

ISSN 2712-7613 (print)
ISSN 2712-7621 (online)



ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT and LIVING SYSTEMS

Проблемы нормирования допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в разных почвенно-экологических условиях на территории России

Трансформация социально-экологических систем Республики Алтай в условиях климатических изменений

Моделирование и прогнозирование динамики верхней границы леса на хребте Зигальга (Южный Урал)

Типизация ландшафтных комплексов Белоградчишских скал (Болгария) по визуально-эстетическим характеристикам

Оценка качества городской среды в крупных городах Казахстана: социально-экологические аспекты

2025 № 3



ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT and LIVING SYSTEMS

Рецензируемый научный журнал

Журнал включён в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук» Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (см.: Список журналов на сайте ВАК при Минобрнауки РФ) по следующим научным специальностям: 1.6.12 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (географические науки); 1.6.13 – Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география (географические науки); 1.6.21 – Геоэкология (географические науки).

Журнал индексируется в международной базе Scopus.

The peer-reviewed journal

The journal is included by the Supreme Certifying Commission of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation into “the List of leading reviewed academic journals and periodicals recommended for publishing in corresponding series basic research thesis results for a PhD” (See: the online List of journals at the site of the Supreme Certifying Commission of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation). The journal features articles that comply with the content of such scientific specialities: 1.6.12 – Physical Geography and Biogeography, Geography of Soils and Geochemistry of Landscapes (Geographic Sciences); 1.6.13 – Economic, Social, Political and Recreation Geography (Geographic Sciences); 1.6.21 – Geoecology (Geographic Sciences).

The journal is Scopus -indexed

ISSN 2712-7613 (print)

ISSN 2712-7621 (online)

2025 № 3

Учредитель журнала
«**Географическая среда и живые системы**»
Государственный университет просвещения

— Выходит 4 раза в год —

Редакционная коллегия

Главный редактор:

МЕДВЕДКОВ А. А. — канд. геогр. наук, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

Ответственный секретарь:

КРЫЛОВ П. М. — канд. геогр. наук, Государственный университет просвещения

Члены редакционной коллегии:

Алексеев А. И. — д-р геогр. наук, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова;

Арешидзе Д. А. — канд. биол. наук, Научно-исследовательский институт морфологии человека имени академика А.П. Авцына;

Анвар М. М. — д-р наук, Гуджаратский университет (Пакистан);

Васильев Н. В. — д-р хим. наук, Государственный университет просвещения;

Галацкий Л.-Д. — д-р наук, Университет Овидиус (Румыния);

Гордеев М. И. — д-р биол. наук, Государственный университет просвещения;

Демин Д. В. — канд. биол. наук, ФИЦ «Пушкинский научный центр биологических исследований РАН»;

Емельянова Л. Г. — канд. геогр. наук, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова;

Заборцева Т. И. — д-р геогр. наук, Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН;

Захаров К. В. — канд. биол. наук, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени им. К. И. Скрябина;

Катровский А. П. — д-р геогр. наук, Смоленский государственный университет;

Красовская Т. М. — д-р геогр. наук, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова;

Кузнецов А. В. — д-р экон. наук, чл.-корр. РАН, Институт научной информации по общественным наукам РАН;

Литвиненко Т. В. — канд. геогр. наук, Институт географии РАН;

Москаев А. В. — канд. биол. наук, Государственный университет просвещения;

Мурадов П. З. — д-р биол. наук, чл.-корр. НАН Азербайджана, Институт микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (Азербайджан);

Петренко Д. Б. — канд. хим. наук, Геологический институт РАН;

Рязанова Н. Е. — канд. геогр. наук, Международный государственный институт международных отношений (Университет) МИД РФ;

Сава Д. — д-р наук, Университет Овидиус (Румыния);

Сизов О. С. — канд. геогр. наук, Институт проблем нефти и газа РАН;

Тимченко Л. Д. — д-р ветеринар. наук, Северо-Кавказский федеральный университет;

Тушар Л. — д-р наук, Орлеанский университет (Франция);

Фёдоров Р. Ю. — д-р ист. наук, Институт криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН;

Шумилов Ю. В. — д-р геол.-минерал. наук;

Якуцени С. П. — канд. геол.-минерал. наук, АО «Гео-экспертиза»

«Географическая среда и живые системы» является международной площадкой, консолидирующей усилия учёных по изучению проблемы «человек и среда». В журнале публикуются оригинальные научные статьи (исследовательские и обзорные) на русском и английском языках, посвящённые теоретическим вопросам географии и экологии, проблемам охраны ландшафтов, объектов геологического и культурного наследия, живой природы, оценке состояния окружающей среды и климатически зависимых природных ресурсов, анализу качества жизни населения и тенденций пространственного развития стран и территорий (в т.ч. с учётом экологического фактора и возможностей по адаптации к изменениям климата).

