальные проблемы экономики агропромышленного комплекса / В. А. Добрынин. Москва: МСХА, 2001. 402 с.
9. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 25.12.2023).
10. Комов Н. В. Земельные отношения и землеустройство в России / Н. В. Комов, В. А. Родин, В. В. Алакоз. Москва: Русслит, 1995. 512 с.
11. Материалы ФГБУ Центр агрохимической службы «Астраханский». URL: <https://www.agroxim.ru> (дата обращения: 29.01.2026).

References

1. Volkov S. N. *Land management. Economic and mathematical methods and models*. Moscow: Kolos. 2001; 2:696 (In Russ.).
2. Gataulin A. M., Gavrilov G. V. *Economic efficiency of land use in agriculture*. Moscow: Moscow Agricultural Academy; 2000:116 (In Russ.).
3. *State (National) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2022*. Moscow: Rosreestr; 2023:248 (In Russ.).
4. Belyakova Yu. V., Barmin A. N. Development of the farm sector of agriculture in the Astrakhan Region. *South Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy*. 2006;6(19):302–304 (In Russ.).
5. Belyakova Yu. V., Barmin A. N. Use of land resources by peasant farms in the Astrakhan Region. *Agriculture*. 2008;3(18):10–11 (In Russ.).
6. *Data from the Astrakhan Region Department of Federal State Registration, Cadastre and Cartography*. URL: <https://rosreestr.gov.ru/site/about/struct/territorialnye-organy/upravlenie-rosreestra-po-astrakhanskoy-oblasti> (accessed 28.01.2026) (In Russ.).
7. *Data from the Territorial body of the Federal State statistics service for the Astrakhan Region*. URL: <https://astrastat.gks.ru> (accessed 26.01.2026) (In Russ.).
8. Dobrynin V. A. *Actual problems of the economy of the agro-industrial complex*. Moscow: Moscow Agricultural Academy. 2001: 402 (In Russ.).
9. *Land code of the Russian Federation* dated 25.10.2001 № 136-FZ (as amended on 25.12.2023) (In Russ.).
10. Komov N. V., Rodin V. A., Alakoz V. *Land relations and land management in Russia*. Moscow: Russlit; 1995:512 (In Russ.).
11. Materials of the Federal State budgetary institution Center for Agrochemical Service «Astrakhsy». URL: <https://www.agroxim.ru> (accessed 29.01.2026) (In Russ.).

Информация об авторах

Седов В. И. – аспирант;
Бармин А. Н. – доктор географических наук, профессор;
Валов М. В. – кандидат географических наук, доцент;
Беляев Д. Ю. – ассистент;
Колчин Е. А. – кандидат географических наук, доцент.

Information about the authors

Sedov V. I. – post-graduate student;
Barmin A. N. – Doctor of Sciences (Geographical), Professor;
Valov M. V. – Candidate of Sciences (Geographical), Associate Professor;
Belyaev D. Yu. – assistant;
Kolchin E. A. – Candidate of Sciences (Geographical), Associate Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 21.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 24.02.2026.

The article was submitted 21.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 24.02.2026.

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 53–60.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):53–60 (In Russ.)

Научная статья

УДК 504.062.4

<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.009>

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ПОСЛЕ ВЫРАБОТКИ ПЕСЧАНОГО КАРЬЕРА

Глушков Иван Николаевич^{1✉}, Герасименко Игорь Владимирович², Панин Александр Александрович³, Курамшин Марат Рустамович⁴, Вольнов Александр Сергеевич⁵, Хороших Никита Олегович⁶

^{1, 2, 3, 4}Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

⁵Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

⁶МКУ МО «город Бугуруслан» «Управление городского хозяйства», Бугуруслан, Россия

¹i-n-g2012@yandex.ru✉

²gerasimenko-iv@mail.ru

⁶nik.khoroshikh.04@bk.ru

Аннотация. В работе рассмотрена специфика рекультивации земель, нарушенных в ходе функционирования природно-техногенной геосистемы. Рекультивация земель понимается как комплекс инженерно-технических, мелиоративных и биологических мероприятий, направленных на восстановление деградированных территорий. В статье рассмотрены и проанализированы обязательные этапы выполнения работ по рекультивации нарушенных земель, а также частных операций, входящих в состав основных этапов. Рассматривается специфика выполнения различных этапов и операций рекультивации земель. В качестве практического примера для исследования специфики проведения рекультивации в работе рассматривается такой объект, как песчаный карьер, подлежащий обязательной рекультивации после завершения эксплуатации в рамках своих соответствующих производственных территориально-технологических функций. Работа направлена на обоснование актуальности проведения рекультивационных мероприятий после выработки песчаного карьера, отмечено, что их основная цель – это восстановление плодородия почв, нарушенных в ходе промышленных процессов минимизация экологического ущерба? и возвращение нарушенного земельного участка к состоянию, максимально приближенному к изначальному природному ландшафту. Установлено, что основными негативными факторами, вызываемыми в результате процесса добычи песка, являются почвенная эрозия, возможное загрязнение и нарушение гидрологического режима, что требует применения рекультивационных технологий. В завершении работы приведено соответствующее заключение, основанное на представленных оценочно-аналитических исследованиях.

Ключевые слова: песчаные карьеры, рекультивация земель, нарушенные земли, плодородный слой почвы, травосмеси, эрозия почв, этапы рекультивации

Для цитирования: Глушков И. Н., Герасименко И. В., Панин А. А., Курамшин М. Р., Вольнов А. С., Хороших Н. О. Рекультивация земель после выработки песчаного карьера // Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 53–60. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.009>.

LAND RECLAMATION AFTER THE DEVELOPMENT OF A SAND PIT

Ivan N. Glushkov^{1✉}, Igor V. Gerasimenko², Alexander A. Panin³, Marat R. Kuramshin⁴, Alexander S. Volnov⁵, Nikita O. Khoroshikh⁶

^{1, 2, 3, 4}Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

⁵Orenburg State University, Orenburg, Russia

⁶MCU MO «Buguruslan city» «Urban management», Buguruslan, Russia

¹i-n-g2012@yandex.ru✉

²gerasimenko-iv@mail.ru

⁶nik.khoroshikh.04@bk.ru

Abstract. The paper considers the specifics of land reclamation that was disrupted during the functioning of a natural and man-made geosystem. Land reclamation is understood as a complex of engineering, technical, reclamation and biological measures aimed at restoring degraded territories. The article examines and analyzes the mandatory stages of reclamation of disturbed lands, as well as private operations that are part of the main stages. The specifics of performing various stages and operations of land reclamation are considered. As a practical example for studying the specifics of reclamation, the paper considers an object such as a sand quarry, which is subject to mandatory reclamation after completion of operation within the framework of its respective production territorial

and technological functions. The work is aimed at substantiating the relevance of reclamation measures after the development of a sand pit, it is noted that their main goal is to restore soil fertility, which was disrupted during industrial processes, minimize environmental damage and return the disturbed land to a condition as close as possible to the original natural landscape. It has been established that the main negative factors caused by the sand extraction process are soil erosion, possible pollution and violation of the hydrological regime, which requires the use of reclamation technologies. At the end of the work, the corresponding conclusion is given, based on the presented evaluative and analytical studies.

Keywords: sand pits, land reclamation, disturbed lands, fertile soil layer, grass mixtures, soil erosion, stages of reclamation

For citation: Glushkov I. N., Gerasimenko I. V., Panin A. A., Kuramshin M. R., Volnov A. S., Khoroshih N. O. Land reclamation after the development of a sand pit. *Geology, Geography and Global Energy*. 2026;2(101):53–60. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.009> (In Russ.).

Введение

Рекультивация земель представляет собой комплекс мер, включающих инженерно-технические, мелиоративные, агротехнические, лесохозяйственные и другие виды работ (рис. 1). Основная задача этих мероприятий – восстановление плодородия земель, подвергшихся деградации, и улучшение состояния окружающей среды [6, 8, 9, 14].



Рисунок 1 – Возможные составляющие рекультивации

Нарушенные земли – это, как известно, территории, где деградация сделала невозможным их использование по целевому назначению. Естественное восстановление растительного слоя и рельефа на таких участках часто происходит медленно или неэффективно из-за формирования устойчивых техногенных образований. Земли, подвергшиеся деградации, требуют проведения специальных восстановительных работ. Рекультивация земель проводится для того, чтобы сохранить и повысить их плодородие, а также придать участкам с нарушенной поверхностью характеристики, свойственные близлежащим природным территориям [3, 4, 7, 10].

Материалы и методы

На месте отработанного песчаного карьера (рис. 2) остаются нарушенные земли. Это происходит по причине того, что при его промышленной разработке в почве активируются негативные процессы, связанные с эрозией, загрязнением, изменением химического состава и нарушением водного режима. Они во многом вызваны значительной концентрацией тяжелой техники. Для их восстановления нужны мероприятия по рекультивации [1, 2, 5, 12].

При планировании мероприятий по восстановлению земель учитываются следующие аспекты: предполагаемое использование рекультивируемых территорий, природные характеристики региона, местоположение и размеры поврежденного участка, текущее состояние нарушенных земель. Одним из ключевых принципов является сохранение естественных экологических систем, ландшафтов и природных комплексов [8, 13, 15].

Существует несколько ключевых способов рекультивации неглубоких карьеров после их выработки (рис. 3).

Рассматривая подробнее информацию, представленную выше на рисунке 3, следует отметить некоторые моменты. Так, метод преобразования карьеров в искусственные водоемы применяют, если обратное заполнение почвой технически или экономически нецелесообразно,

а метод применения гидропосева используют для восстановления растительного покрова многолетними травяными культурами, что в настоящее время нашло широкое применение в рекультивации нарушенных земель как на зарубежных, так и на отечественных карьерах.



Рисунок 2 – Общий вид песчаного карьера

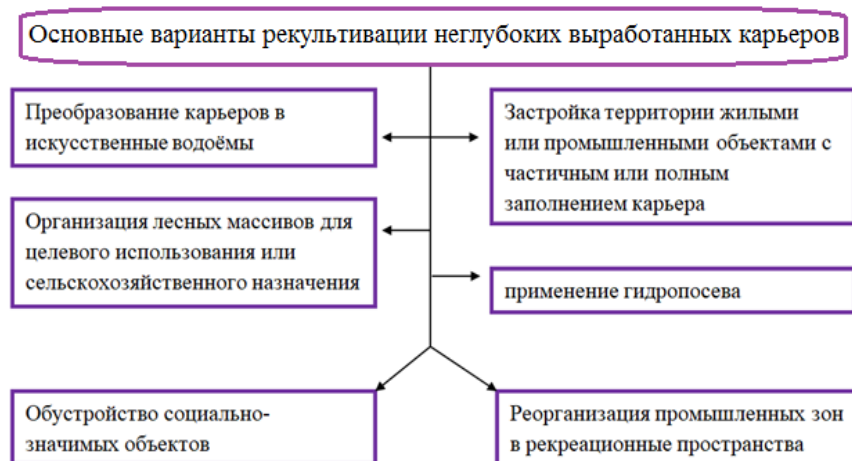


Рисунок 3 – Способы рекультивации неглубоких карьеров

Также заслуживает самого пристального внимания способ закрепления песка посадкой трав с закрытой корневой системой, реализуемый при рекультивации небольших сухоройных песчаных карьеров, расположенных вблизи надежных обсеменителей в виде стены леса. Для посадки в данном случае используются местные виды злаков или клевера. Посев производится в шахматном порядке для ускорения закрепления песка через каждые 1,5 м [1, 11].

Современная рекультивация – это комплекс технологий, направленных на преобразование поврежденных территорий в участки с четко заданными параметрами, которые фиксируются в проектной документации и определяют хозяйственную ценность или экологическую устойчивость восстановленных земель [4, 6, 16].

Результаты исследований

Выбор направления рекультивации определяется исходя из целевого использования земель. Стандартный проект рекультивации земель разрабатывается на основе действующих нормативов и стандартов с учетом факторов, отмеченных на рисунке 4.

Работы по рекультивации выработанных песчаных карьеров проводят, как правило, в два этапа: техническая рекультивация и биологическая.

Техническая рекультивация – этап рекультивации земель, включающий их подготовку для последующего целевого использования в народном хозяйстве (рис. 5).

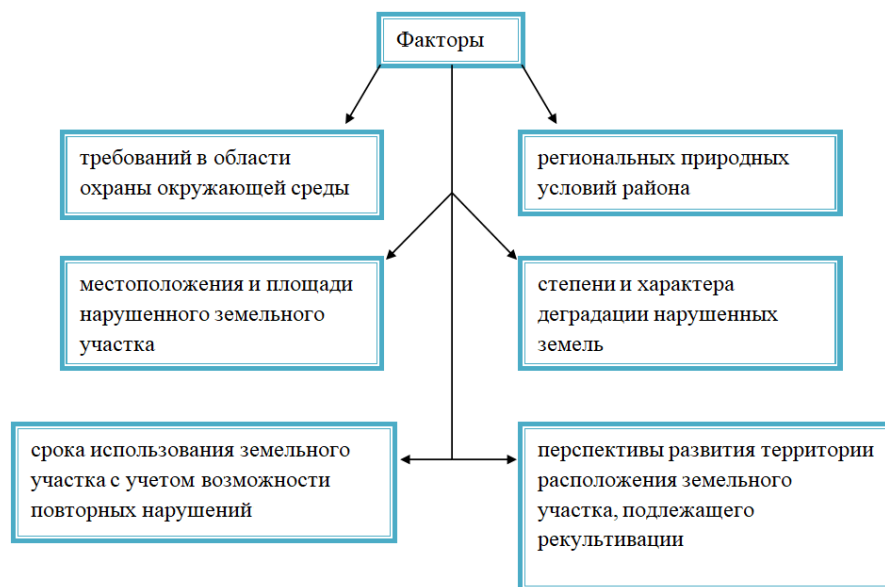


Рисунок 4 – Комплексные факторы в проекте рекультивации

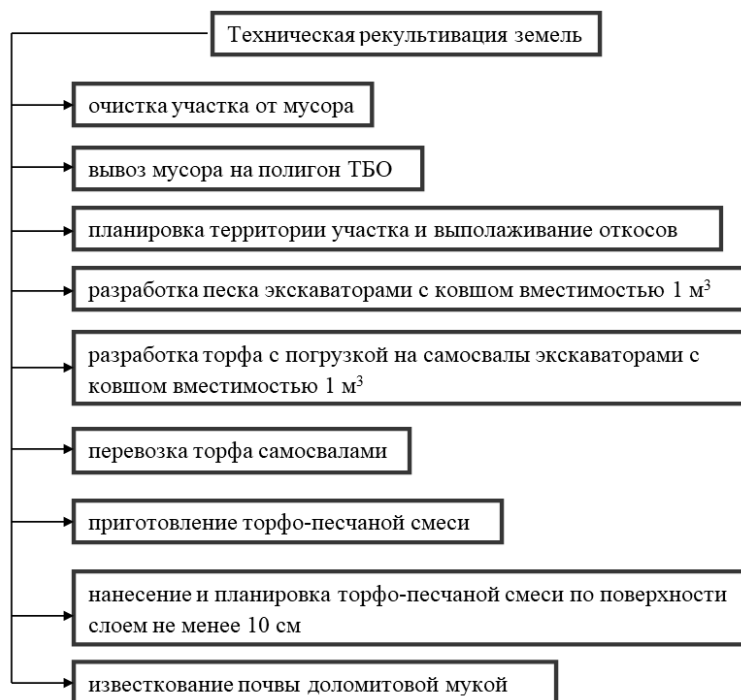


Рисунок 5 – Техническая рекультивация земель

Возвращаясь к рисунку 5, отметим, что приготовление торфо-песчаной смеси (75 % торфа, 25 % песка) происходит на рекультивируемом участке и осуществляется при помощи бульдозеров с ковшом вместимостью 1 м³ или экскаваторов с обратной лопатой (рис. 6).



Рисунок 6 – Экскаватор Komatsu HB 205 с обратной лопатой

Биологическая рекультивация – это этап восстановления земель, который подразумевает комплекс мероприятий по улучшению почвы и восстановлению ее плодородия. Эти мероприятия включают агротехнические и фитомелиоративные меры. Более подробно содержание биологического этапа показано на рисунке 7.

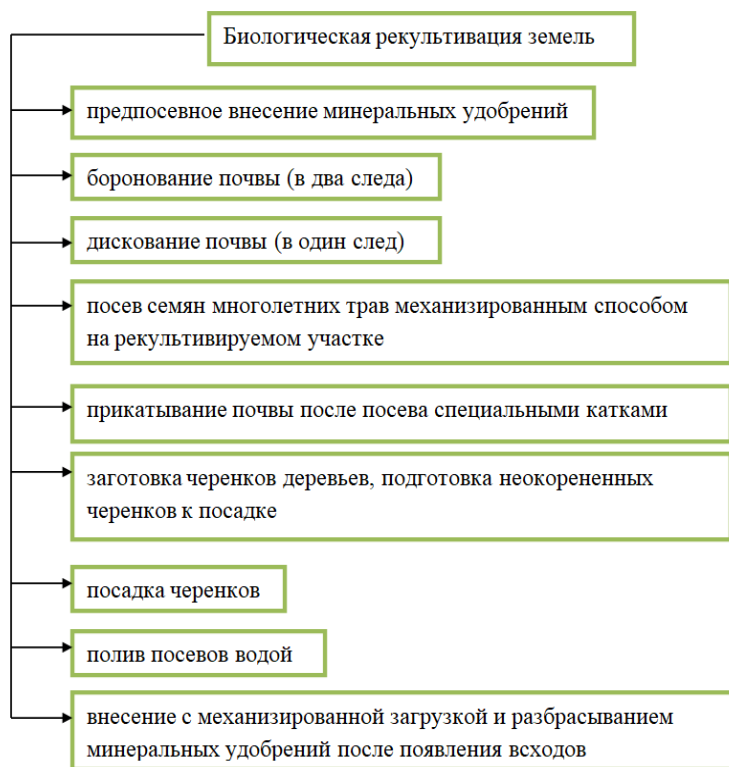


Рисунок 7 – Мероприятия биологической рекультивации

Биологический этап осуществляется после полного завершения технического этапа, заключается в подготовке почвы, подборе и заготовке трав, травосмесей, посадке, посеве, уходе за посевами и направлен на восстановление (создание) растительного покрова.

После завершения рекультивационных работ карьеры, как правило, передаются в лесной фонд. При этом по закреплении песка высаженной травянистой растительностью создаются условия для накопления самосева сосны обыкновенной и формирования на рекультивируемом карьере основных насаждений.

Заключение

Исходя из проведенного аналитического исследования, очевидно, что, хотя проводимые работы по рекультивации и не обеспечивают стопроцентное восстановление территории до ее изначального состояния, их грамотное планирование, корректное проведение и контроль на всех этапах обеспечивают восстановление почвы в достаточном масштабе. Все входящие в процесс технико-технологические операции на сегодняшний день являются полностью проработанными и научно обоснованными, поэтому не требуют капитального пересмотра и совершенствования. В ряде случаев лишь может требоваться дополнение стандартного набора действий некими вспомогательными элементами исходя из частных особенностей ситуации. Соответственно, подавляющее большинство всех возможных негативных сценариев, возникающих в ходе рекультивации земель, имеют место только из-за человеческого фактора.

Для того чтобы преодолеть отмеченный выше момент, требуется выполнение взаимосвязанного комплекса действий экологического, законодательного и экономического характера. При этом, однако, понятно, что начинать следует с организации контроля за деятельностью юридических и физических лиц, выполняющих операции стандартных этапов рекультивации. Для этого было бы полезно осуществлять пошаговый мониторинг всех действий силами как государственных и муниципальных инстанций, так и заказчика работ. Учитывая, что речь идет о таких довольно крупных по площади объектах, как песчаные карьеры, целесообразно было бы в качестве одного из государственных наблюдателей привлечь к данной деятельности Россельхознадзор и его соответствующие региональные структуры, так как возможен вариант, при котором рассматриваемая деятельность в ходе производственного процесса затронет и сельскохозяйственные земли. При необходимости можно было бы создать специальный отдел или подразделение для проведения контроля и мониторинга за рекультивацией в целом – это бы позволило реализовывать более адресный контроль и осуществлять как плановые, так и внеплановые проверки. Производственные компании в качестве представителя своих интересов при этом могли бы задействовать независимых экспертов из числа научных деятелей таких сфер, как геоэкология, агрономия, агроинженерия, экономика, юриспруденция, мелиорация, геодезия и др. И одним из ключевых аспектов, с нашей точки зрения, здесь выступала бы обоюдная прозрачность и доступность отчетности о мониторинге всех задействованных организаций и служб – как представляющих интересы производителя, так и контролирующих инстанций. Помимо этого, следует принять на законодательном уровне классификатор критериев с расширенной типизацией, учитывающей максимально возможные штатные и внештатные варианты развития событий, а также обеспечить единую базу нестандартных ситуаций с описанием их возможных причин и официально утвержденного порядка устранения.

Список литературы

1. Розинкина Е. П. Технология проведения рекультивации нарушенных земель на примере песчаного карьера в Западно-Сибирском северотаежном равнинном лесном районе / Е. П. Розинкина, К. А. Башегуров, В. С. Котова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4 (80). С. 81–87.
2. Бочаров А. В. Оценка изменения площади Красногорского песчаного карьера по данным спутников серии LANDSAT в 1988–2021 г. / А. В. Бочаров, О. А. Тихомиров, П. Н. Кравченко // Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и геоэкология. 2022. № 1 (37). С. 32–37.
3. Тентюков М. П. Геоэкологическая оценка влияния сухоройных песчаных карьеров на снежный и растительный покровы целинных тундр / М. П. Тентюков, Ю. А. Бобров, В. Ф. Лысова // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: материалы XVIII геологического съезда республики Коми. Сыктывкар, 2024. С. 264–266.
4. Массон С. В. Особенности разработки песчаного карьера / С. В. Массон, А. М. Кислицына // Избранные доклады 69-й Университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. Томск, 2023. С. 885–887.
5. Богданов С. О. Оценка токсичности песчаных почвогрунтов нарушенных земель / С. О. Богданов, Н. С. Шаповалова, С. А. Иванов // Научному прогрессу – творчество молодых. 2022. С. 426–428.
6. Глушков И. Н. Рекультивация и возврат земель в сельскохозяйственный оборот после нефтедобычи (на примере Оренбургской области) / И. Н. Глушков, К. В. Мячина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4 (68). С. 473–486.
7. Глушков И. Н. Оценка роли государственной лесополосы в степном природопользовании и ее современное состояние как элемент землеустройства и взаимодействия природных и социально-экономических систем / И. Н. Глушков, И. И. Огнев, И. В. Герасименко, А. А. Панин, Н. В. Бабенышева // Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 4 (87). С. 89–98.

8. Зубцова А. Н. Спорные ситуации при рекультивации земель / А. Н. Зубцова, А. П. Несват, И. Н. Глушков, Д. И. Резепкин // В фокусе достижений молодежной науки: материалы ежегодной итоговой научно-практической конференции. Оренбург, 2024. С. 50–54.
9. Глушков И. Н. Снижение негативного влияния на сельскохозяйственные земли в ходе нефтегазодобычи в Оренбургской области при снятии и хранении плодородного слоя почвы / И. Н. Глушков // Аграрный научный журнал. 2023. № 11. С. 29–38.
10. Глушков И. Н. Оценка динамики состояния плодородного слоя почвы, складированного в бурты в ходе нефтедобычи на агроландшафтах в условиях западных районов Оренбургской области / И. Н. Глушков // Аграрный научный журнал. 2025. № 11. С. 136–145.
11. Данилов Ю. И. Рост и продуктивность культур сосны при рекультивации песчаных карьеров / Ю. И. Данилов, С. В. Навалихин, В. А. Петров // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы III Международной научно-технической конференции / под ред. В. М. Гедьо. 2018. С. 92–94.
12. Брыжко В. Г. Назначение восстановления нарушенных земель в современных экономических условиях / В. Г. Брыжко // Фундаментальные исследования. 2017. № 6. С. 105–110.
13. Косинский В. В. Природоохранный аспект в землеустройстве / В. В. Косинский // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2017. № 1. С. 20–24.
14. Мячина К. В. Пути оптимизации степных ландшафтов в условиях добычи нефти и газа / К. В. Мячина, Е. В. Краснов // Юг России: экология, развитие. 2021. № 1 (58). С. 76–86.
15. Назаренко Е. Б. Биологическая рекультивация техногенных ландшафтов / Е. Б. Назаренко, О. В. Гамсахурдия // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2013. № 4. С. 183–187.
16. Стефанцова Т. В. Особенности организации землеустроительных работ при рекультивации нарушенных земель / Т. В. Стефанцова // Актуальные проблемы экономики, социологии и права. 2018. № 4. С. 56–58.

References

1. Rozinkina E. P., Bashegurov K. A., Kotova V. S. Technology of recultivation of disturbed lands on the example of a sand quarry in the West Siberian North Taiga lowland forest region. *Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024;4(80):81–87 (In Russ.).
2. Bocharov A. V., Tikhomirov O. A., Kravchenko P. N. Assessment of changes in the area of the Krasnogorsk sand quarry according to sensors of the LANDSAT series satellites in 1988–2021. *Bulletin of Tver State University. Series: Geography and Geoecology*. 2022;1(37):32–37 (In Russ.).
3. Tentyukov M. P., Bobrov Yu. A., Lysova V. F. Geoecological assessment of the influence of dry-cut sand pits on the snow and vegetation cover of virgin tundra. *Geology and mineral resources of the European Northeast of Russia: materials of the XVIII geological congress of the Komi Republic*. Syktyvkar; 2024:264–266 (In Russ.).
4. Masson S. V., Kislitsyna A. M. Features of sand quarry development. *Selected reports of the 69th University scientific and technical conference of students and young scientists*. Tomsk; 2023:885–887 (In Russ.).
5. Bogdanov S. O., Shapovalova N. S., Ivanov S. A. Assessment of the toxicity of sandy soils of disturbed lands. *Scientific progress – creativity of the young*; 2022:426–428 (In Russ.).
6. Glushkov I. N., Myachina K. V. Recultivation and return of land to agricultural use after oil production (on the example of the Orenburg region). *Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education*. 2022;4(68):473–486 (In Russ.).
7. Glushkov I. N., Ognev I. I., Gerasimenko I. V., Panin A. A., Babenysheva N. V. Assessment of the role of the state forest belt in steppe nature management and its current state as an element of land management and interaction of natural and socio-economic systems. *Geology, Geography and Global Energy*. 2022;4(87):89–98 (In Russ.).
8. Zubtsova A. N., Nesvat A. P., Glushkov I. N., Rezepkin D. I. Controversial situations in land reclamation. *In the focus of achievements of youth science: materials of the annual final scientific and practical conference*. Orenburg; 2024:50–54 (In Russ.).
9. Glushkov I. N. Reducing the negative impact on agricultural lands during oil and gas production in the Orenburg region during removal and storage of the fertile soil layer. *Agrarian Scientific Journal*. 2023;11:29–38 (In Russ.).
10. Glushkov I. N. Assessment of the dynamics of the fertile soil layer, stored in barrels during oil production on agrolandscapes in the conditions of the western regions of the Orenburg region. *Agrarian Scientific Journal*. 2025;11:136–145 (In Russ.).
11. Danilov Yu. I., Navalikhin S. V., Petrov V. A. Growth and productivity of pine crops during reclamation of sand pits. *Forests of Russia: politics, industry, science, education: proceedings of the III International scientific and technical conference*. Ed. by V. M. Gedyo. 2018:92–94 (In Russ.).
12. Bryzhko V. G. The purpose of restoring disturbed lands in modern economic conditions. *Fundamental Research*. 2017;6:105–110 (In Russ.).
13. Kosinsky V. V. The environmental aspect in land management. *Land Management, Cadastre and Land Monitoring*. 2017;1:20–24 (In Russ.).
14. Myachina K. V., Krasnov E. V. Ways to optimize steppe landscapes in conditions of oil and gas production. *South of Russia: Ecology, Development*. 2021;1(58):76–86 (In Russ.).
15. Nazarenko E. B., Gamsakhurdia O. V. Biological reclamation of technogenic landscapes. *Bulletin of MGUL – Lesnoy Vestnik*. 2013;4:183–187 (In Russ.).
16. Stefantsova T. V. Features of the organization of land management works in the reclamation of disturbed lands. *Current Problems of Economics, Sociology and Law*. 2018;4:56–58 (In Russ.).