Содержание журнала строится на динамической системе рубрик:

Теоретические проблемы географии и экологии;

Природные процессы и динамика геосистем;

Отклик ландшафтов и экосистем на глобальные изменения климата;

Природно-антропогенные процессы и охрана ландшафтов;

Биоразнообразие ландшафтов и биоиндикация загрязнений;

Качество жизни населения и окружающая среда;

Региональное измерение глобальных проблем;

Тенденции и факторы пространственного развития стран и территорий;

Территориальные туристско-рекреационные системы;

Экологическая политика и рационализация природопользования;

Образование для устойчивого развития;

Приглашение к дискуссии

Журнал адресован российским и зарубежным учёным и всем, интересующимся достижениями наук о Земле и экологии в России и за рубежом.

Журнал «Географическая среда и живые системы» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Регистрационный номер ПИ № ФС 77-73331 от 24.07.2018.

Индекс журнала «Географическая среда и живые системы» / *Geographical Environment and Living Systems* по Объединённому каталогу «Пресса России» — 40564

Журнал индексируется в базе данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и международной базе рецензируемой научной литературы (Scopus). Полнотекстовая сетевая версия издания представлена в Интернете на платформе Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru), с августа 2017 г. — на платформе Научной электронной библиотеки «КиберЛенинка» (www.cyberleninka.ru), а также на сайте журнала (www.geo-ecosreda.ru).

При цитировании ссылка на журнал «Географическая среда и живые системы» обязательна. Публикация материалов осуществляется в соответствии с лицензией Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY).

Ответственность за содержание статей несут авторы.

Географическая среда и живые системы / *Geographical Environment and Living Systems*. 2025. № 3. 186 с.

© Государственный университет просвещения, 2025.

Адрес редакции:

105005, г. Москва, ул. Радио, д.10А, стр. 1, каб. 98

тел. +7 (495) 780-09-42 (доб. 6101)

e-mail: sj@guppros.ru

сайты: www.geoecosreda.ru

Founder of journal
"Geographical Environment and Living Systems"
State University of Education

— Issued 4 times a year —

Editorial board

Editor-in-chief:

A. A. MEDVEDKOV — PhD (Geography),
Lomonosov Moscow State University

Executive secretary:

P. M. KRYLOV — PhD (Geography), State University
of Education

Members of Editorial Board:

A. I. Alekseev — Dr. Sci. (Geography), Lomonosov
Moscow State University;

D. A. Areshidze — PhD (Biology), Research Institute of
Human Morphology;

M. M. Anwar — Dr. Sci., University of Gujrat (Pakistan);

N. V. Vasil'ev — Dr. Sci. (Chemistry), State University
of Education;

L. D. Galatchi — Dr. Sci. (Biology), Ovidius University
of Constanta (Romania);

M. I. Gordeyev — Dr. Sci. (Biology), State University of
Education;

D. V. Demin — PhD (Biology), Federal Research Center
'Pushchino Scientific Center for Biological Research
RAS;

L. G. Emalyanova — PhD (Geography), Lomonosov
Moscow State University;

T. I. Zabortseva — Dr. Sci. (Geography), V. B. Sochava
Institute of Geography, Siberian Branch RAS;

K. V. Zakharov — PhD (Biology), Moscow State Academy
of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA
by K. I. Skryabin;

A. P. Katrovskii — Dr. Sci. (Geography), Smolensk State
University;

T. M. Krasovskaya — Dr. Sci. (Geography), Lomonosov
Moscow State University;

A. V. Kuznetsov — Dr. Sci. (Economics), Corresponding
Member of the RAS, Institute of Scientific Information
for Social Sciences RAS;

T. V. Litvinenko — PhD (Geography), Institute of Geog-
raphy RAS;

A. V. Moskaev — PhD (Biology), State University of
Education;

P. Z. Muradov — Dr. Sci. (Biology), Corresponding
Member of the ANAS, Institute of Microbiology ANAS
(Azerbaijan);

D. B. Petrenko — PhD (Chemistry), Geological Institute
RAS;

N. E. Ryazanova — PhD (Geography), MGIMO Univer-
sity;

D. Sava — Dr. Sci., Ovidius University of Constanta
(Romania);

O. S. Sizov — PhD (Geography), Oil and Gas Research
Institute RAS;

L. D. Timchenko — Dr. Sci. (Veterinary Sciences),
North-Caucasus Federal University;

Touchard L. — Dr. Sci., Orleans University (France);

R. Y. Fedorov — Dr. Sci. (History), Earth Cryosphere In-
stitute, Tyumen Scientific Center, Siberian Branch RAS;

Yu. V. Shumilov — Dr. Sci. (Geological and Mineralogi-
cal Sciences);

S. P. Yakutseni — PhD (Geological and Mineralogical
Sciences), Geolekspertiza JSC

Geographical Environment and Living Systems is an international platform that consolidates the efforts of scientists studying the problem of "man and the environment." The journal publishes original scientific articles (research and review) in Russian and English devoted to theoretical issues of geography and ecology, issues of landscape protection, geological and cultural heritage sites, wildlife, assessment of the state of the environment and climate-dependent natural resources, analysis of the quality of life of the population and trends in the spatial development of countries and territories (including taking into account environmental factors and opportunities for adaptation to climate change). The content of the journal is based on a dynamic system of sections:

Theoretical problems of geography and ecology;

Natural processes and dynamics of geosystems;

Response of landscapes and ecosystems to global climate change;

Natural and anthropogenic processes and landscape protection;

Landscape biodiversity and bioindication of pollution;

Quality of life and the environment;

Regional dimensions of global problems;

Trends and factors in the spatial development of countries and territories;

Territorial tourism and recreation systems;

Environmental policy and rationalization of natural resource use;

Education for sustainable development;

Invitation to discussion

The journal is addressed to Russian and foreign scientists and all those interested in the achievements of Earth sciences and ecology in Russia and abroad.

The journal "Geographical Environment and Living Systems" is registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications (mass media registration certificate No. FS 77-73331).

Index of the journal "Geographical Environment and Living Systems" according to the Union catalog «Press of Russia» 40564

The journal is indexed in the database of the Russian Science Citation Index (RSCI) and the international database of peer-reviewed scientific literature (Scopus). Full-text online version of the publication is available online on the platform of the Scientific Electronic Library (www.elibrary.ru), since August 2017. — on the platform of the Scientific Electronic Library "CyberLeninka" (www.cyberleninka.ru), as well as on the website of the journal (www.geo-ecosreda.ru).

At citing the reference to journal "Geographical Environment and Living Systems" is obligatory. Scientific publication of materials is carried out in accordance with the license of Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY).

The authors bear all responsibility for the content of their papers.

Geographical Environment and Living Systems. 2025. no. 3. 186 p.

© State University of Education, 2025.

The Editorial Board address:

10A Radio st., office 98, Moscow 105005, Russia

Phones: +7 (495) 780-09-42 (add. 6101)

e-mail: sj@guppros.ru;

sites: www.geocosreda.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ОТКЛИКИ ЛАНДШАФТОВ И ЭКОСИСТЕМ НА ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

- Дирин Д. А., Марчукова О. В., Козлова Д. А., Борисенко М. А., Гудковских М. В.**
Трансформация социально-экологических систем Республики Алтай в условиях климатических изменений 6
- Григорьев А. А., Ложкин Г. И., Вьюхин С. О., Чижикова Н. А., Кудрявцев П. П.**
Моделирование и прогнозирование динамики верхней границы леса на хребте Зигальга (Южный Урал) 32

ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОХРАНА ЛАНДШАФТОВ

- Бабина Ю. В.** Проблемы нормирования допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в разных почвенно-экологических условиях на территории России. 52
- Калуцкова Н. Н., Лозбенева Э. А.** Типизация ландшафтных комплексов Белоградчишских скал (Болгария) по визуально-эстетическим характеристикам. . . . 67

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЛАНДШАФТОВ И БИОИНДИКАЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Кашкаров Р. Д., Митропольская Ю. О.** Анализ современного состояния фауны редких млекопитающих восточной части Узбекистана 83