Информация об авторах

Глушков И. Н. – кандидат технических наук, доцент;
Герасименко И. В. – кандидат технических наук, доцент;
Панин А. А. – кандидат технических наук, доцент;
Курамшин М. Р. – кандидат технических наук, доцент;
Вольнов А. С. – кандидат технических наук, доцент;
Зиганшина Г. А. – главный специалист отдела по градостроительной деятельности Управления имущественных отношений и градостроительства Администрации Суксунского муниципального округа Пермского края.

Information about the authors

Glushkov I. N. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
Gerasimenko I. V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
Panin A. A. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
Kuramshin M. R. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
Volnov A. S. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
Khoroshikh N. O. – Surveyor of the Municipal government institution of the municipal formation «Buguruslan city» «Department of Urban Economy.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 13.02.2026; одобрена после рецензирования 24.02.2026; принята к публикации 17.03.2026.

The article was submitted 13.02.2026; approved after reviewing 24.02.2026; accepted for publication 17.03.2026.

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 61–70.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):61–70 (In Russ.).

Научная статья

УДК 631.31:528.85:332.34

<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.010>

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Перов Александр Юрьевич¹, Египко Артем Владимирович², Макеев Сергей Александрович³✉
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

¹Flick-media@yandex.ru

²a.egipko13@mail.ru

³makeyevsergey1.0@gmail.com ✉

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы геоинформационного обеспечения землеустройства с использованием современных платформ анализа данных дистанционного зондирования Земли. На примере платформы OneSoil проанализированы возможности повышения эффективности землеустройства в Краснодарском крае. Показано, что совместное использование технологий точного земледелия и данных космической съемки позволяет оптимизировать процессы землеустройства и повысить продуктивность сельскохозяйственных земель.

Ключевые слова: геоинформационное обеспечение, землеустройство, данные ДЗЗ, OneSoil, точное земледелие, Краснодарский край, агротехнологии

Для цитирования: Перов А. Ю., Египко А. В., Макеев С. А. Геоинформационное обеспечение использования земельных ресурсов на основе интеграции данных космической съемки // Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 61–70. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.010>.

GEOINFORMATION SUPPORT FOR THE USE OF LAND RESOURCES BASED ON THE INTEGRATION OF SATELLITE SURVEY DATA

Alexander Yu. Perov¹, Artem V. Egipko², Sergey A. Makeev³✉

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

¹Flick-media@yandex.ru

²a.egipko13@mail.ru

³makeyevsergey1.0@gmail.com ✉

Abstract. The article deals with the issues of geoinformation support for land management using modern platforms for analyzing remote sensing data. On the example of the OneSoil platform, the possibilities of improving the efficiency of land management in the Krasnodar Territory are analyzed. It is shown that the combined use of precision farming technologies and satellite imagery data can optimize the processes of land management and increase the productivity of agricultural land.

Keywords: geoinformation support, land management, remote sensing data, OneSoil, precision agriculture, Krasnodar Region, agricultural technologies

For citation: Perov A. Yu., Egipko A. V., Makeev S. A. Geoinformation support for the use of land resources based on the integration of satellite survey data. *Geology, Geography and Global Energy*. 2026;2(101):61–70. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.010> (In Russ.).

Современное землеустройство требует комплексного подхода к управлению земельными ресурсами, основанного на оперативном получении и анализе пространственной информации. В условиях роста антропогенной нагрузки на агроландшафты и изменения климатических условий особую актуальность приобретают технологии дистанционного мониторинга, позволяющие осуществлять непрерывное наблюдение за состоянием сельскохозяйственных угодий. Краснодарский край как важнейший аграрный регион России демонстрирует высокую потребность в современных решениях в области землеустройства. Интенсификация сельскохозяйственного производства, необходимость сохранения плодородия почв и оптимизация землепользования требуют внедрения инновационных подходов к управлению земельными ресурсами. В этом контексте особый интерес представляют платформы анализа данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), такие как OneSoil, которые позволяют получать актуальную информацию о состоянии посевов и проводить пространственный анализ продуктивности агроландшафтов [7]. Была

проведена обработка данных дистанционного зондирования Земли на землях сельскохозяйственного назначения с целью получения информации об индексе вегетации [1].

Цель исследования – оценить возможности геоинформационного обеспечения землеустройства на основе интеграции данных космической съемки платформы для территории Краснодарского края.

Были поставлены следующие задачи для исследования:

- проанализировать современное состояние геоинформационного обеспечения землеустройства в Краснодарском крае;
- исследовать функциональные возможности платформы OneSoil для мониторинга сельскохозяйственных земель;
- оценить потенциал использования этих данных в сельском хозяйстве;
- разработать рекомендации по совершенствованию системы землеустройства на основе данных космической съемки.

Методическую основу исследования составили методы пространственного анализа, статистической обработки данных и сравнительной оценки. Для проведения анализа использовались данные дистанционного зондирования Земли, предоставляемые платформой OneSoil, включая вегетационные индексы [2].

Для интеграции данных использовались методы геостатистики, позволяющие выявлять скрытые закономерности в пространственном распределении продуктивности сельскохозяйственных культур. Особое внимание уделено анализу временных рядов вегетационных индексов, который позволяет отслеживать динамику состояния посевов в течение вегетационного периода.

В Краснодарском крае как в одном из ведущих аграрных регионов России вопросам сохранения и повышения плодородия почв уделяется первостепенное внимание. В Законе Краснодарского края от 7 июня 2004 г. № 725-КЗ «Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения на территории Краснодарского края» указано, что все сельскохозяйственные товаропроизводители обязаны разрабатывать и иметь агрохимический паспорт на свои земельные участки – комплексный документ, содержащий систематизированные сведения об агрохимических, эколого-токсикологических и других показателях плодородия почв на конкретном земельном участке [11].

Однако классический подход к формированию агрохимического паспорта имеет ряд существенных недостатков для целей современного землеустройства:

1. Агрохимическое обследование проводится по сетке с определенным шагом (например, 10–15 га), что не отражает полной пространственной неоднородности поля.
2. Паспорт обновляется с периодичностью в 5 лет, в то время как состояние почвы может меняться ежегодно под влиянием хозяйственной деятельности, эрозии и изменения климата.
3. Данные представлены в табличной форме (рис. 1) и на схематических картограммах, что затрудняет их интеграцию в современные ГИС-системы для пространственного анализа и принятия управленческих решений. Проведенный анализ показывает, что традиционные методы землеустройства, основанные на периодических наземных обследованиях, не позволяют осуществлять оперативный мониторинг изменений в использовании земельных ресурсов. Ограниченность традиционной методики наглядно демонстрирует классическая схема агрохимического обследования (рис. 2), где отбор проб производится по равномерной сетке без учета реальной пространственной вариабельности почвенного покрова. Данные, полученные в узлах этой сетки, усредняются для всего контура поля, что приводит к потере информации о локальных зонах деградации или повышенного плодородия и, как следствие, к неоптимальному распределению удобрений и других ресурсов.

Особую проблему представляет отсутствие единой системы учета и мониторинга продуктивности сельскохозяйственных земель. Существующие землеустроительные документы зачастую не отражают реальное состояние угодий и не учитывают пространственную вариабельность плодородия почв. Это приводит к неоптимальному использованию земельных ресурсов и снижению эффективности сельскохозяйственного производства.

Внедрение технологий дистанционного мониторинга позволяет преодолеть эти ограничения. Дистанционное зондирование Земли представляет собой современный метод получения актуальной и объективной информации о поверхности планеты без физического контакта с объектами исследования. В сельском хозяйстве эта технология совершила настоящую революцию, переведя отрасль от субъективных визуальных оценок к точному количественному анализу состояния агроценозов. Данные ДЗЗ, получаемые со спутников, беспилотных летательных аппаратов и других носителей, фиксируют электромагнитное излучение, отраженное от растительного покрова и почвы в различных спектральных диапазонах. Эта информация после сложной

математической обработки трансформируется в индикаторы, напрямую коррелирующие с ключевыми агрономическими параметрами: биомассой, здоровьем растений, уровнем азотного питания, влагообеспеченностью и признаками стресса. По своей сути мониторинг земель на основе таких технологий – это проведение оперативных, систематических и качественных наблюдений за состоянием участков для выявления изменений их экологического и природного состояния.

№ поля	S, га	гумус, %	pH солев.	P2O5	K2O	N	S	Mn	Zn	Cu	Co
				мг/кг почвы							
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ПАШНЯ											
1	105,00	3,2	5,6	16	331	21,9	4,5	4,0	0,4	0,22	0,07
2	65,00	3,7	5,4	14	358	12,0	5,8	4,0	0,4	0,22	0,07
3	58,00	3,8	5,6	18	458	12,0	5,8	4,0	0,4	0,22	0,07
4	45,00	3,7	5,7	21	456	21,9	4,5	4,0	0,5	0,20	0,08
5	45,00	3,8	5,6	15	403	7,1	5,0	4,0	0,5	0,20	0,08
6	70,00	3,2	5,7	21	468	13,0	6,1	4,0	0,4	0,22	0,07
7	58,00	3,7	5,5	18	341	7,1	5,0	4,0	0,4	0,22	0,07
8	27,00	3,8	5,5	18	377	7,1	5,0	4,0	0,5	0,20	0,08
9	30,00	3,7	5,6	23	442	13,0	6,1	4,0	0,5	0,20	0,08
ИТОГО:	503,0	3,5	5,6	18	396	13,9	5,3	4,0	0,4	0,21	0,07

Рисунок 1 – Агрохимический паспорт полей

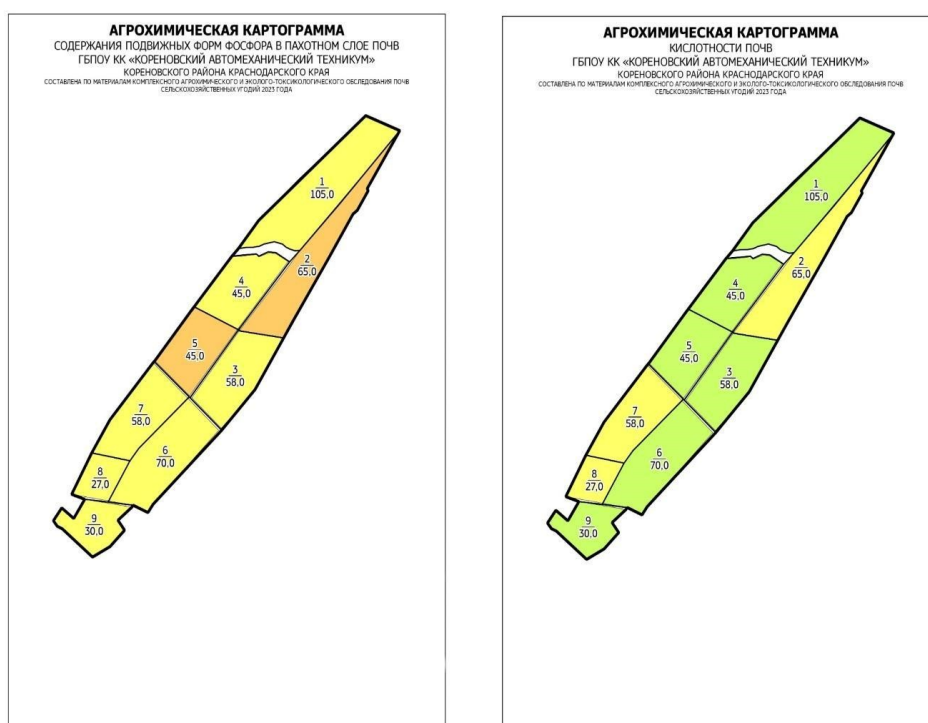


Рисунок 2 – Агрохимические картограммы

Эволюция технологий ДЗЗ для аграрного сектора прошла путь от простого дешифрирования космических снимков для картирования угодий до сложных систем оперативного мониторинга, основанных на анализе временных рядов вегетационных индексов. Если первоначально данные использовались эпизодически, то сегодня они формируют непрерывный цифровой поток, описывающий полный цикл развития сельскохозяйственной культуры – от посева до уборки. Такой мониторинг в режиме, близком к реальному времени, позволяет не только констатировать факты, но и прогнозировать развитие ситуации, моделируя урожайность и выявляя

риски на ранних стадиях. Космические аппараты, такие как российский «Монитор-Э», специально предназначены для решения задач контроля состояния сельскохозяйственных культур и прогноза урожайности, обеспечивая съемку с пространственным разрешением до 8 метров. Именно на этом принципе построены современные агроаналитические платформы, которые автоматизируют сбор и интерпретацию спутниковых данных, делая передовые технологии доступными для широкого круга сельхозпроизводителей [16].

В контексте землеустройства внедрение методов ДЗЗ знаменует переход от статического кадастрового учета к динамическому управлению земельными ресурсами. Традиционные землеустроительные документы, основанные на периодических наземных обследованиях, фиксируют состояние на определенный момент времени и не отражают сезонной и межгодовой динамики продуктивности угодий. Данные ДЗЗ, напротив, позволяют оценить не только текущее использование земель, но и их реальную отдачу, эффективность севооборотов, развитие эрозионных и деградационных процессов. Например, съемка с применением космических аппаратов позволяет оперативно выявлять негативные процессы, возникающие в результате хозяйственной деятельности, и давать рекомендации по их исправлению. Интеграция этих динамических пространственных данных в геоинформационные системы землеустройства создает принципиально новую основу для принятия обоснованных решений по оптимизации структуры посевных площадей, планированию мелиоративных мероприятий и рациональному использованию каждого гектара пашни [14, 15].

Важным аспектом мониторинга земель является его природоохранная и восстановительная функция. Данные ДЗЗ играют ключевую роль в экологическом мониторинге, позволяя получать подробную информацию о состоянии окружающей среды, выявлять негативные последствия и составлять прогнозы их изменения. Это особенно важно для контроля за рекультивацией нарушенных земель, где необходим систематический надзор за восстановлением растительного покрова. Комплексный подход к восстановлению земель, включающий наблюдение за молодыми насаждениями, демонстрирует высокую эффективность. Таким образом, технологии ДЗЗ становятся незаменимым инструментом не только для повышения экономической отдачи сельского хозяйства, но и для обеспечения экологической устойчивости агроландшафтов, что прямо соответствует задачам современного рационального землепользования [13, 17].

Инновационный сервис OneSoil позволяет проводить мониторинг показателей индекса вегетации, накопленных осадков и суммы эффективных температур. Доступ к информации о сельскохозяйственных землях имеют пользователи всех стран мира [1]. Это создает основу для перехода от статического к динамическому землеустройству, ориентированному на постоянное обновление пространственной информации (рис. 3).

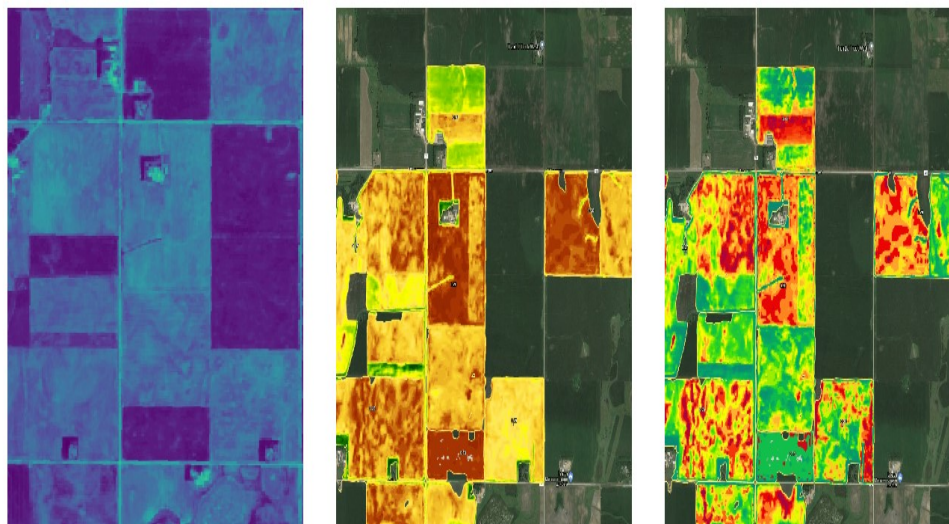


Рисунок 3 – Снимок, полученный со спутника, и тот же снимок, обработанный алгоритмами OneSoil

One Soil при помощи ДЗЗ позволяет определить индекс NDVI (Normalized difference vegetation index, Нормализованный вегетационный индекс) – числовой показатель качества и количества растительности на участке поля [8]. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) – метод получения информации о каком-либо объекте на территории планеты без установления непо-

средственного 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 [12]. Он рассчитывается по спутниковым снимкам и зависит от того, как растения отражают и поглощают световые волны разной длины (рис. 4). Были проведены исследования этого индекса для нескольких хозяйств, расположенных в Краснодарском крае.

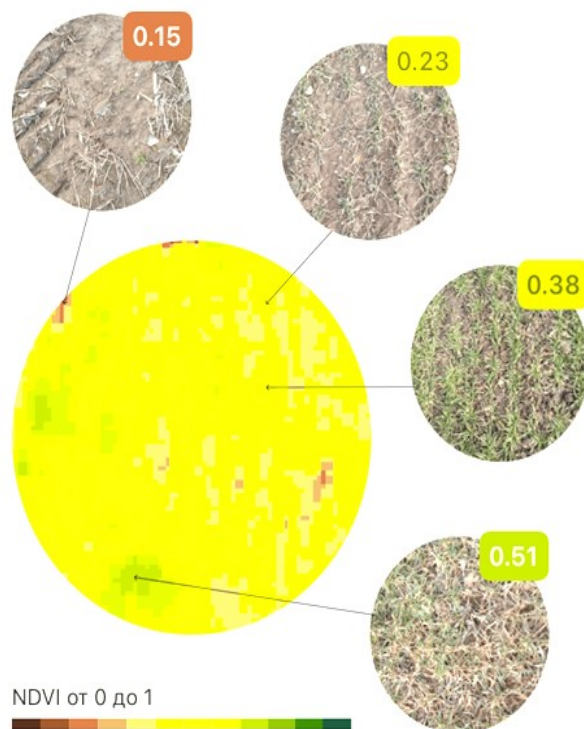


Рисунок 4 – Соотношение индекса NDVI с реальной ситуацией на поле

Важным технологическим основанием для точного мониторинга в платформе OneSoil является ее опора на спутниковую группировку Sentinel-2 в рамках европейской программы наблюдения Земли Copernicus. Ключевое преимущество заключается в использовании мультиспектральных снимков с разрешением 10 метров на пиксель, которые позволяют с высокой детализацией анализировать отражательную способность растительного покрова в красном и ближнем инфракрасном диапазонах (рис. 5). Именно на этом принципе строится расчет основного вегетационного индекса NDVI, выступающего интегральным индикатором здоровья и продуктивности посевов. Технологическая ценность Sentinel-2 для агромониторинга дополнительно обеспечивается высокой периодичностью обновления данных (каждые 3–5 дней), что позволяет отслеживать динамику состояния культур в режиме, близком к реальному времени, и оперативно реагировать на выявленные аномалии. Применение открытых данных этого спутникового созвездия не только гарантирует научную достоверность анализа, предоставляемого платформой, но и формирует экономически эффективную основу для массового внедрения технологий цифрового землеустройства, снижая барьеры для их использования сельхозпредприятиями, включая хозяйства Краснодарского края. Более того, долгосрочный архив снимков Sentinel-2 (накопление данных ведется с 2015 г.) предоставляет уникальную возможность для ретроспективного анализа и выявления долгосрочных трендов в изменении продуктивности земель, что является критически важным для оценки деградационных процессов и обоснования долгосрочных землеустроительных мероприятий [13, 17].

Для примера приведем анализ индекса NDVI хозяйства ГБПОУ КК «Кореновский Автомеханический техникум» станицы Платнировской Кореновского района Краснодарского края за с 2018 по 2023 г. (рис. 6). Данные, полученные на платформе OneSoil, показали, что в течение анализируемого периода состояние вегетации на одних и тех же полях хозяйства подвергалось

существенным межгодовым колебаниям. Это свидетельствует о динамических изменениях в обеспеченности растений влагой и питательными веществами, а также о влиянии агротехнических мероприятий и погодных условий. Однако в силу своей статичности и длительного периода действия (5 лет) традиционный агрохимический паспорт не способен отражать эту актуальную ежегодную динамику, что снижает его ценность для оперативного принятия управленческих решений. К тому же, традиционная методика агрохимического обследования, лежащая в основе действующего паспорта плодородия, основана на отборе смешанных почвенных проб с последующим лабораторным анализом. Пробы формируются путем объединения точечных образцов, взятых по жесткой сетке (обычно 1 образец на 3–5 га). В результате по каждому показателю (гумус, фосфор, калий, pH) для всего земельного участка устанавливается единый средний показатель, который не отражает объективно существующую пространственную неоднородность почвенного покрова. Этот усредненный подход приводит к унифицированным агротехническим рекомендациям, в то время как реальная потребность в удобрениях может значительно варьироваться в пределах одного поля. Использование вегетационных индексов, таких как NDVI, позволяет преодолеть этот принципиальный недостаток. Анализ спутниковых снимков в платформе OneSoil выявляет зону дифференцированной продуктивности внутри одного контура. Например, на одном поле можно четко выделить участки со стабильно высокой, средней и низкой вегетационной активностью. Таким образом, агрохимический паспорт, содержащий лишь усредненные данные, дает лишь общий фон, тогда как карты NDVI предоставляют пространственную матрицу для точечного управления. На основе данных NDVI можно определить зоны с низкой, средней и высокой вегетацией, чтобы внести удобрения точно, а не по всей площади. Участки с низким NDVI на фоне средних показателей гумуса становятся приоритетом для детальной диагностики и, возможно, корректирующих подкормок, а зоны с высоким и стабильным индексом могут получать поддерживающие дозы. Это позволяет не только повысить урожайность за счет адресного устранения лимитирующих факторов, но и существенно экономить ресурсы, предотвращая переудобрение уже продуктивных участков и минимизируя негативное антропогенное воздействие на агроландшафт.



Рисунок 5 – Определение индекса NDVI на отдельном поле в OneSoil

Проведенный анализ функциональных возможностей платформы OneSoil показал ее высокую эффективность для решения задач землеустройства.

Автоматизированное выделение границ полей позволяет создать актуальный картографический материал для целей землеустройства. Точность определения границ превышает показатели традиционных методов картографирования.



Рисунок 6 – Индекс NDVI в хозяйстве ГБПОУ КК «Кореновский автомеханический техникум»
Кореновского района на карте в OneSoil

Анализ многолетней динамики вегетационных индексов предоставляет уникальную возможность ретроспективной оценки изменения продуктивности земельных участков. Это особенно важно для мониторинга деградационных процессов и оценки эффективности использования земельных ресурсов. Возможности пространственного анализа вариабельности продуктивности внутри полей позволяют выделять зоны с различным уровнем плодородия почв. Это создает основу для дифференцированного землеустройства, учитывающего неоднородность почвенного покрова и условий роста сельскохозяйственных культур. Инструменты мониторинга севооборотов и использования земельных участков позволяют контролировать соблюдение требований рационального землепользования и выявлять случаи нецелевого использования земель сельскохозяйственного назначения. Для территории Краснодарского края особую ценность представляет возможность анализа динамики орошаемых земель, которые занимают значительные площади в регионе. Мониторинг состояния оросительных систем и эффективности использования водных ресурсов является важной составляющей современного землеустройства [6].

На основе проведенного исследования разработан комплекс рекомендаций по совершенствованию системы землеустройства Краснодарского края:

1. Создание единой геоинформационной системы землеустройства на основе интеграции данных ДЗЗ, материалов земельного кадастра и информации о продуктивности сельскохозяйственных земель.
2. Внедрение системы динамического землеустройства, предусматривающей регулярное обновление пространственных данных на основе материалов космической съемки [3].
3. Разработка методики оценки качества сельскохозяйственных земель на основе анализа многолетней динамики вегетационных индексов и продуктивности агроландшафтов.
4. Создание системы мониторинга использования земель сельскохозяйственного назначения с автоматическим выявлением случаев нецелевого использования и нарушений земельного законодательства.
5. Разработка нормативно-правовой базы, регламентирующей использование данных ДЗЗ для целей землеустройства и государственного контроля за использованием земель.

Реализация этих рекомендаций позволит создать современную систему управления земельными ресурсами, ориентированную на повышение продуктивности сельского хозяйства и сохранение плодородия почв.

Проведенное исследование подтвердило высокую эффективность использования данных космической съемки для геоинформационного обеспечения современного землеустройства. Платформа OneSoil демонстрирует значительный потенциал не только для мониторинга состояния сельскохозяйственных земель, но и для решения конкретных задач, регламентированных

законодательством Краснодарского края, в частности – для совершенствования системы агрохимического паспортирования.

Ключевым результатом работы является разработка методики интеграции данных дистанционного зондирования Земли с традиционными методами агрохимического обследования [10]. Предложенный подход позволяет преодолеть принципиальные ограничения классического агрохимического паспорта – его точечность, статичность и слабую пригодность для пространственного анализа. За счет использования многолетних рядов вегетационных индексов появляется возможность:

- перейти к целевому отбору почвенных образцов на основе выделенных зон продуктивности;
- создавать цифровые картограммы с высоким пространственным разрешением;
- осуществлять непрерывный мониторинг эффективности проводимых агрохимических мероприятий.

Для территории Краснодарского края внедрение предложенной системы геоинформационного обеспечения землеустройства позволит не только повысить эффективность использования земельных ресурсов, но и обеспечить выполнение требований регионального законодательства в области сохранения плодородия земель сельскохозяйственного назначения на качественно новом уровне. Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой автоматизированных алгоритмов верификации данных агрохимического обследования на основе анализа вегетационных индексов, созданием прогнозных моделей изменения агрохимических показателей и интеграцией искусственного интеллекта для оперативного выявления деградационных процессов в почвенном покрове.

Список литературы

1. Бондарчук А. В. Использование спутниковых данных для мониторинга негативных процессов на землях сельскохозяйственного назначения Краснодарского края / А. В. Бондарчук, А. Ю. Перов // 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.
2. Белоусов А. О. Геоинформационные технологии в землеустройстве / А. О. Белоусов, Е. Л. Уварова // Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, Санкт-Петербург, 24–26 марта 2021 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2021. Том Часть 2. С. 124–127. EDN VMBCQK.
3. Генин В. А. Моделирование урожайности кукурузы и сои по данным дистанционного зондирования земли / В. А. Генин, Н. В. Клебанович // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4. С. 100–104. EDN YSOFHF.
4. Данилов Ю. Г. Возможности использования геоинформационных систем и технологий в землеустройстве / Ю. Г. Данилов, Е. О. Князькина, М. В. Кустов, С. А. Тесленок // Огарев-online. 2023. Т. 11, № 2.
5. Жуков В. Д. Применение ГИС и методов дистанционного зондирования для выявления деградации почв Азово-Кубанской низменности (на примере Ейского района Краснодарского края) / В. Д. Жуков, М. В. Сидоренко, А. Ю. Перов // Московский экономический журнал. 2020. № 2. С. 4. DOI: 10.24411/2413-046X-2020-10082. EDN GCUXWE.
6. Жанзаков Б. Ж. Использование дистанционного зондирования и вегетационных индексов в сельскохозяйственной практике и науке: обзор / Б. Ж. Жанзаков, Ф. К. Кулынтай, В. Ф. Скобликов и др. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3. С. 60–66. EDN HRUWHZ.
7. Ковалева Т. Н. Геоинформационные системы и картографирование данных экономических и социальных исследований в землеустройстве / Т. Н. Ковалева // Известия Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. 2012. № 1 (6). С. 52–62. EDN PXLVZT.
8. Липина Л. Н. Применение информационных технологий для повышения урожайности сельскохозяйственных культур / Л. Н. Липина, А. Н. Фролов // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 5 (131). DOI: 10.23670/IRJ.2023.131.19.
9. Мещанинова Е. Г. Применение данных дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве / Е. Г. Мещанинова, Ю. А. Степкин // Экономика и экология территориальных образований. 2020. Т. 4, № 4. С. 72–77. DOI: 10.23947/2413-1474-2020-4-4-72-77.
10. Рудой Е. В. Научно-обоснованный прогноз развития точного земледелия в России / Е. В. Рудой, М. С. Петухова, С. В. Рюмкин и др. Новосибирск: Золотой колос, 2021. 138 с. EDN BLJFAQ.
11. Закон Краснодарского края от 7 июня 2004 года № 725-КЗ «Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения на территории Краснодарского края» // Кодекс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/461607267>.
12. Попов Ю. М. Применение методов дистанционного зондирования для оценки и выбора потенциально виноградопригодных земель в Краснодарском крае / Ю. М. Попов, А. Ю. Перов // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18, № 4. С. 76–83. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-76-83. EDN XVBZDG.
13. Что такое OneSoil? // OneSoil Help Center. 2025. URL: <https://help.onesoil.ai/ru/articles/5237693-что-такое-onesoil> (дата обращения: 03.12.2025).