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

- Колдобская Н. А., Джумагулова А. Е.** Оценка качества городской среды в крупных городах Казахстана: социально-экологические аспекты 101

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

- Исаченко Т. Е., Косарев А. В.** Предпосылки пространственного развития рекреационного природопользования в Российской Федерации: нормативно-правовой аспект 120
- Кондратьева С. В.** Природоориентированный туризм в Карельской Арктике. 144

ОБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

- Захаров К. В., Коновалов А. М., Ломсков М. А.** Алгоритм применения логистической модели для анализа бинарных данных в экологических исследованиях. 164

CONTENTS

RESPONSES OF LANDSCAPES AND ECOSYSTEMS TO GLOBAL CLIMATE CHANGE

- D. Dirin, O. Marchukova, D. Kozlova, M. Borisenko, M. Gudovskikh.**
Transformation of the Altai Republic Socio-Ecological Systems in the Context
of Climate Change 6
- A. Grigoriev, G. Lozhkin, S. Vyukhin, N. Chizhikova, P. Kudryavtsev.**
Modeling and Forecasting the Dynamics of the Upper Forest Limit on the
Zigalga Ridge (Southern Urals) 32

NATURAL AND ANTHROPOGENIC PROCESSES AND LANDSCAPE PROTECTION

- Yu. Babina.** Problems of Standardizing the Permissible Residual Content of Oil
and Petroleum Products in Different Soil and Environmental Conditions in Russia 52
- N. Kalutskova, E. Lozhbeneva.** Classification of Landscape Complexes of Belogradchish
Rocks (Bulgaria) by Visual and Aesthetic Characteristics. 67

LANDSCAPE BIODIVERSITY AND ENVIRONMENTAL BIOINDICATION

- R. Kashkarov, Yu. Mitropolskaya.** Analysis of the Current Status of the Fauna
of Rare Mammals of Eastern Part of Uzbekistan 83

QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION AND THE ENVIRONMENT

- N. Koldobskaya, A. Jumagulova.** Assessment of the Urban Environment Quality
in Large Cities of Kazakhstan: Socio-Ecological Aspects. 101

TERRITORIAL TOURIST-RECREATIONAL SYSTEMS

- T. Isachenko, A. Kosarev.** For Spatial Development of Recreational Nature Management
in the Russian Federation: Legal Aspect 120
- S. Kondrateva.** Nature-Oriented Tourism in the Karelian Arctic 144

EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

- K. Zakharov, A. Konovalov, M. Lomskov.** The Algorithm of Using the Logistic Model
for Binary Dataanalysis in Ecology Investigations. 164

ОТКЛИКИ ЛАНДШАФТОВ И ЭКОСИСТЕМ НА ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Научная статья

УДК 911.3: 551.583

DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-6-31

ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

© СС ВУ Дирин Д. А.¹, Марчукова О. В.², Козлова Д. А.³,
Борисенко М. А.⁴, Гудковских М. В.⁵

¹ Тюменский государственный университет

г. Тюмень, Российская Федерация

e-mail: d.a.dirin@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-5876-6218

² Тюменский государственный университет

г. Тюмень, Российская Федерация

Институт природно-технических систем

г. Севастополь, Российская Федерация

e-mail: o.v.marchukova@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-6205-9946

³ Южный федеральный университет

г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

e-mail: dakozlova@sfedu.ru; ORCID: 0009-0009-0971-1486

⁴ Тюменский государственный университет

г. Тюмень, Российская Федерация

Югорский государственный университет

г. Ханты-Мансийск, Российская Федерация

e-mail: taxi.borisenko@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5821-6689

⁵ Тюменский государственный университет

г. Тюмень, Российская Федерация

e-mail: m.v.gudkovskikh@utmn.ru; ORCID: 0000-0002-3444-2654

Поступила в редакцию 06.05.2025

После доработки 21.08.2025

Принята к публикации 05.09.2025

Аннотация

Цель. Выявление закономерностей территориальной дифференциации процессов трансформации социально-экологических систем (СЭС) Республики Алтай, вызванных изменениями климата и представлениями местного населения о них. Особое внимание уделяется сопоставлению объективных климатических трендов и субъективных представлений местных сообществ, влияющих на их адаптивное поведение.