14. Космический аппарат «Монитор-Э» // АО «Российские космические системы», НЦ ОМЗ. 2024. URL: <https://ntsomz.ru/monitor-e> (дата обращения: 03.12.2025).
15. Мониторинг земель на основе применения космических технологий // Геопространственное агентство «Иннотер». 2024. URL: <https://innoter.com/articles/monitoring-zemel-na-osnove-primeneniya-kosmicheskikh-tekhnologiy> (дата обращения: 03.12.2025).
16. Охрана, рациональное использование земель // ПАО «Сургутнефтегаз». 2024. URL: <https://www.surgutneftegas.ru/responsibility/ecology/prirodookhrannye-meropriyatiya/okhrana-ratsionalnoe-ispolzovanie-zemel> (дата обращения: 03.12.2025).
17. Modern technologies in agriculture: how tech is changing the field // OneSoil Blog. 2022. URL: <https://blog.onesoil.ai/en/modern-technologies-in-agriculture> (дата обращения: 03.12.2025).

References

1. Bondarchuk A. V., Perov A. Yu. Using satellite data for monitoring negative processes on agricultural lands of the Krasnodar Territory. *News of the Dagestan State Pedagogical University. Natural and Exact Sciences*. 2024; 18;4:45–55. DOI: 10.31161/1995-0675-2024-18-4-45-55. EDN BVZHHV (In Russ.).
2. Belousov A. O., Uvarova E. L. Geoinformation technologies in land management. *Intellectual potential of young scientists as a driver of agribusiness development: proceedings of the international scientific and practical conference of young scientists and students, St. Petersburg, March 24–26, 2021*. St. Petersburg: Saint Petersburg State Agrarian University, 2021;2:124–127. EDN VMBCQK (In Russ.).
3. Genin V. A., Klebanovich N. V. Modeling the yield of corn and soybeans according to remote sensing data. *Bulletin of the Belarusian State Rural Academy*. 2018;4:100–104. EDN YSOFHF (In Russ.).
4. Danilov Yu. G., Knyazkina E. O., Kustov M. V., Teslenok S. A. Possibilities of using geoinformation systems and technologies in land management. *Ogarev-online*. 2023;11:2 (In Russ.).
5. Zhukov V. D., Sidorenko M. V., Perov A. Yu. Application of GIS and remote sensing methods to detect soil degradation in the Azov-Kuban lowland (on the example of the Yeisk district of the Krasnodar Territory). *Moscow Economic Journal*. 2020;2:4. DOI: 10.24411/2413-046X-2020-10082. EDN GCUXWE (In Russ.).
6. Zhanzakov B. Zh., Kulyntai F. K., Skoblikov V. F. Use of remote sensing and vegetation indices in agricultural practice and science: an overview. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2024;3:60–66 (In Russ.).
7. Kovaleva T. N. Geoinformation systems and mapping of economic and social research data in land management. *Proceedings of the Plekhanov Russian University of Economics*. 2012;1(6):52–62. EDN PXLVZT (In Russ.).
8. Lipina L. N., Frolov A. N. Application of information technologies to increase the yield of agricultural crops. *International Research Journal*. 2023;5(131). DOI: 10.23670/IRJ.2023.131.19 (In Russ.).
9. Meshchaninova E. G., Stepin Yu. A. Application of Earth remote sensing data in agriculture. *Economics and ecology of territorial entities*. 2020;4:4:72–77. DOI: 10.23947/2413-1474-2020-4-4-72-77 (In Russ.).
10. Rudoy E. V., Petukhova M. S., Ryumkin S. V. *Scientifically-based forecast of the development of precision agriculture in Russia*. Novosibirsk: Zolotoy kolos; 2021:138. EDN BLJFAQ (In Russ.).
11. Law of the Krasnodar Territory of June 7, 2004 № 725-KZ «On ensuring the fertility of agricultural land in the territory of the Krasnodar Territory». *Codex*. Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/461607267> (In Russ.).
12. Popov Yu. M., Perov A. Yu. Application of remote sensing techniques for the assessment and selection of potentially vinogradarstva of land in the Krasnodar region. *News of the Dagestan State Pedagogical University. Natural and exact sciences*. 2024;18;4:76–83. DOI: 10.31161 / 1995-0675-2024-18-4-76-83. EDN XVBZDG (In Russ.).
13. What is OneSoil? *OneSoil Help Center*. 2025. URL: <https://help.onesoil.ai/ru/articles/5237693-что-такое-onesoil> (accessed 03.12.2025).
14. Spacecraft «Monitor-E». *JSC «Russian Space Systems», NC OMZ*. 2024. URL: <https://ntsomz.ru/monitor-e> (accessed 03.12.2025) (In Russ.).
15. Earth monitoring based on the application of space technologies. *Geospatial Agency «Innотer»*. 2024. URL: <https://innoter.com/articles/monitoring-zemel-na-osnove-primeneniya-kosmicheskikh-tekhnologiy> (accessed 03.12.2025) (In Russ.).
16. Protection, rational use of land. *PJSC «Surgutneftegaz»*. 2024. URL: <https://www.surgutneftegas.ru/responsibility/ecology/prirodookhrannye-meropriyatiya/okhrana-ratsionalnoe-ispolzovanie-zemel> (accessed on 03.12.2025). (In Russ.).
17. Modern technologies in agriculture: how tech is changing the field. *OneSoil Blog*. 2022. URL: <https://blog.onesoil.ai/en/modern-technologies-in-agriculture> (accessed 03.12.2025) (In Russ.).

Информация об авторах

Перов А. Ю. – кандидат географических наук кафедры землеустройства и земельного кадастра, доцент;
Египко А. В. – магистрант 1 курса землеустроительного факультета;
Макеев С. А. – магистрант 1 курса землеустроительного факультета.

Information about the authors

Perov A. Yu. – Candidate of Geographical Sciences, Department of Land Management and Land Cadastre, Associate Professor;
Egypko A. V. – 1st year Master's student at the Faculty of Land Management;
Makeev S. A. – 1st year Master's student at the Faculty of Land Management.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 15.12.2025; одобрена после рецензирования 13.01.2026; принята к публикации 16.02.2026.

The article was submitted 15.12.2025; approved after reviewing 13.01.2026; accepted for publication 16.02.2026.

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 71–77.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):71–77 (In Russ.).

Научная статья

УДК 504.453

<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.011>

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ УЧАСТКА РЕКИ ИЧКИ
В ГРАНИЦАХ ЛОСИНООСТРОВСКОГО РАЙОНА ГОРОДА МОСКВЫ**

Иванова Елена Юрьевна^{1✉}, Игнатьева Елизавета Александровна²

¹Государственный университет просвещения, Мытищи, Россия

²Департамент экологического мониторинга и экспертизы ООО «Экостандарт «Технические решения»», Москва, Россия

¹ivelena2010@mail.ru✉

²ig.lizabet@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена экологической оценке состояния участка реки Ички в границах Лосиноостровского района Северо-Восточного административного округа города Москвы. Объектом исследования является участок реки Ички в пределах Лосиноостровского района г. Москвы. Предмет исследования состоит в изучении загрязнения вод объекта исследования. Гидрохимический анализ отобранных проб был проведен в лабораторных условиях осенью 2024 г. и весной 2025 г. с использованием метода титрования, а также колориметрического и турбидиметрического методов. Результаты проб, отобранных в тот же период, были получены путем использования экспресс-методов. В общей сложности за период осень 2024 г. – весна 2025 г. было произведено определение в 2 пробах по 9 показателям (в каждой) в лабораторных условиях и в 5 пробах по 25 показателям (в каждой) экспресс-методами. Экологическая оценка качества вод реки Ички в границах Северо-Восточного административного округа г. Москвы, свидетельствует о том, что качество воды по комплексу содержащихся элементов соответствует «чистой» категории загрязнения. Концентрация среднего показателя по отдельно взятому веществу соответствует категории «умеренно грязная» (по содержанию нитратов, нитритов и иона-аммония) и «очень грязная» (по концентрации железа).

Ключевые слова: экологическая оценка, визуальная экологическая оценка, гидрохимический анализ, качество речных вод, уровень загрязнения

Для цитирования: Иванова Е. Ю., Игнатьева Е. А. Экологическая оценка состояния участка реки Ички в границах Лосиноостровского района города Москвы // Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 71–77. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.011>.

**ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE STATE OF THE ICHKA RIVER SECTION
WITHIN THE BORDERS OF THE LOSINOOSTROVSKY DISTRICT OF MOSCOW**

Elena Yu. Ivanova^{1✉}, Elizaveta A. Ignatieva²

¹Federal State Educational Institution of Higher Education, Mytishchi, Russia

²Department of Environmental Monitoring and Expertise LLC «Ecostandard «Technical Solutions»», Moscow, Russia

¹ivelena2010@mail.ru✉

²pn.mo238@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the environmental assessment of the state of the Ichka River section within the boundaries of the Losinoostrovsky District of the North-Eastern Administrative District of Moscow. The object of the study is the Ichka River section within the Losinoostrovsky District of Moscow. The subject of the study is the study of water pollution in the object of study. Hydrochemical analysis of the samples collected was carried out in laboratory conditions in autumn 2024 and spring 2025 using the titration method, as well as the colorimetric and turbidimetric methods. The results of the samples collected during the same period were obtained using express methods. In total, during the period from autumn 2024 to spring 2025, 9 indicators (in each) were determined in 2 samples under laboratory conditions and 25 indicators (in each) were determined in 5 samples using express methods. An environmental assessment of the water quality of the Ichka River within the boundaries of the North-Eastern Administrative District of Moscow indicates that the water quality corresponds to the «clean» pollution category in terms of the range of elements contained. The average concentration of a single substance corresponds to the category of «moderately dirty» (based on the content of nitrates, nitrites and ammonium ions) and «very dirty» (based on the concentration of iron).

Keywords: environmental assessment, visual environmental assessment, hydrochemical analysis, river water quality, pollution level

For citation: Ivanova E. Yu., Ignatieva E. A. Environmental assessment of the state of the Ichka River section within the boundaries of the Losinoostrovsky District of Moscow. *Geology, Geography and Global Energy*. 2026; 2(101):71–77. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.011> (In Russ.).

Введение

Река Ичка, протекающая в границах Лосиноостровского района города Москвы, является важным элементом городской экосистемы, выполняя ряд ключевых функций: дренажную, рекреационную и эстетическую. Однако, будучи расположенной в урбанизированной среде, река подвержена значительному антропогенному воздействию, включающему сброс ливневых и промышленных стоков, загрязнение бытовым мусором и изменение береговой линии в результате застройки. В связи с чем проводимая оценка экологического состояния вод реки Ички является актуальной с научной и практической точек зрения [1, 2].

Объектом исследования является участок реки Ички в пределах Лосиноостровского района Северо-Восточного административного округа г. Москвы. Предмет исследования – загрязнение вод исследуемого объекта. Цель исследования состоит в экологической оценке состояния вод реки Ички в пределах Лосиноостровского района г. Москвы. Задачи исследования включали: изучение данных информационных источников по теме исследования (методики проведения визуальной оценки экологического состояния участка реки, методики проведения пробоотбора воды, методики проведения гидрохимического анализа природной воды, нормативно-правовой документации), проведение экспериментальной части (визуальной оценки экологического состояния участка реки, пробоотбора воды) и обработку полученных результатов (систематизация фактических данных, расчет индекса загрязнения воды (ИЗВ)).

Экспериментальная часть работы была выполнена авторами на участке р. Ички в пределах Лосиноостровского района г. Москвы в период с сентября 2024 г. по апрель 2025 г.

Научная новизна и практическая значимость результатов исследования заключается в определении авторами на основе визуальной оценки и гидрохимических показателей экологического состояния вод участка реки Ички на территории Северо-Восточного административного округа города Москвы. Представленную информацию можно использовать в дальнейшей работе по оценке экологического состояния [3], а также исследования динамики изменения гидрохимических показателей вод р. Ички.

Материалы и методы

Экологическая оценка участка реки Ички в границах Лосиноостровского района Северо-Восточного административного округа г. Москвы производилась по ряду направлений: нормативно-правовое регулирование размещения нормируемых объектов вблизи исследуемого водоема, визуальный анализ экологического состояния приустьевой части и русла р. Ички, анализ гидрохимического состава вод р. Ички с последующим расчетом ИЗВ.

Оценка нормативно-правового регулирования состояния р. Ички производилась на основе анализа расположения участка реки и объектов воздействия на прилегающей территории по фондовым материалам [4, 5] с последующим отражением ключевых моментов на картосхеме расположения областей воздействия нормируемых объектов на исследуемом участке, составленной с помощью ПО ГИС «Аксиома».

Визуальный анализ экологического состояния прибрежной территории и вод р. Ички проводился авторами осенью 2024 г. и весной 2025 г. Для этого авторами предварительно были определены точки пробоотбора воды [6]. В дальнейшем для проведения визуальной оценки были заложены учетные площадки с опорой на точки пробоотбора воды. На следующем этапе с помощью маршрутного хода и использованием предварительно выбранной методики комплексной (системной) оценки городских водных объектов, предложенной А. Г. Муравьевым [7], было произведено исследование экологического состояния учетных площадок с фотофиксацией рабочего материала.

Анализ гидрохимического состава вод р. Ички производился на основе данных лабораторных исследований и экспериментальных исследований, выполненных авторами самостоятельно в камеральных условиях набором жидких индикаторов «NILPA PRO» и тест-полосками «16 in 1 drinking water» [8]. Пробоотбор производился в 5 точках осенью 2024 г. и весной 2025 г. Суммарно обработано 12 проб. Произведено 143 измерения. Определено 34 показателя.

Расчет индекса загрязнения воды производился по 6-ти показателям. В расчетах были использованы предварительно определенные концентрации содержания нитритов, нитратов, pH, gH, железа и аммония, а также их ПДК. В формуле фигурирует средний показатель суммы отношений определенной концентрации вещества к его ПДК. Полученные показатели соотносятся со значениями шкалы качества воды [9, 10].

Результаты и обсуждение

Оценка нормативно-правового регулирования размещения вблизи участка реки Ички выявила наличие нормируемых объектов, оказывающих негативное воздействие на исследуемый водный объект, размещение которых нарушает существующее природоохранное законодательство (рис. 1).

На рассматриваемой территории источниками воздействия на исследуемый объект являются: Перловское кладбище, участок МКАД, участок железной дороги Ярославского направления, автомобильная мойка и гаражные территории.

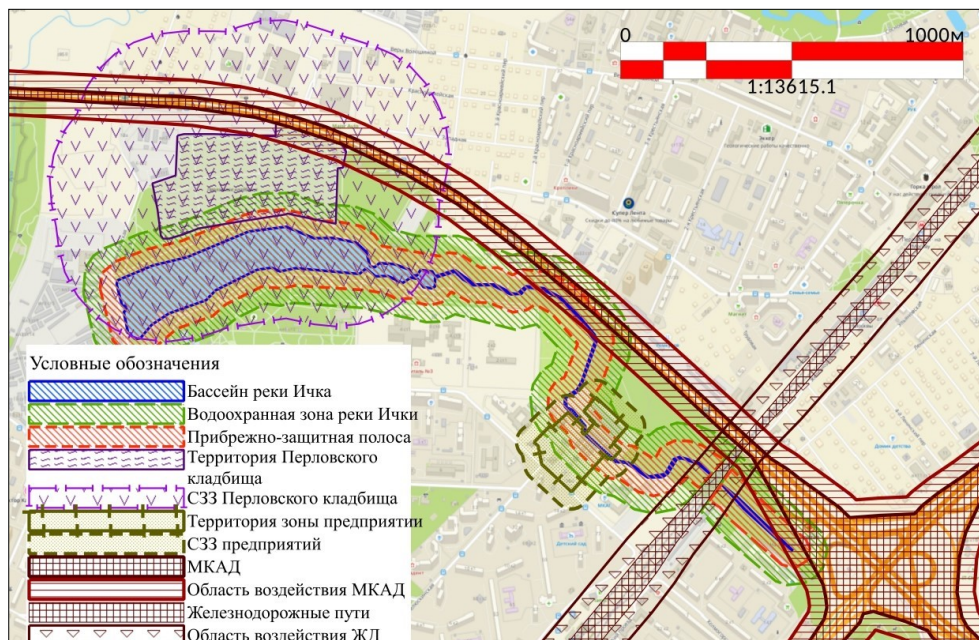


Рисунок 1 – Картосхема расположения областей воздействия объектов на исследуемом участке

На побережье Дзамгаровского пруда, через который протекает река Ичка, на расстоянии менее 50 м проходит южная граница участка Перловского кладбища. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [5], минимальные расстояния от территории кладбища до границ санитарно-защитной зоны должны составлять не менее 300 м. Однако в данном случае водоохранная зона р. Ички проходит в границах данного объекта, что создает потенциальные риски для здоровья населения и окружающей среды. Таким образом, в соответствии с действующим законодательством и санитарными нормами, территория Перловского кладбища (ул. Стартовая, 16, Москва, 129336) нарушает установленные санитарно-защитные зоны кладбища.

Санитарно-защитные зоны (СЗЗ) представляют собой важный инструмент для обеспечения охраны здоровья населения и защиты окружающей среды от негативного воздействия промышленных объектов и других источников загрязнения. Основным нормативным правовым актом данного исследования является СанПиН 2.2.12.1.1.1200-03 [5]. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [5], минимальные расстояния от территории моек автомобилей и гаражных территорий до границ санитарно-защитной зоны должны составлять не менее 50 м. В этом случае также нарушение санитарных норм представляет угрозу для окружающей среды и бассейна реки Ички.

Создание и функционирование водоохранных зон (ВЗ) и прибрежных защитных полос (ПЗП) регулируется рядом законодательных актов на уровне государства и региона. Для реки Ички размер ВЗ составляет 100 м, ПЗП – 40 м, береговая полоса – 20 м от уреза воды. Основным документом является Водный кодекс РФ (ВК РФ, ст. 65), который определяет критерии для установления границ этих зон, а также виды деятельности, которые в них запрещены или ограничены [4]. Зона воздействия прилегающей Московской кольцевой автомобильной дороги (МКАД) составляет минимум 50 м [5]. Эта область проходит и по водоохранной зоне реки, и по прибрежной защитной полосе, что негативно влияет на экологическое состояние исследуемого объекта.

Визуальная оценка прибрежной территории реки Ички проводилась осенью 2024 и весной 2025, при этом существенных изменений в результатах не отмечалось. Анализ проводился по всей территории исследуемого участка от точки пробоотбора № 1 до точки пробоотбора № 5 (рис. 2).



Рисунок 2 – Схема расположения точек отбора проб на р. Ичке

Точки пробоотбора воды были выбраны в соответствии с изменениями условий внешней среды (рис. 2). Первая точка пробоотбора располагалась на реке Ичке у восточной границы Лосиноостровского района г. Москвы, вторая – после пересечения железнодорожного коллектора, третья – после прохождения в открытом русле коммунальной зоны, четвертая – в районе озелененных территорий вблизи коттеджных участков, пятая – в месте прохождения Ички через Джамгаровские пруды.

Исследуемый участок можно охарактеризовать по нескольким пунктам: хорошее затенение русла, прохладная вода; обильное содержание древесных и органических остатков в реке; хорошо развитая растительность по берегам, есть корни, защищающие берега; широкое, илистое мелкое русло реки; мало пригодных местообитаний для рыб и других животных; удовлетворительное качество воды; высокий уровень воды в русле в течение лета. Большинство этих показателей указывают на естественное состояние прибрежной зоны реки, остальные же на ее деградацию (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты визуального анализа вод и прибрежной территории р. Ички в границах Лосиноостровского района

Показатель	Состояние объекта	Балл
Состояние русла	Присутствуют возможные свидетельства того, что в прошлом были изменения русла, но есть видимые признаки восстановления русла и берегов	7
Прибрежная зона	Естественная растительность распространяется на одну ширину ручья или охватывает всю пойменную территорию	8
Стабильность берегов	Берега стабильны. Как правило, низкие, на уровне поймы. Более 33 % внешней эрозивной поверхности берегов укреплено корнями деревьев, которые могут опускаться до поверхности воды	10
Внешний вид (прозрачность и др.)	Вода мутная большую часть времени. Прозрачность снижается от 15 до 50 см. В местах с замедленным течением наблюдается зеленая окраска воды. Камни и погруженные предметы покрыты пленками. Слабый запах (тухлых яиц)	3
Обогащенность вод биогенными элементами	Вода чаще всего зеленого цвета. Русло сильно зарастает высшей водной растительностью и водорослевыми матами, особенно в теплые месяцы	3
Барьеры для движения рыб	На исследованном участке есть довольно высокие завалы, дамбы, водопроводные трубы	3
Затененность русла (полог из крон деревьев)	Больше 50 % русла затенено	7
Степень заиления порогов	Заиленность камней на порогах > 40 %	3

Большинство этих показателей указывают на естественное состояние прибрежной зоны реки, остальные же – на ее деградацию. Состояние водного объекта составило 44 балла из 80 возможных и оценено как «удовлетворительное».

Данные результатов проведенного лабораторного анализа гидрохимического состава вод реки Ички Лосиноостровского района в начальном пункте пробоотбора воды из 9 наименований показали превышение только по показателю перманганатной окисляемости.

Результаты экспериментальной работы авторов по определению гидрохимического состава речной воды с использованием тест-набора NILPA PRO (табл. 2) показали присутствие среди определяемых веществ и элементов тех, которые превышали нормативные значения (нитрит и общая жесткость). При использовании тест-набора «16 in 1 drinking water» было выявлено превышение по углероду, общей щелочности и общей жесткости (табл. 3).

Таблица 2 – Результаты экспериментального анализа по гидрохимическим показателям проб воды из реки Ички в границах Лосиноостровского района (СВАО, г. Москва), проведенного осенью 2024 г. и весной 2025 г. с использованием тест-набора NILPA PRO

Показатель	TK1		TK2		TK3		TK4		TK5		ПДК
	Осень 2024	Весна 2025	Осень 2024	Весна 2025	Осень 2024	Весна 2025	Осень 2024	Весна 2025	Осень 2024	Весна 2025	
pH	7,5	6	7,5	6	7,5	6	7,5	6,5	7,5	7,5	6,5–8,5
gH	6	11	7	12	8	16	8	15	8	16	–
kH	7	5	7	6	7	4	8	8	8	9	10
PO ₄	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	3,5
NO ₂	0,1	0	0,2	0	0,4	0	0,4	0,1	4	0	3,3
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
NO ₃	10	10	20	20	10	10	10	10	20	20	45
NH ₄	2	0	2	0	1	1	1	1	1	0	2
Fe	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Таблица 3 – Результаты экспериментального анализа по гидрохимическим показателям проб воды из реки Ички в границах Лосиноостровского района, проведенного с использованием тест-набора «16 in 1 drinking water»

Показатель/номер пробы	1	2	3	4	5	Норма
Общая щелочность	180	180	180	120	80	40–120
pH	7,2	7,2	7,6	7,6	7,6	6,5–8,5
Углерод	180	180	120	120	120	40–120
gH	25	50	50	25	25	–
Циануровая кислота	0	0	0	0	0	50
Хлор общий	0	0	0	0	0	1,0
Свободный хлор	0	0	0	0	0	0,5
Бром	0	0	0	0	0	0,1
Нитриты	0	0	0	0	0	10
Нитраты	0	0	0	0	0	1
Железо	0	0	0	0	0	0,3
Хром	0	0	0	0	0	2,0
Свинец	0	0	0	0	0	15,0
Медь	2,5	2,5	0	0	0	1
Ртуть	0	0	0	0	0	0,002
Фтор	0	0	0	0	0	4

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что ряд показателей превышают нормативные значения: содержание углерода в водах реки Ички в пунктах пробоотбора № 1, 2 превышает норматив минимум на 60 единиц, а в пунктах № 3, 4 и 5 соответствует ПДК (при нормативе от 40 до 120 единиц соответственно); показатель общей щелочности в пунктах отбора проб № 1 и 2 превышает указанные выше нормативы на 60 единиц; при анализе проб выявилось превышение жесткости воды, в интервале от 50 до 100 единиц вода считается жесткой. Повышения наблюдались в точках пробоотбора № 2 и 3; выявилось наличие в химическом составе воды меди, концентрация которой превышала ПДК на 2,5 единиц.

Данные, полученные в результате расчета ИЗВ в пределах каждой точки пробоотбора воды весной 2025 г., указывают на оценку класса качества воды «чистая» (табл. 4). Большинство показателей не превышают нормы ПДК и соответствуют установленным санитарным нормам.

Таблица 4 – Результаты расчета индекса загрязнения вод в реке Ичке Лосиноостровского района

Показатель Место отбора проб	pH	gH	NO ₂	NO ₃	NH ₄	Fe	ИЗВ	Оценка класса качества воды
Точка 1	6	11	0	10	0	0,3	0,48	Чистая
Точка 2	6	12	0	20	0	0,3	0,52	Чистая
Точка 3	6	16	0	10	1	0,3	0,61	Чистая
Точка 4	6,5	15	0	10	1	0,3	0,59	Чистая
Точка 5	7,5	16	0	20	0	0,3	0,56	Чистая
ПДК	6,5–8,5	15	3,3	45	2	0,3	–	–
ИЗВ вещества	6,075	5,198	1,242	1,999	1,5	6	–	–
Оценка класса качества воды	Очень грязная	Грязная	Умеренно загрязненная			Очень грязная	–	–

Средний показатель ИЗВ по содержанию нитратов, нитритов и иона аммония на исследуемом участке реки, соответствует категории «умеренно грязная», а по содержанию железа – «очень грязная».

Заключение

В процессе проведения исследования был сформулирован ряд выводов:

1. Оценка нормативно-правового регулирования исследуемой территории выявила вблизи участка реки Ички наличие нормируемых объектов, оказывающих негативное воздействие на исследуемый водный объект, размещение которых нарушает существующее природоохранное законодательство в части несоблюдения ограничений СЗЗ, ВЗ и ПЗП.
2. В результате проведения визуальной оценки прибрежной территории было выявлено, что состояние прибрежной территории и русло реки на территории исследуемого участка оценивается как «удовлетворительное».
3. Результаты лабораторного анализа гидрохимического состава вод реки Ички в пределах Лосиноостровского района г. Москвы выявили в конечном пункте пробоотбора воды превышение нормативных показателей по показателю перманганатной окисляемости.
4. Результаты экспериментальной работы автора по определению гидрохимического состава речной воды с использованием тест-набора NILPA PRO в пяти пунктах пробоотбора показали несоответствие концентраций кислотности (pH), общей жесткости (gH) и нитритов (отбор проб осенью 2024 г.) утвержденным нормативам.
5. Результаты экспериментальной работы автора по определению гидрохимического состава речной воды с использованием тест-набора «16 in 1 drinking water» в пяти пунктах пробоотбора показали превышения значений общей щелочности, углерода, меди и общей жесткости (gH).
6. Данные, полученные в результате расчета индекса загрязнения воды в пределах каждой точки пробоотбора воды, указывают на оценку класса качества воды «чистая».
7. Средний показатель ИЗВ по содержанию нитратов, нитритов и иона аммония на исследуемом участке реки соответствует категории «умеренно грязная», а по содержанию железа – «очень грязная».

Список литературы

1. Обзор состояния работ на сети наблюдений за загрязнением поверхностных вод России по гидробиологическим показателям в 2023 году: ежегодник / ФГБУ «ИГКЭ». Москва, 2024. 23 с.
2. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник 2023: ежегодник / ФГБУ «Гидрохимический институт»; ред. М. М. Трофимчук. Ростов-на-Дону, 2024. 596 с.
3. Иванова Е. Ю. Мониторинг вод Ушаковского карьера / Е. Ю. Иванова, А. Д. Соловьева // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 96, апрель (Часть 10). С. 147–151.
4. Водный кадастр Российской Федерации. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество: ежегодник / ФГБУ «Государственный гидрологический институт»; ред.: С. И. Гусев, Е. И. Куприенко. Санкт-Петербург, 2023. 153 с.
5. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». URL: <https://125.fsvps.gov.ru/files/sanitarno-jepidemiologicheskie-pravila-i-normy-sanpin-2-2-1-2-1-1-1200-03-sanitarno-zashhitnyezony-i-sanitamaja-klassifikacija-predpriyatij-sooruzhenij-i-inyh-obektov> (дата обращения: 21.07.2025).
6. Подробная онлайн-карта России с городами, карта автомобильных дорог РФ. URL: <https://kartarf.ru> (дата обращения: 20.07.2025).
7. Исследование экологического состояния водных объектов: руководство по применению ранцевой полевой лаборатории «НКВ-Р» / под ред. А. Г. Муравьева. Санкт-Петербург: Крисмас+, 2021. 232 с.
8. Друтов Ю. С. Анализ загрязнения воды: практическое руководство / Ю. С. Друтов, А. А. Родин. Москва: Лаборатория знаний, 2024. 681 с.

9. РД 52.24.6432002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям / разраб. В. П. Емельянова, Е. Е. Лобченко. Ростов-на-Дону: Гидрометеиздат, 2002. 55 с.
10. Евдокимова Е. В. Комплексная гидрохимическая оценка качества вод реки Мещерики в границах городского округа Лобня Московской области / Е. В. Евдокимова, Е. Ю. Иванова, М. В. Кулакова, И. А. Моргунов // Геоэкология, география и глобальная энергия. 2025. № 1 (96). С. 137–145. DOI: 10.54398/2077-6322.2025.96.1.019.

References

1. *Review of the status of work on the network of observations of surface water pollution in Russia based on hydrobiological indicators in 2023: yearbook*. FSBI «IGKE». Moscow; 2024:23 (In Russ.).
2. *Quality of surface waters of the Russian Federation. Yearbook 2023: yearbook*. FSBI «Hydrochemical Institute»; ed. M. M. Trofimchuk. Rostov-on-Don; 2024:596 (In Russ.).
3. Ivanova E. Yu., Solovieva A. D. Monitoring of waters of the Ushakovsky quarry. *Trends in the Development of Science and Education*. 2023;96April(10):147–151 (In Russ.).
4. *Water cadastre of the Russian Federation. Surface and groundwater resources, their use and quality: yearbook*. State Hydrological Institute; ed.: S. I. Gusev, E. I. Kuprienok. St. Petersburg; 2023:153 (In Russ.).
5. *Sanitary and Epidemiological Rules and Regulations SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Sanitary protection zones and sanitary classification of enterprises, structures and other objects»*. URL: <https://125.fsvps.gov.ru/files/sanitarno-jepidemiologicheskie-pravila-i-normy-sanpin-2-2-1-2-1-1-1200-03-sanitarno-zashhitnye-zony-i-sanitarnaja-klassifikacija-predpriyatij-sooruzhenij-i-inyh-obektov> (accessed 21.07.2025) (In Russ.).
6. *Detailed online map of Russia with cities, map of Russian roads*. URL: <https://kartarf.ru> (accessed 20.07.2025) (In Russ.).
7. *Study of the ecological state of water bodies: guide to the use of the knapsack field laboratory «NKV-R»*. Ed. A. G. Muravyov. St. Petersburg: Christmas+; 2021:232 (In Russ.).
8. Drugov Yu. S., Rodin A. A. *Analysis of water pollution: a practical guide*. Moscow: Laboratory of knowledge; 2024:681 (In Russ.).
9. РД 52.24.6432002. *Method for a comprehensive assessment of the degree of pollution of surface waters based on hydrochemical indicators*. Developed by V. P. Emelyanova, E. E. Lobchenko. Rostov-on-Don: Gidrometeoizdat; 2002:55 (In Russ.).
10. Evdokimova E. V., Ivanova E. Yu., Kulakova M. V., Morgunov I. A. Comprehensive hydrochemical assessment of the water quality of the Meshcherikha River within the boundaries of the Lobnya urban district of the Moscow region. *Geology, Geography and Global Energy*. 2025;1(96):137–145. DOI: 10.54398/2077-6322.2025.96.1.019 (In Russ.).

Информация об авторах

Иванова Е. Ю. – кандидат географических наук, доцент кафедры географии, геоэкологии и природопользования факультета естественных наук;

Игнатьева Е. А. – администратор отдела экологической экспертизы, департамент экологического мониторинга и экспертизы.

Information about the authors

Ivanova E. Yu. – Candidate of Sciences (Geographical), Associate Professor of the Department of Geography, Geoeology and Environmental Management, Faculty of Natural Sciences;

Ignatieva E. A. – administrator of the Department of Environmental Expertise.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 12.02.2026; принята к публикации 21.02.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 12.02.2026; accepted for publication 21.02.2026.

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 78–81.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):78–81 (In Russ.).

Научная статья
УДК 504.06:378
<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.012>

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Приходько Александр Владимирович
Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород,
Россия
1760095@bsu.edu.ru

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена необходимостью снижения экологической нагрузки от полиграфических предприятий, расположенных в жилых зонах, путем повышения уровня профессиональной подготовки кадров. Цель работы – разработка научно-методических основ геоэкологического образования специалистов полиграфической отрасли с учетом региональных особенностей Белгородской области. В статье проанализированы теоретические подходы к геоэкологическому образованию как элементу экологической безопасности. На примере ЗАО «Белгородская областная типография» проведена оценка экологических рисков полиграфического производства и существующего уровня экологической грамотности персонала. Выявлены недостатки в знаниях производственного персонала в области обращения с отходами и действий в нестандартных ситуациях. Обоснованы принципы построения образовательной программы (региональной ориентированности, практической направленности, дифференциации обучения), предложена ее модульная структура, включающая теоретический, практический и управленческий блоки. Даны рекомендации по оценке эффективности обучения. Научная новизна заключается в разработке трех-уровневой модели геоэкологической компетентности, адаптированной к территориальной специфике размещения промышленных объектов в регионе. Практическая значимость работы состоит в возможности использования предложенных подходов для совершенствования системы профессиональной подготовки и повышения квалификации специалистов полиграфической отрасли в других субъектах РФ.

Ключевые слова: геоэкологическое образование, экологическая безопасность, полиграфическая промышленность, санитарно-защитные зоны, профессиональное обучение сотрудников полиграфической промышленности

Для цитирования: Приходько А. В. Геоэкологическое образование специалистов полиграфической отрасли // Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 78–81. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.012>.

GEOECOLOGICAL EDUCATION OF SPECIALISTS IN THE PRINTING INDUSTRY

Alexander V. Prikhodko
Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia
1760095@bsu.edu.ru

Abstract. The relevance of the study is due to the need to reduce the environmental impact of printing enterprises located in residential areas by improving the level of professional training. The aim of the work is to develop scientific and methodological foundations of geoecological education for printing industry specialists, taking into account the regional characteristics of the Belgorod region. The article analyzes theoretical approaches to geoecological education as an element of environmental safety. Using the example of JSC «Belgorod Regional Printing House», an assessment of the environmental risks of printing production and the current level of environmental literacy of personnel was carried out. Deficiencies in the knowledge of production personnel in the field of waste management and emergency response were identified. The principles of constructing an educational program (regional orientation, practical focus, differentiation of training) are substantiated, its modular structure is proposed, including theoretical, practical and managerial blocks. Recommendations for evaluating the effectiveness of training are given. The scientific novelty lies in the development of a three-level model of geoecological competence, adapted to the territorial specifics of the location of industrial facilities in the region. The practical significance of the work lies in the possibility of using the proposed approaches to improve the system of professional training and advanced training of printing industry specialists in other subjects of the Russian Federation.

Keywords: geo-ecological education, environmental safety, printing industry, sanitary protection zones, professional training of employees in the printing industry

For citation: Prikhodko A. V. Geoecological education of specialists in the printing industry. *Geology, Geography and Global Energy*. 2026;2(101):78–81. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.012> (In Russ.).

Современное развитие промышленности сопровождается ростом антропогенной нагрузки на окружающую среду, что обуславливает необходимость перехода к принципам устойчивого развития и экологической ответственности производства. Особое место в этом процессе занимает полиграфическая отрасль, характеризующаяся использованием химических веществ, значительным энергопотреблением и образованием отходов различного класса опасности. Геоэкологический подход, объединяющий методы географии и экологии, позволяет анализировать пространственные закономерности антропогенного воздействия и оценивать территориальные аспекты функционирования промышленных объектов [1, 4].

В условиях Белгородской области, отличающейся высокой плотностью промышленной застройки и близостью производственных объектов к жилым территориям, вопросы экологической безопасности приобретают особую актуальность. Существенную роль в снижении негативного воздействия полиграфических предприятий играет уровень геоэкологической подготовки специалистов, непосредственно вовлеченных в производственные процессы. Однако, как показывает анализ научных исследований [6, 11], вопросы целенаправленного геоэкологического образования специалистов полиграфической отрасли с учетом региональных условий остаются недостаточно разработанными.

Цель исследования – обоснование и разработка научно-методических основ геоэкологического образования специалистов полиграфической отрасли на примере Белгородской области.

Геоэкологическое образование представляет собой систему знаний, умений и ценностных установок, направленных на понимание взаимосвязей между производственной деятельностью, природной средой и территориальными особенностями региона. В отличие от общего экологического обучения, геоэкологический подход акцентирует внимание на пространственных аспектах воздействия производства на окружающую среду, включая атмосферу, гидросферу и литосферу [3, 9]. Для полиграфической отрасли это имеет особое значение, поскольку производственные объекты зачастую располагаются в пределах городских агломераций, что усиливает риск негативного воздействия на население. Формирование у специалистов системного геоэкологического мышления позволяет учитывать региональные природно-климатические условия, санитарно-защитные зоны (СЗЗ) и особенности расселения при принятии производственных решений.

Полиграфическое производство характеризуется рядом специфических экологических рисков: выбросами летучих органических соединений (ЛОС), образованием опасных отходов (III–IV класса), загрязнением воздуха и повышенным уровнем шума [7, 12]. Использование красок, растворителей, фотополимеров и моющих средств формирует потенциальную угрозу как для окружающей среды, так и для здоровья работников. В условиях Белгородской области дополнительным фактором риска является близость полиграфических предприятий к жилым массивам. Многие типографии расположены на первых этажах зданий или вблизи детских учреждений, что требует строгого соблюдения санитарно-защитных норм и постоянного экологического мониторинга с учетом преобладающих западных и юго-западных ветров, переносящих выбросы в сторону жилых кварталов [2].

Профессиональное обучение является ключевым инструментом формирования геоэкологической компетентности специалистов. Оно направлено не только на освоение нормативных требований, но и на развитие практических навыков экологически ответственного поведения, предупреждения аварийных ситуаций и рационального использования ресурсов [12]. Эффективное геоэкологическое образование предполагает сочетание теоретических знаний, практических занятий и оценки результатов обучения, а также адаптацию программ к конкретным условиям предприятия и региона.

ЗАО «Белгородская областная типография» является типичным представителем полиграфических предприятий региона, осуществляющим полный цикл печатного производства. Предприятие относится к объектам III класса опасности и располагается вблизи жилой застройки в г. Белгороде. Анализ технологической цепочки показал, что основными источниками воздействия на окружающую среду являются выбросы ЛОС от красок и смывочных средств, образование бумажных отходов и отходов, содержащих компоненты красок, а также повышенное энергопотребление. Эти факторы формируют необходимость системного геоэкологического подхода к организации производства и обучению персонала.

В ходе исследования был проведен анализ уровня экологической грамотности сотрудников типографии ($n = 45$), включающий анкетирование и тестирование по разделам природоохранного законодательства, правил обращения с отходами, алгоритмов действий при авариях. Результаты показали значительную дифференциацию уровня знаний: высокий уровень (более 80 % правильных ответов) продемонстрировали руководители и специалисты экологической службы (6 чел.). У большей части производственного и вспомогательного персонала (39 чел.) выявлены пробелы в знании нормативов (СанПиН, классов опасности отходов) и алгоритмов

действий в нештатных ситуациях (менее 60 % правильных ответов). Полученные данные свидетельствуют о необходимости совершенствования системы обучения с учетом должностных обязанностей и усиления геоэкологической составляющей программ.

На основе анализа теоретических положений и практического опыта предлагается строить геоэкологическое образование специалистов полиграфической отрасли на следующих принципах:

- региональной ориентированности – учет природно-климатических условий, структуры расселения и размещения промышленных зон Белгородской области;
- практической направленности – отработка навыков на конкретных рабочих местах, решение ситуационных задач;
- дифференциации обучения – разработка программ для разных категорий персонала (руководители, технологи, рабочие);
- непрерывности и системности – регулярное повышение квалификации, связь с системой экологического менеджмента предприятия [5, 8].

Образовательная программа должна включать модули, посвященные основам геоэкологии и территориального анализа, экологическим рискам полиграфического производства, нормативно-правовому регулированию, обращению с отходами, действиям в чрезвычайных ситуациях и основам экологического менеджмента (ISO 14001). Практическая часть должна предусматривать тренинги, моделирование аварийных ситуаций и анализ производственных кейсов с использованием картографического материала и данных мониторинга. Структура программы представлена в таблице.

Таблица – Структура геоэкологической образовательной программы

Модуль	Содержание	Формы реализации	Результат
Теоретический	Основы геоэкологии, территориальный анализ	Лекции, семинары	Формирование базовых знаний
Производственно-экологический	Источники ЛОС, обращение с отходами	Практикумы, кейсы	Навыки безопасной работы
Нормативно-правовой	Экологическое законодательство, ISO 14001	Анализ документов	Применение норм на практике
Управленческий	Экологический менеджмент, аудит	Деловые игры	Снижение экологических рисков

Эффективность программы целесообразно оценивать на основе показателей снижения количества экологических нарушений и штрафов, повышения уровня знаний персонала (по данным повторного тестирования), формирования устойчивых экологически ответственных практик на рабочих местах (соблюдение правил обращения с отходами, своевременность проведения инструктажей). Результаты апробации предложенных подходов на примере Белгородской областной типографии (внедрение элементов программы в систему внутреннего обучения в 2025 г.) показали положительную динамику: уровень знаний производственного персонала повысился в среднем на 22 %, зафиксировано снижение числа замечаний по обращению с отходами.

Проведенное исследование показало, что геоэкологическое образование специалистов полиграфической отрасли является важнейшим элементом системы экологической безопасности предприятий, особенно в условиях региональных особенностей Белгородской области. Разработка и внедрение научно-методически обоснованных образовательных программ, базирующихся на принципах региональной ориентированности, практической направленности и дифференциации обучения, способствует формированию геоэкологической компетентности персонала, снижению экологических рисков и устойчивому развитию полиграфических предприятий. Предложенная трехуровневая модель компетентности и модульная структура программы могут быть использованы при разработке программ профессионального обучения и повышения квалификации в других регионах РФ.

Список литературы

1. Акимова Т. А. Экология / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. Москва: Юнити-Дана, 2021. 496 с.
2. Корнилов А. Г. Загрязнение атмосферного воздуха стационарными и передвижными источниками на территории Белгородской области и в г. Белгороде / А. Г. Корнилов, Л. Ю. Гордеев, А. О. Полетаев // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: материалы VI Международной научной конференции, Белгород, 12–16 октября 2015 г. Белгород, 2015. С. 235–241.
3. Гордеев Л. Ю. Опыт экологического мониторинга приземного слоя атмосферы города Белгород в 2010–2013 г. / Л. Ю. Гордеев, А. Г. Корнилов // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: материалы V Международной научной конференции. Москва; Белгород, 2013. С. 248–250.

4. Корнилов А. Г. Мониторинг автотранспортного загрязнения воздушного бассейна города Белгорода в переходные периоды года / А. Г. Корнилов, Л. Ю. Гордеев // Экологические системы и приборы. 2012. № 3. С. 46–51.
5. Кочуров Б. И. Геоэкологическое картографирование и районирование территорий / Б. И. Кочуров, В. А. Лобковский. Москва: Ленанд, 2021. 256 с.
6. Лисецкий Ф. Н. Пространственно-временная динамика агроландшафтов Белгородской области / Ф. Н. Лисецкий, А. В. Дегтярь // География и природные ресурсы. 2021. № 5. С. 45–53.
7. Петин А. Н. Региональные аспекты экологической безопасности в Белгородской области / А. Н. Петин, П. В. Голеусов // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2022. № 1. С. 89–95.
8. Ясовеев М. Г. Экология полиграфического производства / М. Г. Ясовеев, Г. А. Камышенко. Минск: БНТУ, 2019. 180 с.
9. ГОСТ Р ИСО 14001–2016. Системы экологического менеджмента. Москва: Стандартинформ, 2016.
10. СанПиН 1.2.3685-21. Москва, 2021.
11. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
12. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Белгородской области» (актуальное издание, например, за 2023 или 2024 г.)

References

1. Akimova T. A., Khaskin V. V. *Ecology*. Moscow: Yuniti-Dana publ. 2021: 496 (In Russ.).
2. Kornilov A. G., Gordeev L. Yu., Poletaev A. O. Air pollution by stationary and mobile sources in the Belgorod region and in Belgorod. *Problems of nature management and the environmental situation in European Russia and adjacent countries: proceedings of the VI International scientific conference, Belgorod, October 12–16, 2015*. Belgorod; 2015:235–241 (In Russ.).
3. Gordeev L. Yu., Kornilov A. G. Experience of ecological monitoring of the surface atmospheric layer in Belgorod in 2010–2013. *Problems of nature management and the environmental situation in European Russia and adjacent countries: proceedings of the V International scientific conference*. Moscow; Belgorod; 2013:248–250 (In Russ.).
4. Kornilov A. G., Gordeev L. Yu. Monitoring of motor transportation air pollution in the city of Belgorod in transition periods of the year. *Ecological Systems and Devices*. 2012;3:46–51 (In Russ.).
5. Kochurov B. I., Lobkovskiy V. A. *Geoecological mapping and zoning of territories*. Moscow: Lenand Publ.; 2021:256 (In Russ.).
6. Liseckiy F. N., Degtyar A. V. Spatial and temporal dynamics of agricultural landscapes in the Belgorod region. *Geography and Natural Resources*. 2021;5:45–53 (In Russ.).
7. Petin A. N., Goleusov P. V. Regional aspects of environmental safety in the Belgorod region. *Proceedings of VSU. Series: Geography. Geoeology*. 2022;1:89–95 (In Russ.).
8. Yasoveyev M. G., Kamyshenko G. A. *Ecology of printing production*. Minsk: BNTU Publ.; 2019:180 (In Russ.).
9. *State Standard R ISO 14001–2016. Environmental management systems. Requirements and guidance for use*. Moscow: Standartinform Publ., 2016 (In Russ.).
10. *Sanitary rules and norms 1.2.3685-21. Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans*. Moscow, 2021 (In Russ.).
11. *Federal Law of the Russian Federation № 7-FZ of January 10, 2002 «On environmental protection»* (In Russ.).
12. *State report «On the state and environmental protection of the Belgorod region»*. Latest edition (In Russ.).

Информация об авторе

Приходько А. В. – аспирант кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле.

Information about the author

Prikhodko A. V. – postgraduate student of the Department of Geography, Geoeology and Life Safety of the Institute of Earth Sciences.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 10.02.2026; одобрена после рецензирования 26.02.2026; принята к публикации 05.03.2026.

The article was submitted 10.02.2026; approved after reviewing 26.02.2026; accepted for publication 05.03.2026.

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 82–91.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):82–91 (In Russ.).

Научная статья

УДК 502.4

<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.013>

ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОЙ ЕМКОСТИ ЗАКАЗНИКА «ТРОИЦКИЙ» И ВАЛУЕВСКОГО ЛЕСОПАРКА НОВОЙ МОСКВЫ

Иванова Елена Юрьевна^{1✉}, Моро Платон Николаевич²

Государственный университет просвещения, Мытищи, Россия

¹ivelena2010@mail.ru

²pn.mo238@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена оценке рекреационной емкости заказника «Троицкий» и Валуевского лесопарка Новой Москвы. Объектами исследования являются вышеуказанные территории. Предмет исследования состоит в изучении емкости рекреационного потенциала объектов исследования. В данной работе произведен расчет разовой, суточной и сезонной рекреационной емкости природных территорий с учетом коэффициентов устойчивости ландшафтов. Полученные результаты свидетельствуют о существенном превышении допустимой рекреационной емкости на 73 % (для заказника «Троицкий») и на 78 % (для Валуевского лесопарка). Используемая методика, разработанная Г. И. Гладкевич, позволяет проводить сопоставление территорий по степени устойчивой рекреационной загрузке и определять критически загруженные зоны (например, вблизи ЖК «Цветочные поляны», «Середневский лес» и «Ватутинки Парк»). Проведенный пространственный анализ показал, что рассматриваемые природные объекты находятся в зоне растущей рекреационной нагрузки.

Ключевые слова: рекреационная емкость природной территории, устойчивость ландшафтов, рекреационная загрузка

Для цитирования: Иванова Е. Ю., Моро П. Н. Оценка рекреационной емкости заказника «Троицкий» и Валуевского лесопарка Новой Москвы // Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 82–91. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.013>.

ASSESSMENT OF THE RECREATIONAL CAPACITY OF THE TROITSKY NATURE RESERVE AND THE VALUYEVSKY FOREST PARK OF NEW MOSCOW

Elena Yu. Ivanova^{1✉}, Platon N. Moro²

Federal State Educational Institution of Higher Education, Mytishchi, Russia

¹ivelena2010@mail.ru

²pn.mo238@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the assessment of the recreational capacity of the Troitsky reserve and the Valuevsky forest park of New Moscow. The objects of the study are the above-mentioned territories. The subject of the study is to study the capacity of the recreational potential of the objects of study. In this work, the calculation of one-time, daily and seasonal recreational capacity of natural areas is made taking into account the coefficients of landscape stability. The obtained results indicate a significant excess of the permissible recreational capacity by 73 % (for the Troitsky reserve) and by 78 % (for the Valuevsky forest park). The methodology used, developed by Gladkevich G. I., allows for a comparison of territories by the degree of sustainable recreational congestion and the identification of critically congested zones (for example, near the residential complexes «Flower Polyany», «Serednevsky Forest» and «Vatutinki Park»). The conducted spatial analysis showed that the natural objects under consideration are located in a zone of increasing recreational load.

Keywords: recreational capacity of a natural area, landscape stability, recreational load

For citation: Ivanova E. Yu., Moro P. N. Assessment of the recreational capacity of the Troitsky nature reserve and the Valuevsky forest park of New Moscow. *Geology, Geography and Global Energy*. 2026;2(101):82–91. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.013> (In Russ.).

Введение

Проект административного расширения Москвы, реализованный 1 июля 2012 г., привел к включению в состав столицы Троицкого и Новомосковского административных округов (ТиНАО) и увеличению территории города почти в 2,4 раза [1]. Москва получила простор для роста и градостроительного развития, но и столкнулась с новыми проблемами сохранения природного потенциала в условиях активной урбанизации [2]. После включения территорий численность

их жителей выросла с менее чем 250 тыс. человек до порядка 650–750 тыс. к 2025 г., с темпом прироста около 50–60 тыс. в год, поэтому рост населения ТиНАО носит скорее устойчивый характер. При этом активное строительство жилья, развитие социальной и транспортной инфраструктуры сопровождается увеличением нагрузки на природные пространства – лесопарки, сельскохозяйственные ландшафты и водоемы [3].

В условиях динамики роста населения становится очевидной проблема превышения устойчивой рекреационной нагрузки: природные территории ТиНАО, выполняющие климаторегулирующие, фильтрационные и оздоровительные функции столицы, подвергаются риску деградации и снижению биоразнообразия при отсутствии методически обоснованных лимитов использования [4]. Недостатки учета емкости природных ресурсов ведут к возникновению конфликтов между интересами населения, управлением территорией и защитой окружающей среды.

В связи с этим актуальность темы определяется необходимостью разработки метода оценки рекреационной емкости – предельно допустимого объема пользования природными территориями с сохранением природной целостности и досуговой привлекательности.

Цель исследования заключается в количественной оценке рекреационной емкости природных территорий Троицкого и Новомосковского административных округов. Поставленная цель реализуется через определение количественных параметров разовой, суточной и сезонной рекреационной нагрузки, допустимой для различных типов природных территорий в условиях урбанизационного давления. Основой служит нормативная плотность рекреантов на единицу площади с учетом сменяемости, устойчивости экосистем и характера территориального использования. Научная новизна и практическая значимость исследования заключается в разработке научной основы для пространственного регулирования использования рекреационных ресурсов в новых административных границах столицы, при одновременном сохранении экологического баланса и повышения комфортности городской среды. Кроме того, на основе анализа баланса между антропогенной нагрузкой и устойчивостью зеленого потенциала ТиНАО возможна разработка практических решений для градостроительной политики в перспективе.

Объектами исследования являются природные территории Троицкого и Новомосковского административных округов города Москвы, включающие лесные массивы, особо охраняемые природные территории (ООПТ), особо охраняемые зеленые территории (ООЗТ) города Москвы и ландшафтно-рекреационные пространства. Предмет исследования – пространственная организация и емкость рекреационного потенциала указанных территорий, включая: количественные оценки допустимого числа посетителей в единицу времени; степень текущей и прогнозной загрузки территорий; территориальные различия по уровню рекреационной устойчивости; эффективность использования природных комплексов в структуре пространственного планирования ТиНАО.

Материалы и методы

Процессы урбанизации, сопровождающиеся активным вовлечением природных территорий в рекреационное пользование, требуют применения научно обоснованных подходов к определению допустимой антропогенной нагрузки на природные комплексы. Одним из ключевых понятий в данной сфере является рекреационная емкость [5], которая рассматривается как количественная характеристика потенциала природной территории по обеспечению устойчивого рекреационного использования без разрушения ее экологических и эстетических свойств.

В отечественной научной литературе термин «рекреационная емкость» появился в 1970-е гг. в рамках работ по географии туризма и природопользования. Под рекреационной емкостью понимается максимально допустимое число людей, которое может одновременно или суммарно посещать природную территорию в течение определенного периода времени без нарушения устойчивости ее экосистем. В более широком контексте это понятие включается в категорию «территориальной емкости», характеризующей потенциал природных систем в условиях пространственного планирования.

Понятие территориальной емкости выступает более широким по отношению к рекреационной емкости и отражает предельно допустимую степень использования территории различного функционального назначения (в том числе природной), при которой сохраняется ее экологическая устойчивость, способность к самовосстановлению и выполнению природоохранных и рекреационных функций. Понятие приобретает особую значимость при рассмотрении территорий, находящихся в условиях трансформации, таких как территории ТиНАО.

Территориальная емкость зависит от типа экосистемы, ее пространственной конфигурации, уровня фрагментации, степени антропогенного давления и режима охраны. В этой статье территориальная емкость рассматривается с точки зрения допустимой рекреационной нагрузки, при которой сохраняется биоразнообразие, природные процессы и возможность восстановления нарушенных компонентов ландшафта.

Существует несколько методических подходов к оценке рекреационной емкости, различающихся по уровню детализации, виду ландшафта и цели оценки. В данной статье произведен расчет

рекреационной емкости, основанный на комплексе биофизического и традиционного подходов [6]. Расчет зависит от количества посетителей по нормативным показателям площади, необходимой для одного человека, с учетом сменяемости в течение суток, сезона и коэффициентов устойчивости ландшафтов. Данная методика позволяет проводить сопоставление территорий по степени устойчивой рекреационной загруженности и определять критически загруженные зоны.

Применение такой методики особенно важно в контексте городской периферии, где встречаются интенсивное строительство, еще не сформированные рекреационные зоны и высокие темпы демографического роста, как это наблюдается в ТиНАО. При этом метод позволяет варьировать расчеты по типам территорий (леса, парки, водоемы и пр.), учитывая специфические особенности каждого участка [7].

Методика оценки рекреационной емкости, предложенная в данной статье (табл. 1), представляет собой количественный подход к определению допустимого антропогенного воздействия на природные территории с учетом их экологической устойчивости и характера рекреационного использования.