Процедура и методы. Исследование основано на комплексном подходе, включающем статистический анализ многолетних климатических данных и опросы местного населения относительно их представлений об изменениях климата и особенностях адаптации к ним. Был выполнен анализ линейных трендов температуры и осадков по многолетним данным (1991–2023 гг.) 11 метеостанций Республики Алтай. Полевой этап представлен глубинным интервьюированием 162 респондентов в 3 населённых пунктах, охватывающих все физико-географические провинции региона. Выявленные нарративы и адаптивные практики сопоставлялись с объективными данными климатического мониторинга, что позволило установить зоны согласованности и расхождений между восприятием и реальностью.

Результаты. Установлено, что климатические изменения на Алтае имеют выраженную внутрирегиональную инвариантность: наиболее интенсивное потепление фиксируется в северных предгорных районах, тогда как в высокогорьях изменения

выражены слабее. Сезонная и межгодовая изменчивость усиливает ощущение «климатической нестабильности». Интервьюирование выявило значительные различия в уровне обеспокоенности населения: от полного отрицания климатических изменений (Северо-Восточный Алтай) до высокой тревожности и глубоких трансформаций хозяйственной деятельности (Юго-Восточный Алтай). Наибольшая обеспокоенность населения климатическими изменениями отмечена в районах, где изначально природно-климатические условия экстремальны (очень высокие годовые и суточные амплитуды температур, выраженная аридность, распространение многолетней мерзлоты). Даже незначительное изменение климатических показателей воспринимается населением здесь как катастрофический процесс. Основные адаптивные реакции включают изменения структуры стада, смещение пастбищных циклов, отказ от традиционных форм природопользования, корректировку строительных практик и трансформацию сельскохозяйственных систем. В ряде случаев адаптация определяется не реальными трендами, а коллективными представлениями, что приводит к ошибочным социально-экологическим стратегиям.

Теоретическая и/или практическая значимость. Работа вносит вклад в развитие теории социально-экологических систем, демонстрируя сложность и нелинейность связей «климат – ландшафт – общество» на примере горного региона, характеризующегося высокой природной и культурной мозаичностью. Практическая значимость заключается в выявлении факторов, определяющих успешность или неэффективность адаптации. Результаты могут быть использованы при разработке региональных стратегий климатической адаптации, планировании природопользования, управлении пастбищными ресурсами и совершенствовании институциональных механизмов устойчивого развития горных территорий.

Ключевые слова: изменение климата, трансформация ландшафтов, экстремальные природные явления, адаптация населения, общественное восприятие, пространственное поведение, горное природопользование, культурные ландшафты, пространственные смещения хозяйственной деятельности, Горный Алтай

Благодарности: Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 23-27-00429 «Трансформация горных культурных ландшафтов Алтая в постсоветский период».

Для цитирования:

Дирин Д. А., Марчукова О. В., Козлова Д. А., Борисенко М. А., Гудковских М. В. Трансформация социально-экологических систем Республики Алтай в условиях климатических изменений // Географическая среда и живые системы. 2025. № 3. С. 6–31. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-6-31

Original Article

TRANSFORMATION OF THE ALTAI REPUBLIC SOCIO-ECOLOGICAL SYSTEMS IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

© CC BY D. Dirin¹, O. Marchukova², D. Kozlova³,
M. Borisenko⁴, M. Gudovskikh⁵

¹ Tyumen State University
Tyumen, Russian Federation
e-mail: d.a.dirin@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-5876-6218

² Tyumen State University
Tyumen, Russian Federation
Institute of Natural and Technical Systems
Sevastopol, Russian Federation
e-mail: o.v.marchukova@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-6205-9946

³ South Federal University
Rostov-on-Don, Russian Federation
e-mail: dakozlova@sfnedu.ru; ORCID: 0009-0009-0971-1486

⁴ Tyumen State University
Tyumen, Russian Federation

Yugra State University
Khanty-Mansiysk, Russian Federation
e-mail: maxi.borisenko@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5821-6689

⁵ Tyumen State University
Tyumen, Russian Federation
e-mail: m.v.gudkovskikh@utmn.ru; ORCID: 0000-0002-3444-2654

Received 06.05.2025

Revised 21.08.2025

Accepted 05.09.2025

Abstract

Aim. The purpose of the study is to identify patterns of territorial differentiation of the transformation processes of socio-ecological systems (SES) of the Altai Republic caused by climate change and the perceptions of the local population about them. Special attention is paid to comparing objective climate trends and subjective perceptions of local communities that influence their adaptive behavior.