Таблица 1 – Основные параметры методики оценки рекреационной емкости (составлена авторами по материалам источника [5])

Показатель	Обозначение	Единица измерения	Описание
Площадь территории	S	га	Общая площадь рекреационного объекта (лес, парк, водоем и др.)
Средняя площадь, необходимая одному человеку для комфортного пребывания	a	м²/чел.	Устанавливается в зависимости от типа территории (по нормативам или полевым наблюдениям)
Разовая рекреационная емкость	E ₁	чел.	Максимальное количество посетителей, одновременно пребывающих на территории без ущерба для природы
Суточная рекреационная емкость	E ₂	чел./сутки	Максимально допустимое количество посещений в сутки с учетом времени пребывания
Сезонная (годовая) рекреационная емкость	E ₃	чел./сезон	Число посетителей за сезон при равномерном распределении нагрузки
Время пребывания посетителя на объекте	t	ч	Среднее время пребывания одного человека
Коэффициент сменяемости	k	безразмерный	Число смен посетителей в день: $k = 24 / t$
Допустимая плотность размещения	$d = 10\,000 / a$	чел./га	Максимальная плотность людей на 1 га (в зависимости от категории территории)
Коэффициент допустимой нагрузки	K _н	безразмерный	Учитывает устойчивость территории к рекреационной нагрузке: варьируется от 0,5 (уязвимые) до 1,5 (устойчивые)
Общая формула разовой емкости	$E_1 = (S \times 10\,000) / a$	чел.	Число человек, которые могут одновременно находиться на территории
Суточная емкость с учетом сменяемости	$E_2 = E_1 \times k$	чел./сутки	Учет сменяемости посетителей
Сезонная емкость	$E_3 = E_2 \times D \times K_n$	чел./сезон	D – число дней в сезоне

Основу расчетов составляют следующие формулы:

Разовая рекреационная емкость (P_{раз}): $P_{раз} = S \times D_p$,

где S – площадь рекреационного объекта, га;

D_p – нормативная плотность размещения рекреантов, чел./га.

Суточная рекреационная емкость (P_{сут}): $P_{сут} = P_{раз} \times K_c$,

где K_c – коэффициент сменяемости посетителей в течение суток.

Сезонная рекреационная емкость (P_{сез}): $P_{сез} = P_{сут} \times N_{дн}$,

где N_{дн} – число рекреационно активных дней в сезоне.

Данная методика позволяет классифицировать емкость территории по следующим видам нагрузки: разовая (максимальное число лиц, одновременно находящихся на территории); суточная (число лиц, посещающих территорию в сутки с учетом сменяемости); сезонная (совокупное число посещений за определенный сезон).

Ключевыми показателями нагрузки являются: плотность рекреантов (нормативное значение зависит от типа ландшафта (лес, парк, береговая зона и пр.)); допустимая посещаемость

(число посетителей без ущерба для экосистемы); тип рекреационной нагрузки (активно-двигательная, стационарная, экскурсионная и др.).

Методика также учитывает корректирующие коэффициенты, адаптирующие модель под конкретные условия: K_c – коэффициент сменяемости; $K_{уст}$ – коэффициент устойчивости ландшафта; $K_{инф}$ – коэффициент инфраструктурной оснащенности; $K_{рег}$ – региональные поправочные коэффициенты, отражающие климат, доступность и режим охраны.

Для достижения поставленной научной цели и оценки территориальной (рекреационной) емкости в исследовании использован комплекс взаимодополняющих методов: картографический, геоинформационный, сравнительно-статистический и метод рекреационного нормирования. Методикой оценки рекреационной емкости послужил подход, предложенный Л. П. Гладкевич [5], дополненный нормативными положениями [8, 9], что обусловлено административной принадлежностью Троицкого и Новомосковского административных округов к городу Москве.

В качестве объектов анализа выбраны две особо охраняемые природные территории, расположенные в пределах ТиНАО: Валуевский лесопарк площадью 11,9 км² и Троицкий лес с природным заказником «Дубрава с примесью березы и осины» площадью 10,3 км², расположенные в Новомосковском и Троицком административных округах соответственно.

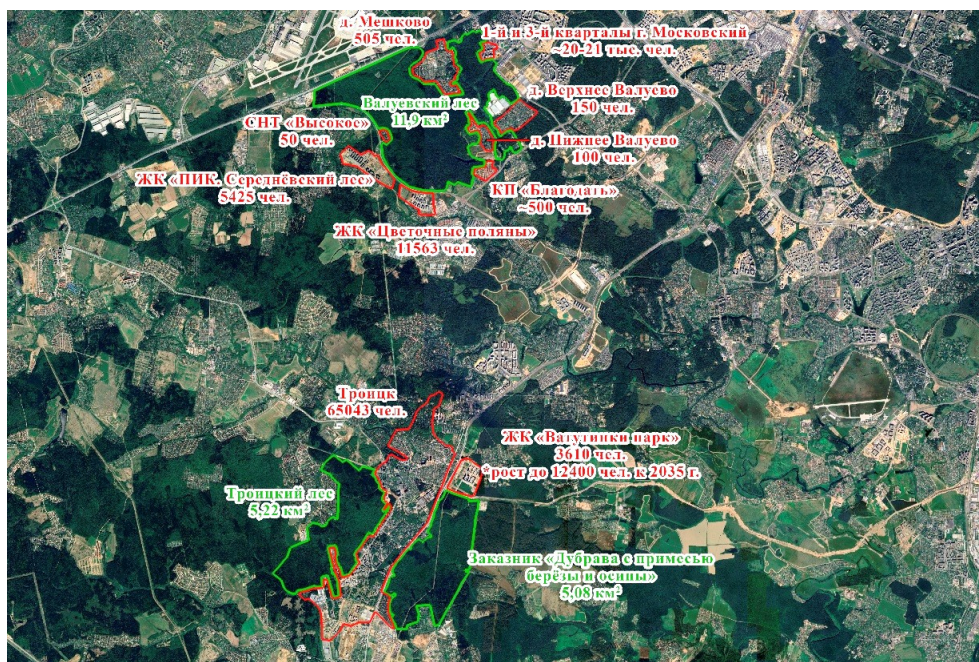


Рисунок 1 – Картограмма исследуемой территории [10]

Оценка территориальной емкости и размеров площадей рекреационных зон проведена на основе снимков из программы Google Earth Pro. Полученные снимки были перенесены в геоинформационную систему QGIS 3.40.9 с использованием инструмента геопривязки по точкам, после чего границы полигонов наносились в векторе вручную. Для вычисления площадей использовалась картографическая проекция WGS84. Для обоих объектов создано векторное картографическое представление с уточненными границами.

Для расчета антропогенной нагрузки на рекреационные территории использовалась информация о численности населения из открытых источников (СМИ, статистические бюллетени, муниципальные отчеты за 2015–2024 гг.).

Так, для каждой территории, примыкающей к Валуевскому лесопарку, была дана оценка населения: СНТ «Высокое» – 50 чел.; ЖК «ПИК. Средневекий лес» – 5 425 чел.; ЖК «Цветочные поляны» – 11 563 чел.; КП «Благодать» – ~500 чел.; д. Нижнее Валуево – 100 чел.; д. Верхнее Валуево – 150 чел.; 1-й и 3-й кварталы г. Московский – ~20–21 тыс. чел.; д. Мешково – 505 чел.

Общая численность в зоне охвата составила приблизительно 38–40 тыс. чел.

Аналогично была проведена оценка количества населения вокруг Троицкого леса и заказника: г. Троицк – 65 043 чел.; ЖК «Ватутинки парк» – 3 610 чел. (с перспективой увеличения до 12 400 чел. к 2035 г.).

Общая численность в зоне охвата составила около 68–79 тыс. чел.

Ключевое значение в расчетах имеют положения норм и правил проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы МГСН 1.02-02, в частности: рекомендации по минимальным нормативам обеспеченности зелеными насаждениями общего пользования, допустимые расстояния до рекреационных объектов, стандарты плотности населения при новой застройке, проектные показатели по площади, допустимой рекреационной нагрузке и пространственной обеспеченности.

Расчет рекреационной нагрузки определен как деление показателя суточной емкости территории на фактическое количество посетителей (на основе численности населения ближайших жилых зон): $RH = E_2 / \Phi П$, где E_2 – суточная емкость, а $\Phi П$ – фактическое количество посетителей (в пересчете на сутки). При этом расчет суточной емкости является произведением площади природной территории (S), доступной для массового рекреационного использования, на плотность пребывания рекреантов (P) в зависимости от функциональной зоны (по МГСН: рекомендуется принимать 10–15 % от численности населения, проживающего в зоне доступности объекта рекреации) и на учет коэффициента сменяемости потока посетителей в течение суток (K): $E_2 = S \times P \times K$.

Применение данной методики позволило осуществить количественную и качественную оценку соответствия рекреационного потенциала фактической демографической нагрузке, выявить зоны дефицита и перенасыщения, а также определить направления для планирования устойчивого развития территории.

Результаты и обсуждение

Троицкий и Новомосковский административные округа являются территориальным образованием, ставшим результатом крупнейшего в истории столицы акта территориального расширения [2–4]. Решение, принятое в 2011 г. и реализованное с 1 июля 2012 г., существенно изменило пространственную организацию города, увеличив его площадь более чем в 2,4 раза – с 1 070 до 2 511 квадратных километров. Территории ТиНАО расположены в юго-западной части Подмоскovie и примыкают к старой Москве за пределами МКАД, граничат с Калужской областью, а также с Ленинским, Подольским и Наро-Фоминским муниципальными округами Московской области.

Географически округа вытянуты вдоль ключевых транспортных осей федерального значения – Калужского, Киевского и Варшавского шоссе, что предопределяет их пространственную структуру, в которой артерии транспортного сообщения становятся стержнями градостроительного освоения. Такое положение обуславливает высокую доступность территории как с точки зрения логистики, так и в контексте ее привлекательности для застройки. Вместе с тем расположение за пределами сложившегося урбанизированного ядра города придает округам черты пространственной периферийности и относительной экологической целостности.

Рассматриваемая территория находится в пределах Среднерусской возвышенности, характеризующейся умеренно расчлененным рельефом, чередованием водораздельных плато и долинных понижений, что создает разнообразие ландшафтов, благоприятных для рекреационного использования. Значительная часть территории занята лесными массивами, сельскохозяйственными угодьями и водоемами, в том числе малых рек, таких как Десна, Пахра, Сосенка. Лесной покров представлен как хвойными (в основном сосновыми), так и смешанными лесами, располагающимися в районе Вороновского, Щаповского, Кленовского и Роговского поселений. Лесные массивы выполняют не только функции биоразнообразия и климатообразования, но и служат основой для организации рекреационных маршрутов, мест отдыха и экотропосвещения.

Значительная часть территории представлена сельскохозяйственными землями – как действующими, так и заброшенными, что формирует мозаичный характер ландшафтов. Постепенно они становятся объектами активного освоения: строительство жилых кварталов, логистических центров и производств постепенно трансформирует характер использования этих территорий. Особенно интенсивные процессы урбанизации отмечаются вблизи крупных транспортных артерий – Калужского, Варшавского и Киевского шоссе, где природные комплексы зачастую уступают место транспортно-коммуникационным и жилым объектам.

На территории округов располагаются и особо охраняемые природные территории, включая заказники, памятники природы и природные парки [11]. Наиболее известными являются ООПТ «Щаповское», «Ватутинки», «Лаптевский лес». Эти зоны выполняют важную экосистемную функцию и должны рассматриваться как основные ядра устойчивого природопользования. Однако в условиях ускоренного строительства границы ООПТ подвергаются риску фрагментации и деградации.

На момент включения в границы Москвы в 2012 г. на всей территории ТиНАО проживало около 300 тысяч человек. К 2025 г., по различным оценкам, численность населения приближается к отметке в 750–800 тысяч, с устойчивой тенденцией к дальнейшему росту. С демографической экспансией неразрывно связана и трансформация пространственного распределения

населения. Если ранее расселение носило преимущественно сельский или малоэтажный тип, с преобладанием индивидуального жилищного фонда, то с 2010-х гг. наблюдается резкий сдвиг в сторону многоэтажной многоквартирной застройки. Одновременно сельские поселения западной и юго-западной периферии округов пока сохраняют низкую плотность населения, однако и они постепенно втягиваются в зону пригородной урбанизации. Плотность населения по территории округа крайне неоднородна: от 200–300 чел./км² в сельских районах до более 6 000 чел./км² в новых жилых районах, таких как «Саларьево Парк» или «Новые Ватутинки». Повышенная концентрация населения в отдельных кластерах создает не только нагрузку на инженерные и социальные сети, но и усиливает антропогенное давление на природные территории, в особенности на лесопарковые зоны, которые становятся основными зонами кратковременного и повседневного отдыха местных жителей.

Резкое увеличение численности населения сопровождается повышением рекреационных потребностей. Природные комплексы, ранее функционировавшие в условиях относительно стабильной нагрузки, сталкиваются с массовым посещением, что зачастую превышает их фактическую рекреационную емкость. При этом процессы планирования и зонирования нередко не успевают за динамикой строительства и прироста жителей, что усугубляет проблему перегрузки зеленых зон, снижения экологической устойчивости и в конечном итоге качества городской среды. В этих условиях возрастает значение оценки предельно допустимой рекреационной нагрузки и ее учета при принятии градостроительных решений.

Залогом рационального природопользования на урбанизируемых территориях является расчет рекреационной емкости – предельного допустимого уровня антропогенной рекреационной нагрузки, при котором сохраняется экологическая устойчивость природного ландшафта. В данной статье приведена оценка рекреационной емкости двух природных территорий, расположенных в пределах Новой Москвы: Валуевского лесопарка и Троицкого леса с примыкающим заказником «Дубрава с примесью березы и осины».

Расчеты выполнены с учетом положений МГСН 1.02–02, регламентирующих допустимую рекреационную нагрузку на природные системы в составе города Москвы. Методика основана на определении трех типов емкости:

- единичная рекреационная емкость (ЕРЕ) – максимально допустимое количество посетителей за единоразовое одновременное посещение;
- суточная рекреационная емкость (СРЕ) – возможная нагрузка за сутки с учетом продолжительности пребывания;
- сезонная рекреационная емкость (СЗРЕ) – накопленная допустимая нагрузка за рекреационный период (режимы по 120 дней в году – зимний, летний и межсезонье).

Для расчетов использованы следующие усредненные показатели, характерные для лесных территорий: норматив плотности одновременного пребывания – 5 чел./га; коэффициент сменяемости посетителей в течение дня – 1,8 (при средней продолжительности пребывания 2 часа; сезонная продолжительность – 120 суток).

Расчет для Валуевского леса на 1 190 га (S: 11,9 км²). Допустимая нагрузка для лесных территорий: 5 чел./га. ЕРЕ (единичная рекреационная емкость) составляет 5 чел./га × 1 190 га = 5 950 чел. СРЕ (суточная емкость) при коэффициенте оборачиваемости 1,8 составляет 10 710 чел./сут. (5 950 × 1,8). СЗРЕ (сезонная емкость) при продолжительности сезона 120 дней соответствует 1 285 200 чел./сезон (10 710 × 120).

Расчет для Троицкого леса с заказником «Дубрава с примесью березы и осины» на 1 030 га (S: 10,3 км²). ЕРЕ (единичная рекреационная емкость) равна 5 150 чел. (5 × 1 030). СРЕ (суточная емкость) составляет 9 270 чел./сут. (5 150 × 1,8). СЗРЕ (сезонная емкость) соответствует 1 112 400 чел./сезон (9 270 × 120).

Фактическая нагрузка и пространственный анализ свидетельствуют о том, что, согласно открытым данным, совокупное население прилегающих к Валуевскому лесопарку жилых территорий составляет ориентировочно 38 000 человек, при этом в теплый сезон порядка 30–40 % населения регулярно посещают природные зоны. Таким образом, потенциальная ежедневная нагрузка в выходные дни может составлять до 15 000–17 000 человек в день, что более чем в полтора раза превышает нормативную суточную емкость лесопарка с учетом МГСН. Сезонная нагрузка может достигать до 1,5 млн посещений, при нормативной емкости около 1,2 млн посещений на 2025 г. С учетом сдачи новых жилых кварталов на примыкающих территориях нагрузка может стать двукратной к 2030 г.

Для Троицкого леса и заказника численность населения г. Троицка (65 043 чел.) и прилегающего ЖК «Ватутинки Парк» (актуально – 3 610 чел., с перспективой роста до 12 400 чел. к 2035 г.) формирует потенциальную рекреационную аудиторию в размере около 69 000 человек. При условной посещаемости в 30 % и пиковых нагрузках ежедневная рекреационная

нагрузка составляет 11 тыс. человек, что незначительно, но превышает скорректированный норматив, особенно в праздничные и выходные дни.

В результате проведенных расчетов по определению рекреационной емкости двух ключевых природных объектов в ТиНАО – Валуевского лесопарка (Новомосковский административный округ) и Троицкого леса с заказником «Дубрава с примесью березы и осины» (Троицкий административный округ) – были получены количественные показатели, позволяющие сопоставить нормативно допустимую нагрузку с фактической численностью посетителей в пределах сезонного периода.

Анализ показал, что оба природных комплекса находятся в зоне растущей рекреационной нагрузки, которая более заметна в Валуевском лесопарке, расположенном вблизи крупных жилых кластеров (ЖК «Цветочные поляны», «Средневский лес», г. Московский и др.). Согласно ТСН 30-307-2002 г. Москвы, рекомендуется принимать 10–15 % от численности населения, проживающего в радиусе обеспечения населения объектами рекреации. В таком случае дефицит сезонной рекреационной емкости для Валуевского лесопарка составляет 9,8 %, что указывает на потенциальное снижение качества природной среды и рост антропогенной нагрузки, выходящей за рамки устойчивого функционирования экосистемы. Несмотря на большой объем прилегающего населения, подобный дефицит (8 %) наблюдается и в зоне Троицкого леса. Эти значения подтверждают необходимость территориального регулирования потоков посетителей, возможного расширения охраняемых зон и введения ограничительных режимов в периоды пиковой нагрузки.

Таблица 2 – Расчет рекреационной емкости на примере Валуевского леса и сопоставление с фактической нагрузкой

Год	Валуевский лес			
	Население прилегающих территорий, чел.	Расчетная СЗРЕ Валуевский, чел.	Фактическая СЗРЕ Валуевский, чел.	Дефицит, чел.
2015	26 000	1 285 200	1 170 000	–575 640
2018	30 000	1 285 200	1 350 000	–503 640
2020	33 000	1 285 200	1 485 000	–443 640
2023	35 000	1 285 200	1 575 000	–383 640
2025	39 000	1 285 200	1 755 000	–347 640
2027	45 000	1 285 200	1 755 000	–311 640
2030	50 000	1 285 200	1 755 000	–263 640

В таблице 2 показано сравнение расчетной и фактической рекреационной емкости для Валуевского лесопарка. Результаты указывают на существенное превышение предельно допустимой емкости – до 78 % для Валуевского лесопарка и до 73 % для Троицкого леса. Эти значения свидетельствуют о наличии значительного рекреационного дефицита и высокой вероятности деградации природной среды при отсутствии регуляторных мер.

График отражает динамику роста дефицита рекреационной емкости в период с 2015 по 2030 г. Кривые построены на основе линейного прироста населения прилегающих жилых комплексов, а также изменения рекреационной нагрузки в условиях урбанизации и недостаточного расширения природоохранной инфраструктуры. Наиболее резкий рост прогнозируется после 2025 г., что коррелирует с интенсивным жилищным строительством и планами по расширению жилых массивов к западу от Валуевского лесопарка.

Так, проблемные зоны сконцентрированы вблизи быстрорастущих жилых массивов «Цветочные поляны» и «Средневский лес», а также в пределах города Троицка и ЖК «Ватутинки Парк». Эти районы демонстрируют высокий уровень рекреационной зависимости от природных территорий, не предназначенных для интенсивной нагрузки, в особенности учитывая, что после 2012 г. часть ООПТ была переведена в статус охраняемых озелененных территорий без сохранения прежнего защитного статуса, что создало правовой и экологический кризис, в котором вопросы охраны природы и управления потоками будущих рекреантов не получили должного нормативного закрепления.

С другой стороны, существуют неосвоенные резервы – прежде всего участки низкой рекреационной освоенности, расположенные в удалении от основных транспортных и жилых зон. Их потенциал для разгрузки востребованных лесопарков остается неиспользованным. К таким участкам относятся части юго-восточных и западных территорий ТиНАО, где возможна организация природных маршрутов, малых экотроп, а также мест кратковременного отдыха местного значения.

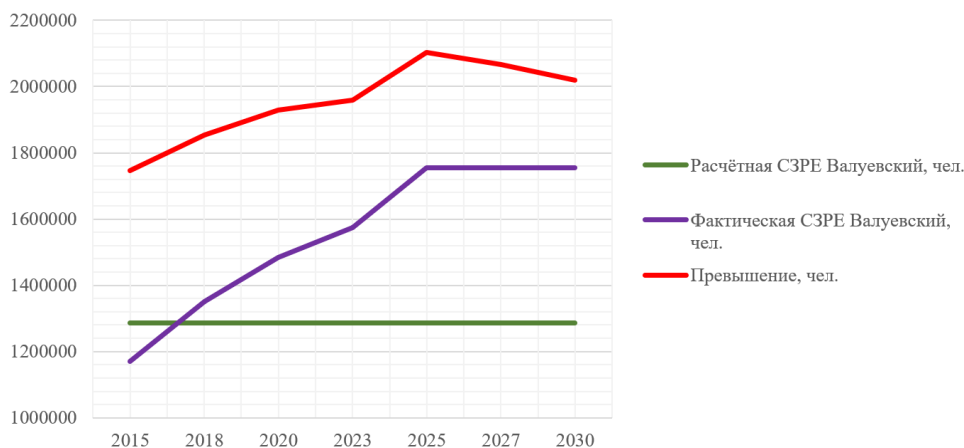


Рисунок 2 – Перспективы дефицита рекреационной емкости с прогнозом до 2030 г.

Заключение

С позиции территориального планирования, статья подтверждает необходимость комплексного регулирования потоков посетителей особо охраняемых озелененных территорий и лесопарков. Введение иерархической системы рекреационного зонирования, аналогичной использованной в Москве до присоединения ТиНАО, а также создание новых рекреационных зон в периферийных частях округов с учетом доступности и экологической емкости может стать решением проблемы. Документация, касающаяся лесопользования, и научные статьи в открытом доступе [12] показывают, что в период до 2012 г. большая часть природных объектов ТиНАО рассматривалась как потенциальные природоохранные зоны с высоким природным и экосистемным статусом. После интеграции в состав Москвы, и особенно с 2012 г., наблюдается тенденция к ослаблению природоохранного статуса территорий: значительное число ООПТ было выведено из соответствующего реестра или трансформировано в участки с возможностью хозяйственной и транспортной деятельности. Сопоставление с аналогичными исследованиями [12], проведенными в Подмосковье (например, в Одинцовском или Ленинском районах), демонстрирует общую тенденцию роста дефицита рекреационной емкости при приближении к плотным жилым массивам и транспортным коридорам. Однако в ТиНАО эта проблема усугубляется недостаточной зрелостью систем пространственного планирования и управления зелеными зонами, а также слабой нормативной базой для статуса ООЗТ.

Практическая применимость полученных данных полезна при градостроительном планировании [5]. Результаты могут использоваться при разработке генеральных планов и муниципальных стратегий развития, особенно в части оценки баланса природной и урбанизированной среды. Так, введение системы зонирования и расчетной емкости может быть нормативно закреплено в проектной документации для новых жилых образований. Более того, предложенные в исследовании расчеты позволяют формализовать критерии допустимой плотности застройки, опираясь на существующую рекреационную емкость, а также на ее прогнозные изменения.

Таким образом, в статье поднимаются вопросы не только сохранения, но и управления природными территориями города в условиях динамичного прироста населения и урбанизации. Без пересмотра планов освоения территории и системного подхода к организации зеленых зон риски дальнейшего ухудшения экологической ситуации в ТиНАО будут только нарастать.

Список литературы

1. Расширение территории Москвы. URL: <https://web.archive.org/web/20110923231512> (дата обращения: 10.08.2025).
2. Особенности управления объектами рекреационного назначения в городе Москве. URL: https://panor.ru/articles/osobennosti-upravleniya-obektami-rekreatsionnogo-naznacheniya-v-gorode-moskve/51793.html?utm_source# (дата обращения: 17.07.2025).
3. Новые территории экономического роста Москвы // Независимая газета. URL: https://nvo.ng.ru/moscow/2022-0630/4_8475_30062022.html?utm_source (дата обращения: 27.07.2025).
4. Новая Москва останется территорией экологической безопасности // Независимая газета. URL: https://nvo.ng.ru/stolitsa/2017-11-10/10_7112_newmoscow.htmlutm_source (дата обращения: 20.07.2025).
5. Антонов Е. В. Методическое пособие по общегеографической практике: социально-экономический аспект: учебное пособие / Е. В. Антонов, В. Л. Бабурин, Г. И. Гладкевич и др.; под ред. В. Л. Бабурина и А. И. Данышина. Москва: КДУ, Университетская книга, 2018. 170 с.

6. Колесников Д. А. Обзор существующих методов оценки рекреационных территорий / Д. А. Колесников // Исследования по общетехническим и гуманитарным проблемам: сборник материалов III Международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь – 2007», 25–27 апреля 2007 г. Новосибирск: СГГА, 2007. Т. 6. С. 219–222.
7. Битюкова В. Р. Экологический фактор развития в Новой Москве: старые проблемы на новой территории / В. Р. Битюкова // Старая и Новая Москва: тенденции и проблемы развития: сборник научных статей РГО. Москва: ИП Матушкина И.И., 2018. С. 120–143.
8. Постановление Правительства Москвы от 06.08.2002 № 623-ПП «Об утверждении Норм и правил проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы (МГСН 1.02-02)» с изменениями на 24.05.2022. URL: <https://docs.cntd.ru/document/3637744> (дата обращения: 12.08.2025).
9. Постановление Правительства Москвы от 25.01.2000 № 49 (ред. От 11.04.2023) «Об утверждении Норм и правил проектирования планировки и застройки Москвы (МГСН 1.01-99)». URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=20284-0&req=doc&base=MLAW&n=231575&rnd=L1FKZg#yvzLVUOO4h2L8kO2> (дата обращения: 12.08.2025).
10. Спутниковая карта города Москвы. URL: <https://yandex.ru/maps/213/moscow/sputnik/?ll=37.564302%2C55.618729&z=12> (дата обращения: 20.08.2025).
11. Атаманов С. А. В Москве 146 особо охраняемых природных территорий переведены в статус ООЗТ / С. А. Атаманов, С. А. Григорьев. // Кадастр.Москва. Москва, 2025. URL: <http://кадастр.москва/news/1263> (дата публикации: 13.01.2025).
12. Суслова Е. Г. Леса Московской области / Е. Г. Суслова // Экосистемы: экология и динамика. 2019. Т. 3, № 1. С. 119–190.

References

1. *Expansion of the territory of Moscow*. URL: <https://web.archive.org/web/20110923231512> (accessed 10.08.2025) (In Russ.).
2. *Features of the management of recreational facilities in the city of Moscow*. URL: https://panor.ru/articles/osobennosti-upravleniya-obektami-rekreatsionnogo-naznacheniya-v-gorode-moskve/51793.html?utm_source (accessed 17.07.2025) (In Russ.).
3. New territories of economic growth in Moscow. *Nezavisimaya Gazeta*. URL: https://nvo.ng.ru/moscow/2022-0630/4_8475_30062022.html?utm_source (accessed 27.07.2025) (In Russ.).
4. New Moscow will remain a territory of environmental safety. *Nezavisimaya Gazeta*. URL: https://nvo.ng.ru/stolitsa/2017-11-10/10_7112_newmoscow.html?utm_source (accessed 20.07.2025) (In Russ.).
5. Antonov E. V., Baburin V. L., Gladkevich G. I. et al. *Methodological manual on general geographical practice: socio-economic aspect: textbook*. Ed. by V. L. Baburin and A. I. Danshin. Moscow: KDU, University book; 2018:170 (In Russ.).
6. Kolesnikov D. A. Review of existing methods for assessing recreational areas. *Research on general technical and humanitarian problems: collection of materials of the III International scientific congress «GEO-Siberia – 2007», April 25–27, 2007*. Novosibirsk: SGGa; 2007:6:219–222 (In Russ.).
7. Bityukova V. R. Environmental factor of development in New Moscow: old problems in a new territory. *Old and New Moscow: development trends and problems: coll. scientific. art. RGS*. Moscow: Publ. IP Matushkina I.I.; 2018:120–143 (In Russ.).
8. *Resolution of the Government of Moscow dated 06.08.2002 № 623-PP «On approval of the norms and rules for the design of comprehensive improvement in the territory of the city of Moscow (MGSN 1.02-02)» with amendments on 24.05.2022*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/3637744> (accessed 12.08.2025) (In Russ.).
9. *Resolution of the Government of Moscow dated 25.01.2000 № 49 (as amended on 11.04.2023) «On approval of the norms and rules for the design, planning and development of Moscow (MGSN 1.01-99)»*. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=20284-0&req=doc&base=MLAW&n=231575&rnd=L1FKZg#yvzLVUOO4h2L8kO2> (accessed 12.08.2025) (In Russ.).
10. *Satellite map of Moscow*. URL: <https://yandex.ru/maps/213/moscow/sputnik/?ll=37.564302%2C55.618729&z=12> (accessed 20.08.2025) (In Russ.).
11. Atamanov S. A., Grigoriev S. A. In Moscow, 146 specially protected natural areas have been transferred to protected area status. *Cadastre.Moscow*. Moscow, 2025. URL: <http://cadastre.moscow/news/1263> (date of publication 13.01.2025) (In Russ.).
12. Suslova E. G. Forests of the Moscow region. *Ecosystems: Ecology and Dynamics*. 2019;3;1:119–190 (In Russ.).

Информация об авторах

Иванова Е. Ю. – кандидат географических наук, доцент кафедры географии, геоэкологии и природопользования факультета естественных наук;

Моро П. Н. – аспирант кафедры географии, геоэкологии и природопользования факультета естественных наук.

Information about the authors

Ivanova E. Yu. – Candidate of Sciences (Geographical), Associate Professor of the Department of Geography, Geoecology and Environmental Management, Faculty of Natural Sciences;

Moro P. N. – graduate student of the Department of Geography, Geoecology and Environmental Management, Faculty of Natural Sciences.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 12.02.2026; принята к публикации 21.02.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 12.02.2026; accepted for publication 21.02.2026.

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 92–95.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):92–95 (In Russ.).

Научная статья

УДК 910.3

<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.014>

РЕКРЕАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ: ГОЛУБЫЕ ОЗЕРА И АРХЕОЛОГО-ТУРИСТСКИЙ КОМПЛЕКС «ВЕРХНЯЯ БАЛКАРИЯ»

Уянаева Альбина Эльдаровна^{1✉}, Шагин Сергей Иванович²

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик, Россия

¹makkaeva1998@mail.ru

²uniid-sergey@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются одни из самых красивых и активно развивающихся рекреационных ресурсов Кабардино-Балкарской Республики – база «Голубые озера» и археолого-туристский комплекс «Верхняя Балкария». Данные туристские локации с каждым годом привлекают большое количество людей. Особое внимание уделяется этнокультурным особенностям данной местности. Также рассматриваются проблемы, с которыми сталкиваются описываемые рекреационные комплексы, и предлагаются пути решения этих проблем и улучшение положения, в том числе совершенствование инфраструктуры и вовлечение местного населения.

Ключевые слова: рекреационный туризм, туризм в Кабардино-Балкарской Республике, Северный Кавказ, средневековые башни, экологический туризм, гастрономический туризм, Голубые озера, Верхняя Балкария

Для цитирования: Уянаева А. Э., Шагин С. И. Рекреационные ресурсы Кабардино-Балкарской Республики: Голубые озера и археолого-туристский комплекс «Верхняя Балкария» // Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 92–95. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.014>.

RECREATIONAL RESOURCES OF THE KABARDINO-BALKAR REPUBLIC: BLUE LAKES AND THE ARCHAEOLOGICAL AND TOURIST COMPLEX «VERKHNYAYA BALKARIA»

Albina E. Uyanaeva^{1✉}, Sergey I. Shagin²

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

¹makkaeva1998@mail.ru

²uniid-sergey@yandex.ru

Abstract. This article examines one of the most beautiful and actively developing recreational resources of the Kabardino-Balkarian Republic – the Blue Lakes base and the Verkhnyaya Balkaria archaeological and tourist complex. These tourist locations attract a large number of people every year. Special attention is paid to the ethnocultural features of the area. It also examines the problems faced by the described recreational complexes, and suggests ways to solve these problems and improve the situation, including improving infrastructure and involving the local population.

Keywords: recreational tourism, tourism in the KBR, North Caucasus, medieval towers, ecological tourism, gastronomic tourism, Blue Lakes, Verkhnyaya Balkaria

For citation: Uyanayeva A. E., Shagin S. I. Recreational resources of the Kabardino-Balkarian Republic: Blue Lakes and the archaeological and tourist complex « Verkhnyaya Balkaria». *Geology, Geography and Global Energy*. 2026;2(101):92–95. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.014> (In Russ.).

Введение

Российская Федерация, имея самую большую площадь среди других стран, включает в себя большое количество разнообразной природы. Необъятные территории включают в себя различные ландшафты, флору и фауну и подразумевают наличие большого количества природных зон, постепенно сменяющих друг друга [3]. Как мы уже с вами знаем, основных зон четыре: арктический, субарктический, умеренный и частично субтропический. Та самая часть субтропиков России расположена вдоль Черного моря, представляя собой узкую полосу. Это относительно небольшие территории, но тем не менее концентрация туристского и рекреационного потенциала в них очень большая. В данной статье рассматриваются одни из самых красивых и живописных мест субтропиков России – Голубые озера и Верхняя Балкария, находящиеся в Кабардино-Балкарской Республике.

© Уянаева А. Э., Шагин С. И., 2026

Актуальность данной статьи достаточно высока, в частности учитывая быстрый рост отечественного туризма за последние несколько лет. Как нам уже известно, Северный Кавказ всегда славился своими рекреационными и экологическими ресурсами. Особенно высокий поток туристов был еще в Советское время, с 1930-х по 1990-е гг. К сожалению, с распадом СССР начался экономический кризис, что отрицательно повлияло на туризм в целом. Восстановить туристическую деятельность получилось лишь в 2000-е гг., но из-за остановки развития туристской деятельности сильно пострадала материальная и техническая база. Даже в наши дни мы можем наблюдать следы кризисной ситуации тех времен.

Однако сегодня туристская деятельность активно развивается, и Северный Кавказ по-прежнему занимает значимое место в рекреационной деятельности страны.

Голубые озера и археолого-туристский комплекс «Верхняя Балкария» находятся в Черекском районе на северо-западе Кабардино-Балкарской Республики и представляют собой удивительные природные места, находящиеся вблизи Черекской теснины, по дну которого протекает горная река Черек Балкарский. Посетить эти места можно самостоятельно или в группе, в качестве экскурсии, что, по мнению коренных жителей, наиболее безопасно. Однако известно, что большинство туристов предпочитают путешествовать на автомобилях. Что вполне естественно, так как путешествие на своем авто позволяет останавливаться практически в любой понравившейся точке.

Местные жители активно занимаются туристской деятельностью, так что найти подходящего гида не составит труда. Представлены различного рода развлечения: джип-туры, зиплайн, поездки на мотоциклах и квадроциклах по живописным местам, рекреационный отдых, скалолазание, пешие и конные прогулки, полеты на парaplанах и даже шоппинг. Остановиться здесь можно в уютных гостиницах, хостелах или снять жилье у местных жителей, что очень распространено.

На Голубых озерах находятся базары, где можно приобрести сувениры, лекарственные растения, мед, украшения, ножи и т. д. Но самое завораживающее, что можно увидеть это, конечно, сами озера (Верхнее и Нижнее). На сегодняшний день Нижнее Голубое озеро (Цирик Кел) является одним из глубочайших карстовых озер в мире (рис. 1). Вплоть до 2025 г. считалось, что глубина озера 279 м, так как членам экспедиции не удалось спуститься еще ниже, хотя они и предполагали, что это неконечная глубина. После новейших исследований в этом же 2025 г. выявили следующую предполагаемую глубину – 292 м. В озере не обитают какие-либо рыбы или водоросли, но можно выявить отдельные виды бактерий и рачков-гаммарусов. Температура озера круглый год составляет 9,3 °C [4].



Рисунок 1 – Нижнее Голубое озеро

Верхнее Голубое озера – это два сообщающихся водоема, которые относительно неглубокие – 17–18 м (рис. 2). Вода в водоемах пресная и чистая, в них водятся карп, сазан, форель и белый амур. Уровень воды в течение года постоянно колеблется из-за осадков и грунтовых вод [4].

Хотя и дорога сюда довольно удобная и асфальтированная, еще каких-то 15 лет назад здесь отсутствовали какие-то туристические комплексы, рестораны и т. д. Но уже в 2021 г. вокруг Верхних Голубых озер построен комплекс с одноименным названием. Комплекс предлагает различного вида услуги: гостиница, ресторан, прогулки по живописному лесу и на катамаранах, сауна с выходом на озеро.



Рисунок 2 – Верхние Голубые озера

Археолого-туристской Верхняя Балкария называется по причине большого количества разнородных достопримечательностей: башня Абаевых, Амирхан-къала, крепость Болат-къалала, гора Мехтыген, озеро Гийбашкел, ущелье Уштулу, ущелье Рцывашки, перевал Курноят, водопад Зиркли-Суу и др. [6].

Согласно «Списку населенных пунктов Нальчикского округа Терской области», в 1910 г. Балкарское общество включало двадцать одно селение: Верхний и Нижний Кунюм, Верхний и Нижний Чегет, Верхний и Нижний Шаурдат, Верхний и Нижний Шканти, Глашево, Догуат, Зарашки, Зилги, Кашкатау, Коспарты, Курнаят, Мухол, Мухуш, Сауту, Тюбень-Эл, Тура-Хабла, Фардык. Они, как и другие селения Балкарии, подразделялись на моно- и полифамильные [1]. Сегодня же практически все эти территории составляют всю Верхнюю Балкарию.

Сама дорога в село, начиная с выезда с Голубых озер, довольно извилистая и даже местами опасная, неопытному водителю желательно вести машину максимально осторожно, да и опытному водителю стоит быть очень аккуратным в вождении, так как небезызвестны случаи падения авто в ущелье даже среди местных жителей. Несмотря на такого рода неудобства, турпоток здесь не прекращается практически круглый год. А все из-за захватывающих дух видов и колорита данной местности.

Наиболее посещаемая туристами локация – Уштулу, находящаяся на высоте 2 000–2 007 м. Уштулу – это прекрасное сочетание уединенности и красоты. Расположена между тремя вершинами – Дых-Тау (5 204 м), Коштан-Тау (5 152 м), Гульчи-Тау (4 447 м), что гарантирует прекрасные виды – от живописных лугов до белоснежных ледников. В долине есть нарзановые источники, хорошо оборудованные и доступные.

В отдаленном уголке Черекского ущелья скрылось озеро Гийбашкель, еще одна локация, куда стремятся попасть туристы. Озеро находится на высоте 3 150 м, дорога туда довольно непростая – 12 км на машине до начала тропы, далее – 6 км пешком, вся дорога занимает в среднем 5–6 часов, однако желающих туда попасть это не останавливает. Озеро бессточное, питается атмосферными осадками и талыми снегами. Температура воды в среднем 6–7 °С, а зимой водоем полностью замерзает. Из-за чего местные гиды не рекомендуют посещение озера в не сезон. Это может привести к плохим последствиям. Самое благоприятное время для посещения озера июль–сентябрь, когда сходит снег. В 2025 г. исследователи из Русского географического общества выявили максимальную глубину – 12 м. Лучше всего нанимать гида по данной местности для комфортного и безопасного времяпрепровождения.

Заключение

Голубые озера и Верхняя Балкария не только уникальны своей красотой, но и хранят богатое историческое наследие Кабардино-Балкарской Республики.

Природные водоемы Голубые озера служат важным элементом экосистемы региона и привлекают внимание ученых и исследователей из-за их химического состава, экологических особенностей и происхождения.

Верхняя Балкария с ее древними башнями, крепостями и богатой культурной традицией является живым свидетельством многовековой истории балкарского народа. Здесь прошлое гармонично переплетается с настоящим, а традиционные обычаи бережно сохраняются местными жителями.

Оба этих природных и культурных объекта имеют огромное значение не только для региона, но и для всей России. Они способствуют развитию экологического и культурно-познавательного туризма, сохранению природного и культурного наследия, а также укреплению межрегиональных связей.

В заключение отметим, что сохранение этих уникальных мест требует совместных усилий государства, местного населения и туристов. Только бережное отношение к природному и культурному наследию позволит будущим поколениям наслаждаться красотой Голубых озер и величием древней Верхней Балкарии.

Список литературы

1. Административно-территориальные преобразования 2000 – Административно-территориальные преобразования в Кабардино-Балкарии. История и современность. Нальчик: Эль-Фа, 2000. 71 с.
2. Данилов-Данильян В. И. Реки и озера России / В. И. Данилов-Данильян. Москва: Энциклопедия, 2016. 207 с.
3. URL: <https://travelopedia.ru>.
4. Максимович Н. Г. Уникальность карстового озера Церик-Кель (Голубое озеро) в Кабардино-Балкарии / Н. Г. Максимович, О. Ю. Мещерякова, А. Д. Деменев // Озера Евразии: проблемы и пути их решения: материалы I Международной конференции. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2017. С. 92–98.
5. Реутова Т. В. Сравнительная гидрохимическая характеристика водных объектов карстового происхождения в Кабардино-Балкарской Республике / Т. В. Реутова, Ф. Р. Дреева, Н. В. Реутова // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 5 (97). С. 127–135.
6. Щукин И. С. В Балкарии / И. С. Щукин // Землеведение. 1925. Т. XXVII, вып. 1–2. С. 37.

References

1. *Administrative-territorial transformations 2000 – Administrative-territorial transformations in Kabardino-Balkaria. History and modernity*. Nalchik: El-Fa; 2000:71 (In Russ.).
2. Danilov-Danilyan V. I. *Rivers and lakes of Russia*. Moscow: Encyclopedia; 2016:207 (In Russ.).
3. URL: <https://travelopedia.ru> (In Russ.).
4. Maksimovich N. G., Meshcheryakova O. Yu., Demenev A. D. The uniqueness of the Cerik-Kel karst lake (Blue Lake) in Kabardino-Balkaria. *Lakes of Eurasia: problems and solutions: proceedings of the I International conference*. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 2017:92–98 (In Russ.).
5. Reutova T.V., Dreeva F.R., Reutova N.V. Comparative hydrochemical characteristics of karst-origin water bodies in the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2020;5(97):127–135 (In Russ.).
6. Shchukin I. S. In Balkaria. *Land Science*. 1925;XXVII;1–2:37 (In Russ.).

Информация об авторах

Уянаева А. Э. – аспирант;
Шагин С. И. – помощник ректора, профессор кафедры биологии, геоэкологии и молекулярно-генетических основ живых систем, доктор географических наук, зам. председателя НТС.

Information about the authors

Uyanaeva A. E. – postgraduate student;
Shagin S. I. – Assistant Rector, Professor of the Department of Biology, Geoeology and Molecular Genetic Foundations of Living Systems, Doctor of Geographical Sciences, Deputy Chairman of the NTS.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 11.02.2026; принята к публикации 24.02.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 11.02.2026; accepted for publication 24.02.2026.

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 96–102.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):96–102 (In Russ.).

Научная статья

УДК 504.06

<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.015>

ОСОБЕННОСТИ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ВОДНЫХ КАНАЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА АСТРАХАНИ С УЧЕТОМ ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Романова Анастасия Алексеевна¹, Карабаева Алтынганым Зинетовна^{2✉}, Иолин Михаил Михайлович³

Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева, Астрахань, Россия

¹romanova.an95@mail.ru

²karabaeva2010@mail.ru

³miolin76@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена картографированию водных каналов на территории города Астрахани. Установлена последовательность загрязнения водных каналов под воздействием техногенной нагрузки в черте города. Выявлено, что картографирование каналов с учетом химического загрязнения является одним из значимых параметров экологической оценки городской территории, так как позволяет перейти от анализа отдельных точек наблюдений к пространственно-обобщенному представлению информации, сохраняя при этом связь с фактическими данными. Выявлено, что интерполяционные методы, особенно при недостаточной плотности сети наблюдений, могут создавать ложное ощущение высокой пространственной детализации, не подтвержденной эмпирическими данными. Используется метод картодиаграммы для наглядного представления соотношения отдельных компонентов загрязнения. Созданы картосхемы для сравнительного анализа загрязнения водных каналов за период 2007–2025 гг. с применением ГИС-программы. Определено, что геоинформационный анализ и картографическое моделирование являются эффективными инструментами геоэкологической оценки состояния городских водных объектов на изучаемой территории. В статье подчеркивается также значимость сезонного подхода для городских водных каналов. Показана роль поверхностных вод в формировании общей геоэкологической обстановки на исследуемой территории.

Ключевые слова: Астрахань, водные каналы, графическая среда, загрязнение, тяжелые металлы, картографирование, сезонная динамика, метод картодиаграммы

Для цитирования: Романова А. А., Карабаева А. З., Иолин М. М. Особенности картографирования водных каналов на территории города Астрахани с учетом их загрязнения тяжелыми металлами // Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 96–102. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.015>.

FEATURES OF WATER CHANNELS MAPING IN THE CITY OF ASTRAKHAN, TAKING INTO ACCOUNT THEIR POLLUTION BY HEAVY METALS

Anastasia A. Romanova¹, Altynganym Z. Karabaeva^{2✉}, Mikhail M. Iolin³

Astrakhan Tatishchev State University, Astrakhan, Russia

¹romanova.an95@mail.ru

²karabaeva2010@mail.ru

³miolin76@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the mapping of water channels in the city of Astrakhan. The sequence of water channel pollution under the influence of anthropogenic load within the city limits is established. It is revealed that the mapping of channels, taking into account chemical pollution, is one of the significant parameters of the environmental assessment of urban territory, as it allows to move from the analysis of individual observation points to a spatially generalized representation of information, while maintaining a connection with actual data. It is revealed that interpolation methods, especially when the density of the observation network is insufficient, can create a false impression of high spatial detail that is not supported by empirical data. The cartogram method is used to visualize the ratio of individual pollution components. Maps have been created for a comparative analysis of water channel pollution for the period 2007–2025 using a GIS program. It has been determined that geoinformation analysis and cartographic modeling are effective tools for geoenvironmental assessment of urban water bodies in the study area. The article also emphasizes the importance of a seasonal approach for urban water channels. The role of surface water in shaping the overall geoenvironmental situation in the study area has been demonstrated.

Keywords: Astrakhan, water channels, graphical environment, pollution, heavy metals, mapping, seasonal dynamics, cartogram method

For citation: Romanova A. A., Karabaeva A. Z., Iolin M. M. Features of water channels mapping in the city of Astrakhan, taking into account their pollution by heavy metals. *Geology, Geography and Global Energy*. 2026; 2(101):96–102. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.015> (In Russ.).

Актуальность

Картографирование химического состояния поверхностных вод является одним из ключевых инструментов геоэкологического анализа урбанизированных территорий. В условиях высокой пространственной неоднородности антропогенных воздействий и сложной гидрологической структуры водных объектов именно картографические методы позволяют выявить закономерности распределения загрязняющих веществ, установить зоны повышенной экологической нагрузки и определить направления трансформации водной среды под влиянием природных и техногенных факторов.

Химический состав поверхностных вод рассматривается в современной геоэкологии как интегральный показатель состояния природно-техногенных систем. Концентрации токсикантов, в том числе тяжелых металлов, отражают совокупное воздействие источников загрязнения, гидрологического режима, особенностей водообмена и процессов миграции веществ. В этой связи пространственный анализ данных гидрохимического мониторинга приобретает особую значимость при изучении городских водных систем, отличающихся высокой степенью антропогенной трансформации.

Картографический подход позволяет перейти от анализа отдельных точек наблюдений к пространственному обобщенному представлению информации, сохраняя при этом связь с фактическими данными. При этом важнейшим методологическим принципом является выбор используемых способов визуализации характера исходных данных и задач исследования.

Методы исследования

Гидрографическая сеть городов характеризуется рядом специфических особенностей, определяющих методику ее картографического анализа. В отличие от природных речных систем, городские каналы часто представляют собой искусственно созданные или существенно трансформированные водные объекты, функционирование которых определяется инженерными решениями, режимами регулирования стока и локальными источниками загрязнения [8].

В условиях городской застройки пространственная изменчивость химического состава воды может носить дискретный характер, что существенно ограничивает возможности применения классических методов пространственной интерполяции. Использование интерполяционных моделей предполагает наличие относительно непрерывного поля значений и достаточной плотности наблюдений, что не всегда выполняется в условиях стационарной сети гидрохимического мониторинга.

Кроме того, в системе каналов города Астрахани водообмен между отдельными участками каналов может быть ограничен или носить эпизодический характер, что дополнительно усложняет интерпретацию интерполированных поверхностей концентраций загрязняющих веществ [6].

Одним из фундаментальных принципов современного экологического картографирования является принцип воспроизводимости. Результаты пространственного анализа должны быть получены с использованием прозрачных и формализованных процедур, допускающих проверку и повторение другими исследователями. В этой связи предпочтение отдается методам, основанным на прямом отображении фактических данных наблюдений без чрезмерного использования модельных предположений [5].

Не менее важным является принцип достоверности, предполагающий минимизацию субъективных искажений при визуализации данных. Интерполяционные методы, особенно при недостаточной плотности сети наблюдений, могут создавать ложное ощущение высокой пространственной детализации, не подтвержденной эмпирическими данными. В условиях экологических исследований, результаты которых могут использоваться при принятии управленческих решений, подобные искажения недопустимы.

Диаграммные методы картографирования, основанные на представлении многокомпонентных данных непосредственно в точках наблюдений, в большей степени соответствуют указанным принципам. Они позволяют сохранить исходную структуру данных, наглядно отразить соотношение компонентов загрязнения и избежать искусственного сглаживания пространственных различий [9, 11].

Основная часть

Пространственная основа исследования представлена цифровым картографическим слоем каналов города Астрахани, подготовленным в виде полигональных объектов. Использование полигональной модели водных объектов является принципиально важным с точки зрения корректного картографического отображения городской гидрографической сети. В отличие от линейного представления, полигональная модель позволяет учитывать фактическую ширину каналов и их площадь, что особенно актуально в условиях городской застройки и сложной конфигурации водных объектов.

Приведение пространственных данных в единую систему координат обеспечило корректность пространственных операций и визуализации. Для анализа и построения карт использовалась проекция UTM, соответствующая географическому положению исследуемой территории, что позволило минимизировать искажения расстояний и площадей.

Дополнительное внимание уделялось проверке и корректировке геометрии пространственных объектов. Использование процедур валидации геометрии позволило обеспечить корректность пространственной основы исследования [3, 10].

Для обработки исходных данных, пространственного анализа и картографической визуализации была использована статистическая и графическая среда (R).

Использование R позволило объединить в рамках единого рабочего процесса обработку табличных данных, работу с пространственными объектами и построение картографических материалов. Применение пакета *sf* обеспечило возможность корректной работы с векторными пространственными данными и их интеграции с атрибутивной информацией гидрохимического мониторинга. Библиотеки *ggplot2* и *scatterpie* использовались для реализации гибкой и воспроизводимой картографической визуализации.

Одним из ключевых преимуществ использования R является воспроизводимость результатов. Все этапы обработки данных и построения карт формализованы в виде программного кода, что позволяет полностью воспроизвести полученные результаты при наличии исходных данных.

Кроме того, использование R позволяет автоматизировать построение серий карт для различных сезонов и лет наблюдений [9].

На этапе предварительной обработки данных особое внимание уделялось приведению исходных значений концентраций к единому числовому формату.

Такая процедура позволила обеспечить корректность последующих операций визуализации и избежать искажений, связанных с некорректной обработкой отсутствующих или некондиционных данных. При этом принципиально важным являлось сохранение фактических значений концентраций без применения процедур сглаживания.

С целью анализа сезонной динамики химического состава воды данные были структурированы по сезонам года, что позволило избежать некорректного усреднения данных и выявить особенности сезонной изменчивости концентраций токсикантов.

Использование сезонного подхода особенно важно для городских каналов, гидрохимический режим которых может существенно меняться в зависимости от времени года. Сопоставление карт, построенных для различных сезонов, обеспечивает возможность выявления устойчивых пространственных закономерностей и сезонных аномалий загрязнения, что имеет важное значение для экологической интерпретации полученных результатов [4, 9].

Одной из ключевых методических задач исследования являлся выбор способа картографической визуализации многокомпонентных гидрохимических данных.

В отличие от однофакторных показателей, концентрации токсикантов в поверхностных водах представляют собой совокупность взаимосвязанных компонентов, формирующих общий химический облик водной среды. В этой связи традиционные методы отображения отдельных показателей в виде изолированных карт не позволяют в полной мере отразить комплексный характер загрязнения.

Для решения данной задачи был использован метод картодиаграмм, предполагающий отображение значений нескольких химических элементов в каждой точке наблюдений в виде круговых диаграмм. Каждая диаграмма отражает относительный вклад отдельных компонентов в суммарное загрязнение воды в конкретном пункте наблюдений. Такой подход позволяет одновременно анализировать как пространственные различия между пунктами, так и структуру химического состава воды.

Использование диаграмм в точках наблюдений позволяет избежать указанных ограничений и сохранить фактическое содержание исходных данных, не прибегая к моделированию пространственного распределения концентраций [2, 4].

Решающим компонентом исследования стало сочетание показателя точечных данных гидрохимических наблюдений с полигональной структурой водных каналов. Это осуществляет правильное зрительное восприятие и предоставляет возможность интерпретировать результаты с учетом структуры водных объектов.

Отображение каналов в виде полигонов позволяет наглядно связать концентрацию токсикантов с местностью. Когда диаграммы наложены прямо на контуры водоемов, становится проще считать карту и находить участки с аномальным или нестабильным уровнем загрязнения.

В результате точечные диаграммы не искажают морфологические параметры водных объектов и не формируют ошибочные впечатления территориального распределения загрязнения

за чертой реальных постов исследований. Этот метод отвечает концепции точного и правильного тематического картографирования и гарантирует баланс между информативностью и достоверностью.

Для сравнения сезонного изменения водных каналов применяется метод серий карт, составленных индивидуально для каждого сезона года. Исполнение этого подхода осуществлялось путем разбиения картографических изображений на серии, что позволило обеспечить единый масштаб, картографическую основу и стиль оформления для всех сезонов (рис. 1–4).