Methodology. The study is based on a comprehensive approach that includes statistical analysis of long-term climate data and surveys of the local population regarding their views on climate change and adaptation to it. An analysis of linear trends in temperature and precipitation based on long-term data (1991–2023) from 11 weather stations in the Altai Republic was performed. The field stage is represented by an in-depth interview of 162 respondents in 33 localities, covering all physical and geographical provinces of the region. The identified narratives and adaptive practices were compared with objective climate monitoring data, which allowed us to establish areas of consistency and discrepancies between perception and reality.

Results. It has been established that climatic changes in Altai have a pronounced intraregional invariance: the most intense warming is recorded in the northern foothill regions, while in the highlands the changes are less pronounced. Seasonal and interannual variability increases the sense of "climate instability". The interview revealed significant differences in the level of concern of the population: from complete denial of climate change (Northeastern Altai) to high anxiety and profound transformations of economic activity (Southeastern Altai). The population is most concerned about climate change in areas where climatic conditions are initially extreme (very high annual and daily temperature ranges, pronounced aridity, and permafrost spread). Even a slight change in climate indicators is perceived by the population here as a catastrophic process. The main adaptive responses include changes in herd structure, shifting pasture cycles, abandoning traditional forms of environmental management, adjusting construction practices, and transforming agricultural systems. In some cases, adaptation is determined not by real trends, but by collective perceptions, which leads to erroneous socio-ecological strategies.

Research implications. The work contributes to the development of the theory of socio-ecological systems by demonstrating the complexity and non-linearity of climate–landscape–society relationships using the example of a mountainous region with a high natural and cultural mosaic. The practical significance lies in identifying the factors that determine the success or inefficiency of adaptation. The results can be used in the development of regional strategies for climate adaptation, environmental management planning, pasture resource management and improvement of institutional mechanisms for sustainable development of mountain areas.

Keywords: climate change, landscape transformation, extreme natural phenomena, population adaptation, public perception, spatial behavior, mountain environmental management, cultural landscapes, spatial shifts of economic activity, Altai Mountains

Acknowledgments: The study was carried out within the framework of the grant of the Russian Science Foundation no. 23-27-00429 "Transformation of Altai mountain cultural landscapes in the post-Soviet period".

For citation:

Dirin D. A., Marchukova O. V., Kozlova D. A., Borisenko M. A., Gudkovskikh M. V. Transformation of the Altai Republic socio-ecological systems in the context of climate change. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2025, no. 3, pp. 6–31. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-6-31

ВВЕДЕНИЕ

Проблема региональных особенностей глобальных изменений климата, их влияние на природные и общественные системы конкретных территорий, особенности адаптации местных сообществ к происходящим изменениям обсуждаются уже несколько десятилетий. Одним из репрезентативных регионов для подобных исследований является Горный Алтай, обладающий высоким природным и культурным разнообразием, а также сохранностью природных и традиционных культурных ландшафтов.

Географы обычно применяют методы объективного анализа для выявления взаимосвязей между изменениями климата и динамикой территориальных общественных систем (например, статистический анализ, дистанционное зондирование, ГИС-моделирование и пр.). Однако при этом всегда сохраняется вероятность ошибки интерпретации фактических данных и недоучёта действия иных, неклиматических, факторов при установлении причинно-следственных связей между явлениями [9; 24; 25; 31]. В связи с этим целесообразным представляется использование опросных методов при выявлении социально-экономических последствий климатических изменений на внутрорегиональном уровне [19; 38].

Реальные изменения климата, происходящие на планете, трансформируя характеристики прочих компонентов природной среды (например, биологическую продуктивность ландшафтов, повторяемость стихийных бедствий, водность рек, интенсивность экзогенных геоморфологических процессов и пр.), безусловно, влияют на жизнедеятельность людей, вынужденных адаптироваться к новым условиям [19; 23; 24; 26].

Однако связи между динамикой климата и динамикой социально-экологических систем (СЭС) сложнее обычной схемы «импульс — реакция». Под социально-экологи-

ческими системами понимаются сложные территориальные иерархические системы взаимодействия человеческих сообществ и вмещающей их природной среды.