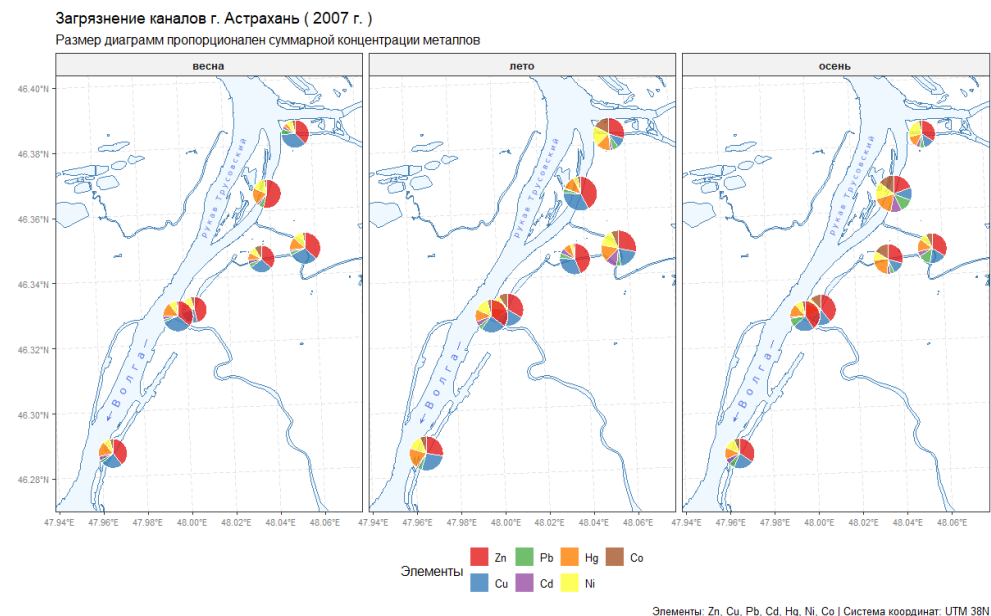


Рисунок 1 – Картохема загрязнения г. Астрахани (2007 г.). Элементы: Zn, Cu, Pb, Cd, Hg, Co, Ni

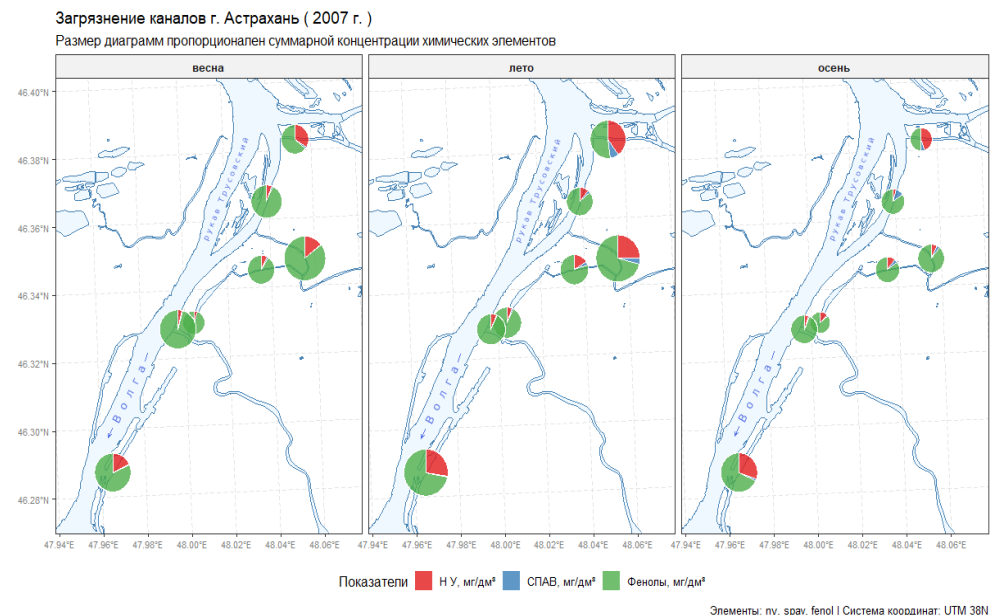


Рисунок 2 – Картохема загрязнения каналов г. Астрахани (2007 г.).
 Показатели – H_2O_2 , мг/дм³; СПАВ, мг/дм³; фенолы, мг/дм³

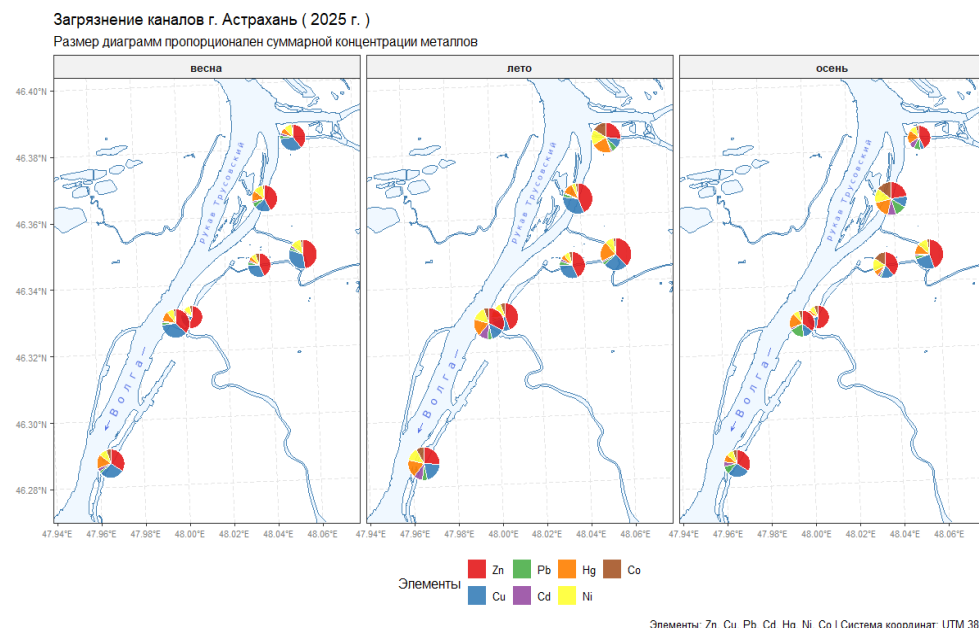


Рисунок 3 – Картограмма загрязнения каналов г. Астрахани (2025 г.). Элементы: Zn, Cu, Pb, Cd, Hg, Co, Ni

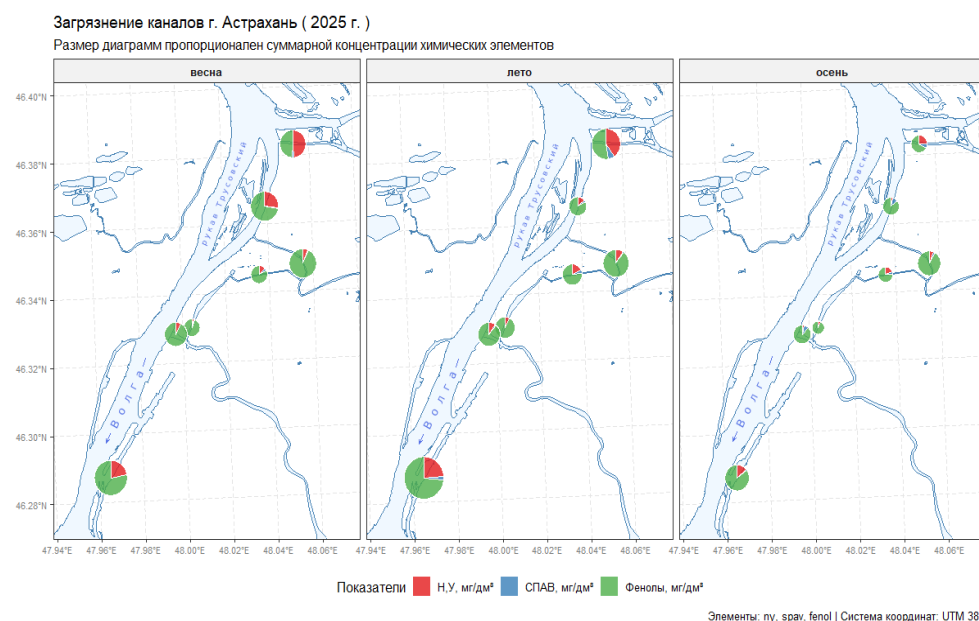


Рисунок 4 – Картограмма загрязнения каналов г. Астрахани (2025 г.).
 Показатели – H₂O₂, мг/дм³; СПАВ, мг/дм³; фенолы, мг/дм³

Следовательно, применение серий карт обеспечивает соответствие полученных данных и даст возможность раскрыть как устойчивые пространственные закономерности, так и сезонную динамику в составе загрязнения. Данный способ более эффективен при анализе многолетних показателей, так как помогает увидеть, как из года в год меняются либо повторяются сезонные пики загрязнения [9].

Одним из важнейших компонентов геоэкологической системы города являются поверхностные воды. От воздействия природных и техногенных факторов на них зависит их химическое состояние и состав загрязняющих элементов, поэтому их можно рассматривать как индикатор геоэкологической обстановки.

Загрязнение городских водоемов распределено крайне неравномерно. На это влияют форма русел, слабый водообмен и точечные сбросы стоков, в результате чего чистые участки резко сменяются загрязненными.

Стандартная интерполяция данных в городских каналах часто искажает реальность. Без учета гидродинамики и расположения преград геоэкологические оценки становятся недо-стоверными [7].

Таким образом, геоинформационный анализ и картографическое моделирование, основанные на прямом отображении фактических данных гидрохимического мониторинга, являются эффективным инструментом выявления пространственных закономерностей загрязнения поверхностных вод и зон повышенной геоэкологической напряженности.

Использование картодиаграммного метода визуализации многокомпонентных гидрохимических данных позволяет сохранить структуру исходной информации и наглядно представить соотношение отдельных компонентов загрязнения в пунктах наблюдений.

Сезонная изменчивость оказывает существенное влияние на химическое состояние поверхностных вод и должна учитываться при геоэкологическом анализе и картографировании загрязнения, поскольку усреднение данных без учета сезонного фактора может скрыть экологически значимые особенности.

Разработанный геоинформационный подход к оценке химического состояния поверхностных вод может быть использован в системе геоэкологического мониторинга и при обосновании природоохранных мероприятий на урбанизированных территориях.

Список литературы

1. Иолин М. М. Основные направления динамики антропогенного воздействия на аквальные комплексы / М. М. Иолин, А. С. Борзова // *Геология, география и глобальная энергия*. 2021. № 2 (81). С. 125–130.
2. Карабаева А. З. Картографирование трансформации ильменей Северо-Западного Прикаспия / А. З. Карабаева, М. В. Широков, А. В. Вайчулис // *Геология, география и глобальная энергия*. 2025. № 3 (98). С. 67–74. DOI: 10.54398/2077-6322.2025.98.3.006.
3. Кондрашин Р. В. Геоинформационное эколого-географическое картографирование на примере водных объектов / Р. В. Кондрашин, Г. В. Крыжановская // *Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения: материалы IV Международной научно-практической конференции* / сост. Е. А. Колчин. Астрахань, 2022. С. 109–112.
4. Крыжановская Г. В. Картографирование геоэкологической ситуации водотоков агломератов на примере рукава кутум города Астрахани на основе химического анализа поверхностных вод / Г. В. Крыжановская, Е. В. Старков, Р. Х. Шереметов // *Естественные науки*. 2023. № 4 (13). С. 42–50.
5. Крыжановская Г. В. Геоэкологические исследования водоемов агломератов в условиях повышенного многопланового использования / Г. В. Крыжановская, М. М. Иолин, И. С. Шарова и др. // *Геология, география и глобальная энергия*. 2018. № 3 (70). С. 185–193.
6. Локтионова Е. Г. Экологические проблемы водопользования в условиях городской среды: монография / Е. Г. Локтионова, А. Н. Бармин, Л. А. Морозова, М. С. Гурьева, Г. В. Болонина. Москва: Кнорус; Астрахань: ИД «Астраханский университет», 2014. 198 с.
7. Романова А. А. Анализ текущей экологической ситуации реки Волга и внутригородских водных систем Астрахани / А. А. Романова, М. М. Иолин // *Куражские чтения: материалы III Международной научно-практической конференции*, Астрахань, 16–17 мая 2024 года. Астрахань: Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева, 2024. С. 183–185.
8. Романова А. А. Трансформация гидрографической сети Астраханской области под влиянием природных и антропогенных факторов: Особенности дельты Волги / А. А. Романова, А. З. Карабаева, М. М. Иолин // *Астраханский вестник экологического образования*. 2026. № 1 (91). С. 64–68. DOI: 10.36698/2304-5957-2026-1-64-68.
9. Романова А. А. Картографические методы в гидрологических исследованиях дельты Волги / А. А. Романова, М. М. Иолин, А. З. Карабаева // *Геология, география и глобальная энергия*. 2026. № 1 (100). С. 126–130.
10. Сурков П. С. Использование ГИС программы при создании и обновлении картографического материала на примере Астраханской области / П. С. Сурков, А. С. Чернышова // *Достижения вузовской науки 2022: сборник статей XXI Международного научно-исследовательского конкурса*. Пенза, 2022. С. 235–237.
11. Шарова И. С. Методы изучения геоэкологических особенностей территории с помощью геоинформационных систем / И. С. Шарова, Г. В. Крыжановская, М. С. Безуглова // *Естественные науки: актуальные вопросы и социальные вызовы: материалы IV Международной научно-практической конференции*. Астрахань: Астраханский государственный университет, 2021. С. 146–151.

References

1. Iolin M. M., Borzova A. S. The Main directions of the dynamics of anthropogenic impact on aquatic complexes. *Geology, Geography and Global Energy*. 2021;2(81):125–130 (In Russ.).
2. Karabaeva A. Z., Shirokov M. V., Vaychulis A. V. Mapping the transformation of the Ilmen lakes of the North-Western Caspian region. *Geology, Geography and Global Energy*. 2025;3(98):67–74. DOI: 10.54398/2077-6322.2025.98.3.006 (In Russ.).

3. Kondrashin R. V., Kryzhanovskaya G. V. Geoinformation ecological and geographical mapping on the example of water objects. *Modern research in earth sciences: retrospective, current trends and prospects of implementation: materials of the IV International scientific and practical conference*. Compiled by E. A. Kolchin. Astrakhan; 2022:109–112 (In Russ.).
4. Kryzhanovskaya G. V., Starkov E. V., Sheremetov R. Kh. Mapping the geoecological situation of water-courses of agglomerates on the example of the Kutum branch of the city of Astrakhan on the basis of chemical analysis of surface water. *Natural Sciences*. 2023;4(13):42–50 (In Russ.).
5. Kryzhanovskaya G. V., Iolin M. M., Sharova I. S. et al. Geoecological studies of reservoirs of agglomerates in conditions of increased multi-faceted use. *Geology, Geography and Global Energy*. 2018;3(70):185–193 (In Russ.).
6. Loktionova E. G., Barmin A. N., Morozova L. A., Guryeva M. S., Bolonina G. V. *Environmental problems of water use in urban environments: a monograph*. Moscow: Knorus; Astrakhan: Astrakhan University Publishing House; 2014:198 (In Russ.).
7. Romanova A. A., Iolin M. M. Analysis of the current environmental situation of the Volga river and Astrakhan's intra-city water systems. *Kurazhskovsky readings: materials of the III International scientific and practical conference, Astrakhan, May 16–17, 2024*. Astrakhan: Astrakhan Tatishchev State University; 2024:183–185 (In Russ.).
8. Romanova A. A., Karabaeva A. Z., Iolin M. M. Transformation of the hydrographic network of the Astrakhan region under the Influence of natural and anthropogenic factors: features of the Volga Delta. *Astrakhan Bulletin of Environmental Education*. 2026;1(91):64–68. DOI: 10.36698/2304-5957-2026-1-64-68 (In Russ.).
9. Romanova A. A., Iolin M. M., Karabaeva A. Z. Cartographic methods in hydrological research of the Volga Delta. *Geology, Geography and Global Energy*. 2026;1(100):126–130 (In Russ.).
10. Surkov P. S., Chernyshova A. S. Using GIS software to create and update cartographic materials: the case of the Astrakhan Region. *Achievements of university science 2022: collection of articles from the XXI International research competition*. Penza; 2022:235–237 (In Russ.).
11. Sharova I. S., Kryzhanovskaya G. V., Bezuglova M. S. Methods of studying the geological features of the territory using geoinformation systems. *Natural sciences: current issues and social challenges: materials of the IV International scientific and practical conference*. Astrakhan: Astrakhan State University; 2021:146–151 (In Russ.).

Информация об авторах

Романова А. А. – аспирант, ассистент кафедры географии, картографии и геологии;
Карабаева А. З. – кандидат географических наук, доцент кафедры географии, картографии и геологии;
Иолин М. М. – кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой географии, картографии и геологии.

Information about the authors

Romanova A. A. – postgraduate student, assistant of the Department of Geography, Cartography and Geology;
Karabaeva A. Z. – Candidate of Sciences (Geographical), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geography, Cartography and Geology;
Iolin M. M. – Candidate of Sciences (Geographical), Associate Professor, Head of the Department of Geography, Cartography and Geology.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 04.02.2026; одобрена после рецензирования 17.02.2026; принята к публикации 24.02.2026.

The article was submitted 04.02.2026; approved after reviewing 17.02.2026; accepted for publication 24.02.2026.

Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 103–107.
Geology, Geography and Global Energy. 2026;2(101):103–107 (In Russ.).

Научная статья

УДК 504.5:556:622.276/045

<https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.016>

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧЕК ОТБОРА ПРОБ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ
В ПРИЛИВНЫХ УСТЬЯХ РЕК**

Матыцин Евгений Николаевич^{1✉}, Мискевич Игорь Владимирович²

¹Северный Арктический федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

²Северо-западное отделение ИО РАН, Архангельск, Россия

^{1, 2}matycinev@gmail.com ✉

Аннотация. Приливные устьевые зоны рек являются критически важными и уязвимыми экосистемами, подверженными комплексному антропогенному воздействию. Нефтепродукты, поступающие с речным стоком, судоходством и береговыми источниками, аккумулируются в донных отложениях, становясь источником длительного вторичного загрязнения. Эффективность мониторинга и достоверность оценки загрязнения напрямую зависят от отбора проб, рельефа устья и правильного выбора наиболее достоверных точек отбора.

Ключевые слова: донные отложения, нефтепродукты, загрязнение, мониторинг, отбор проб, приливное устье

Для цитирования: Матыцин Е. Н., Мискевич И. В. Определение точек отбора проб донных отложений для оценки их загрязнения нефтепродуктами в приливных устьях рек // Геология, география и глобальная энергия. 2026. № 2 (101). С. 103–107. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.016>.

**DETERMINATION OF SAMPLING POINTS FOR BOTTOM SEDIMENTS TO ASSESS
PETROLEUM HYDROCARBON POLLUTION IN TIDAL RIVER ESTUARIES**

Evgeny N. Matytsin^{1✉}, Igor V. Miskevich²

¹Northern Arctic Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

²North-Western Branch of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia

^{1, 2}matycinev@gmail.com ✉

Abstract. Tidal river estuaries are critically important and vulnerable ecosystems subjected to complex anthropogenic impacts. Petroleum hydrocarbons, entering with river runoff, shipping, and coastal sources, accumulate in bottom sediments, becoming a source of long-term secondary pollution. The effectiveness of monitoring and the reliability of pollution assessment directly depend on sampling procedures, estuarine topography, and the correct selection of the most representative sampling points.

Keywords: sediments, petroleum hydrocarbons, pollution, monitoring, sampling, tidal estuary

For citation: Matytsin E. N., Miskevich I. V. Determination of sampling points for bottom sediments to assess petroleum hydrocarbon pollution in tidal river estuaries. *Geology, Geography and Global Energy.* 2026;2(101):103–107. <https://doi.org/10.54398/2077-6322.2026.101.2.016> (In Russ.).

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) является территорией с крайне уязвимыми для внешнего воздействия экосистемами, с огромными запасами полезных ископаемых, наличием крупных производственных объектов и логистических узлов. Выбросы и сбросы загрязняющих веществ от производственных объектов и связанного с ними судоходства оказывают более интенсивное воздействие на местную биосферу, чем аналогичное техногенное воздействие в других климатических зонах нашей страны.

Нефтепродукты являются для АЗРФ одним из ключевых загрязнителей для водной среды. Для мониторинга загрязнения водных объектов нефтепродуктами необходим регулярный анализ проб воды, что не всегда возможно, так как требует проведения анализа в течение часа,

с момента отбора проб. Альтернативой анализу воды на нефтепродукты можно считать анализ проб донных отложений, которые могут выступать в роли аккумулирующего субстрата.

Донные отложения (ДО) являются депонирующей средой для многих видов загрязняющих минеральных и органических веществ, в том числе для нефтепродуктов. Они аккумулируют нефтепродукты в течение долгих временных промежутков, реагируя как на хроническое, так и фрагментарное загрязнение водной среды. При этом достоверность получаемых результатов, с экологической точки зрения, напрямую зависит от репрезентативного определения выбора точек отбора проб ДО.

Точки отбора проб ДО в реках и других водотоках должны учитывать природные особенности исследуемых участков: характер течений, повороты русла, гранулометрический состав ДО, характер водной бентофауны и многие другие факторы. В этом отношении наибольшую сложность вызывает выбор точек (станций) отбора проб ДО в приливных устьях рек, для которых характерна большая короткопериодная приливная (часы, дни) и синоптическая (дни, недели) изменчивость всех параметров водных экосистем [1, 6].

Точки (станции) отбора проб донных отложений принято разделять на два типа по ключевым характеристикам: фоновые и импактные. Фоновые точки отражают превышение уровня содержания загрязняющих веществ на незагрязняемом участке водного объекта по сравнению с их концентрациями на загрязняемом участке. Импактные точки, в свою очередь, несут в себе характеристику уровня загрязнения в зоне контролируемого техногенного воздействия на водную экосистему (участок аварийного разлива нефтепродуктов, причалы, склады нефтепродуктов, стендеры, плавучие наливные станции и т. д.).

Для фоновых точек на водотоках следует выбирать места отбора проб на участках вне зоны контролируемого источника техногенного воздействия, но со схожими геоморфологическими и гидрологическими условиями, которые характерны для импактных точек. Здесь следует учитывать, что фоновые значения загрязняющего вещества могут отражать общий уровень техногенной нагрузки нефтепродуктов на водную экосистему, включая выбросы не только от конкретного ближайшего производственного объекта, но и всех хозяйственных объектов, расположенных вдоль реки или устьевых водотока.

Принцип отбора импактных проб, напротив, нацелен на зоны близ промышленных объектов (либо других объектов исследования). Для определения уровня нефтепродуктов от промышленных объектов следует придерживаться в основном локальных характеристик, иначе говоря, значений воздействия от конкретного производственного объекта.

При отборе проб ДО на фоновых и импактных точках необходимо выбирать участки с одинаковым гранулометрическим составом донного грунта. Здесь следует принимать во внимание, что илисто-глинистые и илистые донные осадки обладают наибольшим потенциалом к накоплению нефтепродуктов [2, 7].

Немаловажным фактором, влияющим на определение точек отбора проб для физико-химического анализа донных отложений, является рельеф рассматриваемого участка. Нефтепродукты оседают на дно водоема, аккумулируясь непосредственно в донных отложениях, с учетом перепада уровня воды от приливов и отливов. В приливных устьях рек аккумуляция органических веществ, как правило, происходит на приливной осушке (осыхаемой в фазу отлива прибрежной зоне водного объекта). При этом максимум накопления взвешенного вещества на донных отложениях происходит на верхней и нижней границах приливной осушки в моменты смены приливных течений на отливные и наоборот, формируя вдольбереговые полосы с наибольшей толщиной глинисто-иловых и иловых отложений. Такие донные осадки обладают наибольшим потенциалом к накоплению нефтепродуктов и одновременно к возможности появления высоких биомасс зообентоса [3].

В рамках проведения исследований по рассматриваемой проблеме были отобраны пробы донных отложений на приливной осушке в протоке Кузнечиха, которая входит в гидрографическую систему дельты реки Северная Двина. Рассматривался участок около нефтяного терминала «РН-Морской терминал Архангельск». Расположение точек отбора проб донных отложений показано на рисунке. К сожалению, необходимо заметить, что методические указания по выбору таких точек для приливных устьев рек отсутствуют [4, 8, 9], поэтому данный выбор точек носил рекогносцировочный характер.

Исходными данными для построения тематической карты-схемы послужили значения отметок высот, полученные из открытых геопространственных источников. По этим данным была построена интерполяционная поверхность при помощи инструмента обратно взвешенных расстояний в ArcMap версии 10.8. Метод OBP обеспечивает высокую точность аппроксимации при наличии достаточно плотной сети точек наблюдения.

Анализ проб донных отложений проводился в сертифицированной лаборатории методом экстракции нефтепродуктов из донных отложений четыреххлористым углеродом при хроматографическом отделении нефтепродуктов от сопутствующих органических соединений других классов и при количественном определении нефтепродуктов (НП) по интенсивности поглощения в ИК-области спектра. Полученные результаты представлены в таблице.

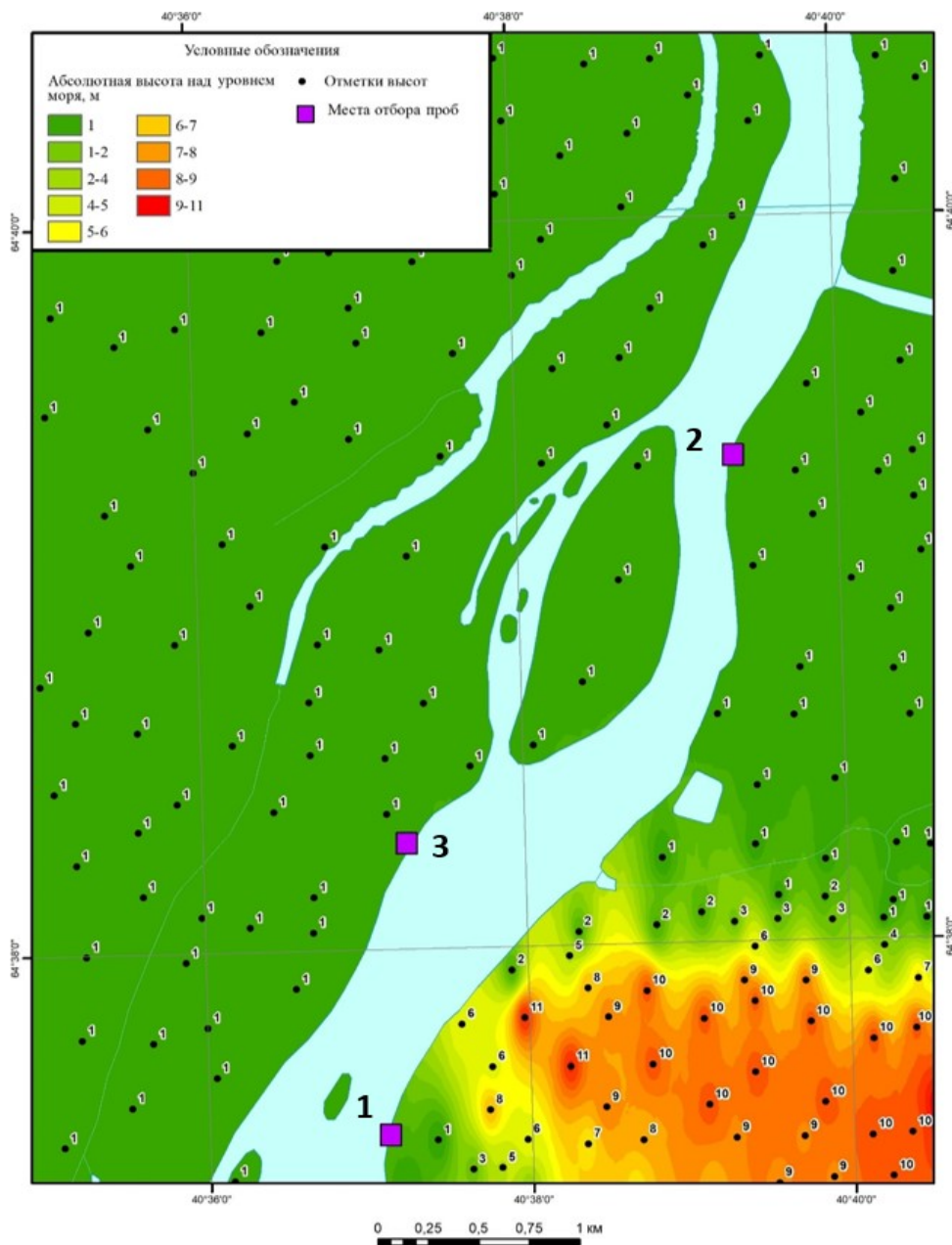


Рисунок – Интерполяционная карта рельефа (район исследования: протока Кузнечиха, г. Архангельск), масштаб 1: 25 000

Таблица – Содержание нефтепродуктов в донных отложениях протоки Кузнечиха в октябре 2025 г.

Номер точки отбора пробы	Единица измерения	Концентрация
1	мг/кг	220±60
2	мг/кг	210±50
3	мг/кг	220±60

Анализ полученных данных, учитывая схожий уровень обнаруженных концентраций в различных точках, позволяет предположить об отсутствии явно выраженного локального влияния вышеупомянутого терминала на загрязнение донных отложений на фоне общего загрязнения экосистемы протоки Кузнечиха. Оно происходит за счет поступления в нее нефтепродуктов от большого количества различных «мелких» источников на территории города Архангельска и прилегающих к ней дачных поселков. Зафиксированный уровень содержания нефтепродуктов превышает нормативный уровень (167 мг/кг), рекомендуемый для донных отложений устьев рек Белого моря в работе [5, 10]. Однако здесь необходимо учитывать, что речь идет о донных отложениях приливных осушек. В основном русле протоки, не осушаемом на отливах, грунт представлен песком и гравием, которые обладают очень низкой сорбционной способностью по отношению к нефтепродуктам. Можно ожидать, что их концентрации в таких донных осадках будут на порядок ниже по сравнению с величинами, зафиксированными для приливных осушек.

Результаты проведенных исследований позволяют предположить, что для получения достоверной информации о локальном влиянии промышленного объекта на загрязнение донных отложений в приливном устье реки необходимо производить отбор проб донных отложений на сети, сформированной, как минимум, из 7–10 фоновых и импактных (контрольных) точек. При этом один из створов наблюдений должен располагаться вне зоны действия приливного потока выше по течению устьевого водотока. Такое количество наблюдений также дает возможность создать базу для разработки математических моделей, описывающих характер загрязнения донных отложений в приливном устье реки.

Список литературы

1. Мискевич И. В. Специфика природных процессов в приливных устьях малых рек Белого моря / И. В. Мискевич // Проблемы региональной экологии. 2019. № 4. С. 37–41.
2. Валиев В. С. Нефтяные углеводороды в донных отложениях: состав, идентификация, механизмы трансформации (обзор) / В. С. Валиев, Д. В. Иванов, Р. Р. Шагидуллин // Российский журнал прикладной экологии. 2020. № 1. С. 41–51.
3. Мискевич И. В. Специфика формирования донных биогеоценозов приливных осушек мезоприливных эстуариев Белого моря / И. В. Мискевич, Н. М. Махнович, О. П. Нецветова // Теоретическая и прикладная экология. 2025. № 1. С. 119–124. DOI: 10.25750/1995-4301-2024-4-105-110.
4. РД 52.24.609-2013. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов. Ростов-на Дону: ГХИ, 2013. 39 с.
5. Самохина Л. А. Воздействие нефтяных углеводородов и бенз(а)пирена на количественные характеристики макрозообентоса Белого и юго-восточной части Баренцева морей: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 25.00.28 / Л. А. Самохина. Мурманск: ММБИ, 2010. 27 с.
6. Мискевич И. В. Оценка возможных масштабов загрязнения аварийной нефтью мезо-макроприливных устьев рек Белого моря / И. В. Мискевич // Проблемы региональной экологии. 2016. № 1. С. 26–31.
7. Коробов В. Б. Оценка влияния приливных течений на функции распределения высот ветровых волн / В. Б. Коробов, И. В. Лавренов // Метеорология и гидрология. 1989. № 11. С. 73–80.
8. Немировская И. А. Нефть в Арктике: от поверхностного стока до морских льдов / И. А. Немировская // Природа. 2019. № 3. С. 23–33.
9. Коробов В. Б. Методические аспекты оценки загрязнения морских акваторий по данным наблюдений за донными отложениями / В. Б. Коробов, Н. Б. Лаврова, А. Т. Кочергин // Водные ресурсы. 2016. Т. 43, № 1. С. 78–86.
10. Ильинский В. В. Нефтеокисляющие микроорганизмы как индикаторы загрязнения донных осадков (на примере Кольского залива) / В. В. Ильинский, А. А. Семенов // Микробиология. 2018. Т. 87, № 4. С. 459–468.

References

1. Miskevich I. V. Specifics of natural processes in the tidal estuaries of small rivers of the White Sea. *Problems of Regional Ecology*. 2019;4:37–41 (In Russ.).
2. Valiev V. S., Ivanov D. V., Shagidullin R. R. Petroleum hydrocarbons in bottom sediments: composition, identification, transformation mechanisms (review). *Russian Journal of Applied Ecology*. 2020;1:41–51 (In Russ.).
3. Miskevich I. V., Makhnovich N. M., Netsvetava O. P. Specifics of the formation of bottom biogeocenoses in the tidal flats of mesotidal estuaries of the White sea. *Theoretical and Applied Ecology*. 2025;1:119–124. DOI: 10.25750/1995-4301-2024-4-105-110 (In Russ.).
4. RD 52.24.609-2013. *Organization and conduct of monitoring of pollutant content in bottom sediments of water bodies*. Rostov-on-Don: GHI; 2013:39 (In Russ.).
5. Samokhina L. A. *Impact of petroleum hydrocarbons and benzo(a)pyrene on the quantitative characteristics of macrozoobenthos in the White and southeastern Barents seas: abstract of a dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences: 25.00.28*. Murmansk: MMBI; 2010:27 (In Russ.).
6. Miskevich I. V. Assessment of possible scales of emergency oil pollution in meso-macrotidal estuaries of the White sea rivers. *Problems of Regional Ecology*. 2016;1:26–31 (In Russ.).
7. Korobov V. B., Lavrenov I. V. Assessment of the tidal current influence on the distribution functions of wind wave heights. *Meteorology and Hydrology*. 1989;11:73–80 (In Russ.).

8. Nemirovskaya I. A. Oil in the Arctic: from surface runoff to sea ice. *Nature*. 2019;3:23–33 (In Russ.).
9. Korobov V. B., Lavrova N. B., Kochergin A. T. Methodological aspects of assessing marine area pollution based on bottom sediment observations. *Water Resources*. 2016;43;1:78–86 (In Russ.).
10. Ilyinsky V. V., Semenov A. A. Oil-oxidizing microorganisms as indicators of bottom sediment contamination (case study of the Kola bay). *Microbiology*. 2018;87;4:459–468 (In Russ.).

Информация об авторах

Матыцин Е. Н. – аспирант, кафедра транспорта, хранения нефтепромышленного оборудования нефти и газа;

Мискевич И. В. – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник.

Information about the authors

Matytsin E. N. – postgraduate student, Department of Transport and Storage of Oil and Gas Equipment;

Miskevich I. V. – Candidate of Sciences (Geographical), Leading Researcher.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 25.01.2026; одобрена после рецензирования 12.02.2026; принята к публикации 24.02.2026.

The article was submitted 25.01.2026; approved after reviewing 12.02.2026; accepted for publication 24.02.2026.

АННОТАЦИЯ

Тяжелые металлы в поверхностных и подземных водах Оренбуржья. Подсчет запасов питьевых подземных вод участка «Мамонтово» участка недр «Мамонтово», «Сухореченский-1», «Бачатский-1» гидродинамическим методом. Оценка взаимосвязи уровня социально-экономического развития с уровнем смертности в Кабардино-Балкарской Республике. Оценка современного состояния природной среды Кабардино-Балкарии. Мониторинг изменений состояния вечной мерзлоты в районе Салехарда на основе анализа данных дистанционного зондирования Земли. Влияние микроклиматических изменений на динамику сукцессионных процессов особо охраняемых природных территорий г. Москвы. Цифровая трансформация земельно-имущественного комплекса Российской Федерации: технологические решения, правовые аспекты и стратегические перспективы. Состояние и использование земель фермерского сектора Астраханской области. Рекультивация земель после выработки песчаного карьера. Геоинформационное обеспечение использования земельных ресурсов на основе интеграции данных космической съемки. Экологическая оценка состояния участка реки Ички в границах Лосиноостровского района города Москвы. Геоэкологическое образование специалистов полиграфической отрасли. Оценка рекреационной емкости заказника «Троицкий» и Валуевского лесопарка Новой Москвы. Рекреационные ресурсы Кабардино-Балкарской Республики: Голубые озера и археолого-туристский комплекс «Верхняя Балкария». Определение точек отбора проб донных отложений для оценки загрязнения донных отложений нефтепродуктами в приливных устьях рек.

Материалы представляют интерес для студентов и аспирантов, обучающихся по направлениям Науки о Земле, для преподавателей вузов, а также для работников производственных организаций топливно-энергетического комплекса, экологического направления, геологоразведочных предприятий.

ABSTRACT

Heavy metals in surface and underground waters of Orenburg region. Calculation of drinking groundwater reserves of the Mamontovo site of the subsoil site "Mamontovo", "Sukhorechensky-1", "Bachatsky-1" by the hydrodynamic method. Assessing the Relationship between the Level of Socioeconomic Development and Mortality in the Kabardino-Balkarian Republic. Assessment of the current state of the natural environment of Kabardino-Balkaria. Monitoring of permanent frost conditions in the Salekhard region based on remote sensing data analysis. Influence of microclimatic changes on the dynamics of succession processes in Moscow's protected areas. Digital transformation of the land and property complex of the Russian Federation: technological solutions, legal aspects and strategic prospects. Condition and use of land farming sector of the Astrakhan region. Land reclamation after the development of a sand pit. Geoinformation support for the use of land resources based on the integration of space survey data. Environmental assessment of the state of the Ichka River section within the boundaries of the Losinoostrovsky District of Moscow. Geoecological education of specialists in the printing industry. Assessment of the recreational capacity of the Troitsky reserve and the Valuevskiy forest park of New Moscow. Recreational resources of the Kabardino-Balkarian republic: Blue lakes and the archaeological and tourist complex "Verkhnyaya Balkaria". Determination of sampling points for bottom sediments to assess petroleum hydrocarbon pollution in tidal river estuaries.

The materials are of interest to undergraduate and graduate students studying in the areas of Earth sciences for academics, as well as for employees of industrial organizations of the fuel and energy sector, environmental trends, exploration companies.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА

Уважаемые авторы!

Журнал «Геология, география и глобальная энергия» публикует результаты научных исследований российских и зарубежных авторов на русском языке.

Редакция принимает статьи, соответствующие тематике журнала и нижеизложенным требованиям. Присылаемые рукописи должны быть актуальными, обладать научно-практической значимостью и новизной.

Помимо публикации научных статей по указанным направлениям, в журнале существует рубрика «История науки», в которой публикуются статьи, освещающие различные аспекты истории, связанные с науками о Земле.

Две статьи самостоятельно одного и того же автора не могут быть опубликованы в одном выпуске журнала.

Обязательным для авторов является выполнение публикационной этики журнала.

Принимаются статьи, снабженные следующими необходимыми компонентами:

1. Текст статьи.
2. Аннотация и ключевые слова (в том же файле, где текст на русском и английском языках).
3. Список литературы (в том же файле, где текст на русском и английском языках).
4. Сведения об авторах.
5. Экспертное заключение о возможности опубликования.
6. Справка проверки статьи на антиплагиат.

Требования к оформлению необходимых компонентов:

1. Текст статьи на русском языке. Статьи принимаются на электронную почту редакции geologi2007@yandex.ru, abarmin60@mail.ru. Не допускается направление в редакцию статей, уже публиковавшихся или посланных на публикацию в другие журналы. Необходимо указывать номер УДК.

2. Аннотация и ключевые слова. Объем аннотации не должен превышать 250 слов, ключевых слов должно быть не менее 5 и не более 15 слов (словосочетаний). Их приводят, предваряя словами «Ключевые слова:» ("Keywords:"), и отделяют друг от друга запятыми. После ключевых слов точку не ставят. По аннотации читатель должен определить, стоит ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной, интересующей его информации.

В аннотации должны быть по пунктам прописаны:

- актуальность работы;
- цель работы;
- метод или методология проведения работы;
- результаты работы и область их применения;
- выводы.

Перевод аннотации, ключевых слов и списка литературы на английский язык осуществляется авторами качественным переводом. Перевод с помощью электронных переводчиков не рекомендуется.

3. Список литературы располагают после информации об авторах и их вкладе с предшествующими словами «Список литературы» на русском и английском языках. Использование названия «Библиографический список» и «Библиография» не рекомендуется. Ссылки на источники должны идти в тексте по порядку – 1, 2, 3. В тексте ссылки заключаются в квадратные скобки. Количество ссылок в тексте должно соответствовать количеству источников литературы в библиографическом списке. Упоминания ГОСТ, СНиП, правил безопасности, нормативных, законодательных и других документов, а также ссылок на неофициальные источники в интернет рекомендуется приводить в тексте статьи или в сносках, не вынося в список литературы. Список литературы должен содержать современные зарубежные статьи (не старше 5 лет издания). Список литературы должен содержать не менее 15 источников, из которых должно быть не более двух собственных работ автора. Наличие в списке литературы учебников без грифа Минобрнауки РФ и его подразделений, учебных и методических пособий, указаний по курсовому и дипломному проектированию, производственных и научных отчетов, выпускных квалификационных работ, конспектов лекций для студентов не допускается.

Индекс УДК помещают в начале статьи на отдельной строке слева.

DOI статьи приводят по ГОСТ Р ИСО 26324 и располагают после индекса УДК отдельной строкой слева. В конце DOI точку не ставят. Допустимо приводить DOI в форме электронного адреса в сети Интернет.

Пример оформления:

Научная статья

УДК 627.1

doi 10.54398/20776322_2023_2_9

При оформлении списка литературы у BCEX публикаций, имеющих DOI (особенно это касается иностранных публикаций), эти DOI должны быть указаны (в виде гиперссылок).

Пример оформления: 10. Henry D. J., Novák M., Hawthorne F. C., Ertl A., Dutrow B. L., Uher P., Pezzotta F. Nomenclature of the tourmaline-supergroup minerals. *Amerikanskiy mineralog = American Mineralogist*, 2011. Vol. 96:895–913. <https://doi.org/10.2138/am.2011.3636>. Ссылки должны быть работающими!

В статье печатного издания при наличии ее идентичной электронной версии указывают DOI или электронный адрес статьи в сети Интернет.

4. Сведения об авторах. Необходимо указать на русском языке ФИО, должность, ученую степень и звание, место работы (учебы) с указанием полного почтового адреса, а также контактный e-mail, контактный телефон и номер ORCID ID (аккаунт ORCID обязательно должен содержать информацию о месте работы автора и актуализированный перечень публикаций – все это на английском языке, в случае отсутствия перевода – транслитерацией).

5. Экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати.

Авторы могут получить экспертное заключение в организации или вузе по месту работы или учебы и отправить скан-копию заключения на электронную почту редакции.

Плата за публикацию аспирантов не взимается.

Оформление статей

1. Редактор – Microsoft Word, гарнитура – Minion Pro, в случае ее отсутствия – Times New Roman. Поля документа: левое – 2 см, остальные – 1,5 см. Кегль 10, одинарный интервал. Абзацный отступ 0,75. Страницы нумеруются. Не допускаются пробелы между абзацами.

2. В тексте допускаются только общепринятые сокращения слов. Все сокращения в текстах, рисунках, таблицах должны быть расшифрованы.

3. Формулы должны быть набраны в редакторе Microsoft Equation и пронумерованы, если в тексте имеются ссылки на них. При наборе формул и текста латинские буквы выделяют курсивом, а русские, греческие и цифры – прямым шрифтом. Кегль шрифта в формулах должен совпадать с кеглем шрифта основного текста. Тригонометрические знаки (sin, cos, tg, arcsin и т. д.), знаки гиперболических функций (sh, ch, th, cth и т. д.), обозначения химических элементов (Al, Cu, Na и т. д.), некоторые математические термины (lim, ln, arg, grad, const и т. д.), числа или критерии (Re – Рейнольдса и т. д.), названия температурных шкал (°C – градусы Цельсия и т. д.) набираются прямым шрифтом.

4. Физические единицы приводятся в системе СИ.

Графический материал

Изображения должны быть четкими, контрастными. Таблицы, рисунки, схемы должны быть пригодными для правки. Таблицы и схемы, сканированные как изображения, не принимаются.

На картах обязательно указывается масштаб. На чертежах, разрезах, картах должно быть отражено минимальное количество буквенных и цифровых обозначений, а их объяснение – в подписуточных подписях.

Подписуточная подпись должна быть набрана 8 кеглем, основной текст в таблице – 8 кеглем, шапка таблицы – 8 кеглем. Гарнитура текста в рисунках и таблицах – Arial, кегль 8.

Примеры оформления списка литературы

Монографии

Исимару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. Москва: Мир, 2020. 280 с.

Статьи в периодических изданиях

Абатурова И. В., Грязнов О. Н. Инженерно-геологические условия месторождений Урала в скальных массивах // Изв. вузов. Горный журнал. 2018. № 6. С. 160–168.

Авторефераты диссертации

Овечкина О. Н. Оценка и прогноз изменения состояния геологической среды при техногенном воздействии зданий высотной конструкции в пределах города Екатеринбурга: автореф. ... дис. канд. геол.-минерал. наук. Екатеринбург: УГГУ, 2018. 24 с.

Авторам необходимо представить справку о проверке статьи в системе «Антиплагиат». При необходимости редколлегия журнала оставляет за собой право на дополнительную проверку текста статьи в системе «Антиплагиат», а также получить заключение экспертной комиссии (государственная тайна) и заключение внутривузовской комиссии экспортного контроля (ВКЭК) о возможности открытого опубликования (пр. № 08-01-01/761 от 10.08.2016 г.).

Реквизиты для оплаты публикаций:

Наименование получателя: УФК по Астраханской области
(ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет» л/с 20256Ц14780)

ИНН 3016009269

КПП 301601001

Банк: Отделение Астрахань Банка России // УФК по Астраханской области

г. Астрахань

Единый казначейский счет

№ 40102810445370000017

Казначейский счет

№ 03214643000000012500

код ОКТМО 12701000

код ОГРН 1023000818554

БИК 011203901

Лицевой счет 20256Ц14780

Обязательно указывать назначение платежа: размещение статьи, Ф.И.О. автора, название и номер журнала, название статьи. К статье прикладывается чек-ордер оплаты.

Статьи направлять по адресу:

414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева, Бармину Александру Николаевичу, тел. 8 (8512) 24-66-50, 8-908-618-41-96 (моб.)

Электронный адрес редколлегии журнала: geologi2007@yandex.ru, abarmin60@mail.ru.

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

Геология, география и глобальная энергия. 2024. № 2 (89). С. 170–175.
Geology, Geography and Global Energy. 2024;2(89):170–175 (In Russ.).

Научная статья
УДК 502.35 + 911.6
https://doi.org/10.54398/20776322_2023_2_170

РОЛЬ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ ТЕХНОЛАНДШАФТОВ ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

Бармин Александр Николаевич

Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева, Астрахань, Россия
abarmin60@mail.ru

Аннотация. В условиях современной трансформации природных комплексов вследствие урбанизации и техногенеза изучение влияния антропогенной деятельности на формирование ландшафтов аридных территорий неизменно сохраняют высокую актуальность. Главной особенностью аридных территорий является хрупкость и неустойчивость их ландшафтов, и высокая подверженность трансформации их территориальных комплексов. Современная градация ландшафтов Астраханской области не учитывает техногенное влияние, в связи с чем предполагается актуальным вопрос районирования ландшафтов Астраханской области с точки зрения техногенного влияния.

Ключевые слова: ландшафт, опасность, аридная территория, опасный производственный объект, промышленность, техногенное воздействие, районирование

Для цитирования: Для цитирования: Бармин А. Н. Роль региональных особенностей в формировании техноландшафтов Прикаспийского региона // *Геология, география и глобальная энергия.* 2023. № 2 (89). С. 170–175. https://doi.org/10.54398/20776322_2023_2_170.

THE ROLE OF REGIONAL FEATURES IN THE FORMATION OF TECHNOLANDSCAPES OF THE CASPIAN REGION

Barmin A. Nikolaevich

Asrakhn Tatishchev State University, Astrakhan, Russia
abarmin60@mail.ru

Abstract. In the conditions of modern transformation of natural complexes due to urbanization and technogenesis, the study of the influence of anthropogenic activity on the formation of landscapes of arid territories invariably remains highly relevant. The main feature of arid territories is the fragility and instability of their landscapes and the high susceptibility to transformation of their territorial complexes. The modern gradation of the landscapes of the Astrakhan region does not take into account the technogenic influence in connection with it, the issue of zoning the landscapes of the Astrakhan region from the point of view of technogenic influence is assumed to be relevant.

Keyword: landscape, danger, arid territory, hazardous production facility, industry, manmade impact, zoning

For citation: Barmin A. N. Restoration of the ecological state of water bodies of the Volga River delta. *Geology, Geography and Global Energy.* 2023;2(89):170–175 (In Russ.). https://doi.org/10.54398/20776322_2023_2_170.

ТЕКСТ СТАТЬИ (на русском языке)

Информация об авторах

Бармин А. Н. – доктор географических наук, профессор.

Information about the authors

Barmin A. N. – Doctor of Sciences (Geographical), Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Список литературы

1. Балышева О. Л. Материалы для акустоэлектронных устройств. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный ун-т аэрокосмического приборостроения, 2005. 50 с.
2. Auld B. A. Acoustic Fields and Waves in Solids. New York: John Wiley & Sons, 1973. 300 p.

References

1. Balysheva O. L. Works for akustoelektronny devices. St. Petersburg: St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation Publ.; 2005:50.
2. Auld B. A. Acoustic Fields and Waves in Solids. New York: John Wiley & Sons Publ.; 1973:300.

Статья поступила в редакцию 15.11.2021; одобрена после рецензирования 17.11.2021; принята к публикации 20.11.2021.

The article was submitted 15.11.2021; approved after reviewing 17.11.2021; accepted for publication 20.11.2021.

RULES FOR THE AUTHORS OF THE JOURNAL

The journal publishes the theoretical, review (of problem nature) and experimental and research articles on geology, geography, history of formation of these sciences, short reports and information on the new methods of experimental researches, and also the works covering the up-to-date technologies of prospecting and developing minerals etc.

The journal publishes the information on jubilee dates, new publications of the University Publishing House on geology and geography, the information on forthcoming and held scientific conferences, symposiums, congresses.

The journal publishes the materials not been published earlier in other periodical editions.

The journal "Geology, Geography and Global Energy" is included in the List of the conducting reviewed scientific journals and editions in which the main scientific results of theses on competition of an academic degree of the doctor and candidate of science have to be published on the field of science 25.00.00 "Earth Science".

Publication frequency is 4 times a year. The volume of publications: review articles – up to 1 printed sheets (16 pages), original articles – up to 0,5 printed sheets (8–10 pages), information on jubilee dates, conferences etc. – up to 0,2 printed sheets.

Article design. Editor Word Windows, type Times New Roman, 14, interlinear interval – 1, paper format A4; margins: left one – 2,5 cm, right one – 2,5 cm, upper and lower ones – 2,5 cm, break line – 1,27 cm, pagination is overhead to the right.

The dimension of all units of measurement is in the size of SI; the names of chemical compounds are in accordance with the IUPAC recommendation.

Tables. Type Times New Roman, 10. The table width is 13 cm, a book turn. In the right corner there is word "Table" with serial number, through an interval – the title of the table (bold one, on centre, 10).

Formulae. Superlinear and interlinear indices – type Times New Roman, 11; mathematical symbols – type Times New Roman, 18; letters of the Greek alphabet – type Times New Roman, 14. The formulae should be typed without indention from the left edge.

Photos, figures, diagrams, graphs, schemes are only black-and-white. The width of photos, figures, diagrams, graphs, schemes is no more than 13 cm.

We ask to send to the address of the editorial board: electronic and printed text of the article; enclose with the article the accompanying letter of the author's supervisor with indication of full names, patronymic names and last names of the authors, scientific rank, post, names of chair, institution and also e-mail, contact phone numbers.

Send the articles to e-mail: geologi2007@yandex.ru.

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ

1. Поступающая в редакцию статья рассматривается на предмет соответствия профилю журнала, требованиям к оформлению и регистрируется с присвоением ей индивидуального номера. Редакция в течение трех дней уведомляет авторов о получении рукописи статьи. Рукописи, оформленные не должным образом, не рассматриваются.

2. Рукописи всех статей, поступивших в редакцию журнала, подлежат обязательному рецензированию. К рецензированию привлекаются ученые, доктора наук, обладающие неоспоримым авторитетом в сфере научных знаний, которой соответствует рукопись статьи. Рецензентом не имеет права быть автор (или один из авторов) рецензируемой статьи. Рецензенты информируются о том, что рукописи статей являются частной собственностью их авторов и представляют собой сведения, исключающие их разглашение и копирование.

3. В случаях, когда редакция журнала не располагает возможностью привлечь к рецензированию эксперта подходящего уровня в сфере знаний, к которой имеет отношение рукопись, редакция обращается к автору с просьбой предоставить внешнюю рецензию. Внешняя рецензия предоставляется при подаче статьи (что, тем не менее, не исключает принятый порядок рецензирования). Рецензии обсуждаются редколлегией, являясь причиной для принятия или отклонения рукописей. Рукопись, адресуемая в редакцию, также может сопровождаться письмом из направляющей организации за подписью ее руководителя.

4. Рецензия должна беспристрастно давать оценку рукописи статьи и заключать в себе исчерпывающий разбор ее научных достоинств и недостатков. Рецензия составляется по предлагаемой редакцией форме или в произвольном виде и должна освещать следующие моменты: научную ценность результатов исследования, актуальность методов исследования и статистической обработки данных, уровень изучения научных источников по теме, соответствие объема рукописи статьи в общем и отдельных ее элементов в частности, т. е. текста, таблиц, иллюстраций, библиотечных ссылок. В завершающей части рецензии необходимо изложить аргументированные и конструктивные выводы о рукописи и дать ясную рекомендацию о необходимости либо публикации в журнале, либо переработки статьи (с перечислением допущенных автором неточностей и ошибок).

5. Если в рецензии на статью сделан вывод о необходимости ее доработки, то она направляется автору на доработку вместе с копией рецензии. При несогласии автора с выводами рецензента, автор вправе обратиться в редакцию с просьбой о повторном рецензировании или отозвать статью (в этом случае делается запись в журнале регистрации). Тогда новой датой поступления в редакцию журнала доработанной статьи считается дата ее возвращения. Доработанная статья направляется на повторное рецензирование тому же рецензенту. Редакция журнала оставляет за собой право отклонения рукописи статьи в случае неспособности или нежелания автора учесть пожелания рецензента.

6. Срок рецензирования между датами поступления рукописи статьи в редакцию и вынесения редколлегией решения в каждом отдельном случае определяется ответственным секретарем с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статьи, но не более 2-х месяцев со дня получения рукописи.

7. Рецензии на статьи предоставляются редакцией экспертным советам в ВАК по их запросам.

8. Редакция журнала не сохраняет рукописи статей, не принятые к публикации. Рукописи статей не возвращаются.

9. Редакция журнала не несет ответственности за достоверность информации.

Главный редактор: Бармин А. Н.

ORDER OF REVIEWING

1. The article submitted to the editorial staff is considered for conformity with the Journal profile, the requirements for execution and is registered with the assignment the individual number to it. The editorial staff informs the authors of the receipt of the manuscript within 3 days. The manuscripts which are not formalized properly are not considered.

2. The manuscripts of all articles received by the editorial staff are subject to obligatory reviewing. The scientists, doctors of science who has an indisputable authority in the sphere of scientific knowledge, to which the manuscript corresponds, are engaged in reviewing. The author (or one of the authors) of the reviewing article has no right to be a reviewer. The reviewers are informed that the article manuscripts are a private property of their authors and represent the information not subject to disclosure and copying.

3. In cases when the editorial staff of the journal does not have the opportunity to bring to reviewing the expert of the corresponding level in the field of knowledge, to which the manuscript relates, the editorial staff appeals to the author to provide an external review. The external review is available when submitting the article (that, nevertheless, does not exclude the accepted order of reviewing). Being the reason for receipt or rejection of the manuscripts the reviews are discussed by the editorial board. The manuscript, addressed to the editorial staff, may be accompanied by a letter from the directing organization which is signed by its leader.

4. The review should impartially evaluate the manuscript and encompass an exhaustive analysis of its scientific merits and demerits. The review is compiled according to the form proposed by the editors or in any form and should cover the following points: the scientific value of the research results, the relevance of research methods and statistical data processing, the level of study of scientific literature on the subject, the accordance of the volume of the manuscript in general and its separate elements in particular that is the text, tables, illustrations, library references. In the final part of the review it is necessary to state the reasoned and constructive conclusions about the manuscript and give a clear recommendation on the need of publication in the journal or processing the article (listing the inaccuracies and errors admitted by the author).

5. If in a review article concluded the need for its revision, it is sent to the author for revision together with a copy of the review. In case of disagreement with the conclusions of the author of the reviewer, the author is entitled to apply to the editor with a request to reconsider or withdraw the paper reviewing (in this case, an entry is made in the log). Then the new date of admission to the journal articles modified is the date of her return. Modified article is sent for re- reviewing the same reviewer. Editorial Board reserves the right to reject the manuscript in case of inability or unwillingness to accommodate the wishes of the author of the reviewer.

6. Review period between the date of receipt of the manuscript to the editor and the editorial board of rendering decisions in each case determined by the executive secretary with the creation of conditions for the most rapid publication of articles, but not more than 2 months from the date of receipt of the manuscript.

7. Reviews of articles edited by expert advice provided in the WAC at their request.

8. Editorial Board does not keep the manuscript papers not accepted for publication. Manuscripts will not be returned.

9. Editorial Board is not responsible for the accuracy of the information.

Editor-in-Chief A. N. Barmin

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ И ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2026. № 2 (101)

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
Федеральной службы по надзору
в сфере связи и массовых коммуникаций
ПИ № ФС77-32762 от 08 августа 2008 г.

Учредитель:

Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева
Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а

Адрес редакции:

Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20

Адрес издателя:

Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а

Подписной индекс – 11173

по каталогу периодических изданий (газеты и журналы)

Издание включено в интернет-каталог
ООО «Урал-Пресс»»

Главный редактор –

доктор географических наук А. Н. Бармин

Ответственный секретарь – Д. А. Бычкова

Компьютерная правка,
верстка *Ж. О. Джамбуловой*

Редактирование *Н. Н. Сахно*

Дата выхода в свет: 30.07.2026 г.

Цена свободная

Заказ № 4780. Тираж 500 экз. (первый завод – 23 экз.)

Уч.-изд. л. 11,0. Усл. печ. л. 15,4

Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а

тел. (8512) 24-66-60 (доп. 3, издательско-полиграфический отдел)

E-mail: asupress@yandex.ru

Отпечатано в Астраханской цифровой типографии

414040, г. Астрахань, пл. К. Маркса, 33

тел./факс (8512) 54-00-11, 73-40-40,

E-mail: a-d-t@mail.ru