Как отмечает нобелевский лауреат Э. Остром, «основной проблемой при диагностике того, почему одни СЭС являются устойчивыми, в то время как другие разрушаются, является выявление и анализ взаимосвязей между множеством уровней этих сложных систем в различных пространственных и временных масштабах. Понимание сложного целого требует знаний о конкретных переменных и о том, как связаны их составные части. Таким образом, мы должны научиться анализировать и использовать сложность, а не исключать её из таких систем» [36].

Адаптивные действия людей зависят не столько от объективных трендов изменения климата, сколько от представлений об этих изменениях, укоренившихся в местном сообществе. При этом вне зависимости от того, соответствуют эти представления объективной действительности или нет, действия людей на низовом уровне (уровне взаимодействия с природной средой в ходе хозяйственной и бытовой активности конкретной семьи), как правило, детерминируются именно ими [34].

Один из основоположников поведенческой географии Г. Ч. Брукфилд отмечал, что «люди, принимающие решения, когда они имеют дело с окружающей средой, основываются не на реальной среде, а на той, какая складывается в их представлении; в то же время обусловленные этими решениями действия совершаются в реальной среде» [21].

В настоящее время всплеск научного интереса к исследованию адаптации общества к меняющимся условиям среды возник в связи с проблематикой глобальных климатических изменений [5; 30]. При этом в исследованиях происходит смещение акцента с анализа глобальных проблем на локальные сообщества, адап-

тивные практики, институциональные механизмы [12; 37; 42].

Сюжетов, связанных с влиянием климатических изменений на разные сферы жизни общества превеликое множество. Они разномасштабны и посвящены разным территориям. Однако, по мнению Г. С. Брукфилда, наибольшее прикладное значение имеют полевые исследования адаптации хозяйственных практик, землепользования и быта сообществ к изменениям природной и социальной среды с применением опросных методов и наблюдения. Именно такие исследования он называет «душой географии» [20]. Полевые исследования адаптации низовых сообществ в сфере землепользования, функционирования аграрных систем и развития сельских районов к внешним изменениям с получением ответов «как» и «почему», стали известны как «Брукфилдская школа» анализа.

В современных условиях глобальных изменений климата, имеющих выраженную региональную и внутрирегиональную дифференциацию, актуальной научной проблемой становится выявление особенностей и закономерностей реакции на них местных сообществ людей и опосредованных изменений социально-экологических систем. Многообразие взаимодействующих факторов в системе «климат — среда — общество» и сложность связей между ними делают решение данной научной проблемы нетривиальной задачей. При этом следует учитывать не только реальные тренды климатических изменений на конкретной территории, но и представления об этих изменениях, сложившихся у местного населения.

Примеры таких исследований известны и довольно многочисленны. Их авторы в разных частях света стремятся сопоставить реальные климатические изменения и их влияние на жизнь и хозяйственную деятельность местных сообществ с восприятием этих изменений людьми и предпринимаемыми ими действиями для адаптации к новым условиям [2; 6; 7; 13; 15; 17; 18; 22; 27; 28; 29; 32; 35; 39; 40; 43].

Для выявления реальных трендов климатических изменений, как правило, используется анализ спутниковой информации по климатическим данным или же

данных наземных метеостанций с применением дальнейшей статистической обработки (например, с помощью метода Манна-Кендалла) [18; 28]. Единственной же возможностью достоверной оценки отражения изменений климата в восприятии местного населения остаются опросные методы (интервьюирование, анкетирование), иногда также с последующим статистическим анализом (например, критерий хи-квадрат и анализа главных компонент). Результатом таких исследований обычно является разработка рекомендаций в Стратегии адаптации местных сообществ к изменениям климата.

Настоящая статья посвящена анализу внутрирегиональных особенностей трансформации территориальных социально-экологических систем в Республике Алтай под воздействием климатических изменений.

Территория Горного Алтая выбрана не случайно. Она является репрезентативной моделью для других горных территорий, поскольку обладает высоким разнообразием природных и этнокультурных условий, хорошей сохранностью природных и традиционных культурных ландшафтов с многообразием практик природопользования. Кроме того, довольно давно и активно в регионе ведутся исследования климатических изменений¹ и вопросов адаптации к ним природных и социально-экологических систем [1; 8; 10; 11; 16; 41].

Гипотеза нашего исследования заключалась в том, что в условиях ограниченности реальной информации о климатической динамике, адаптивные действия местных сообществ людей определяются коллективными представлениями об изменении климата в их местности и могут приводить к реализации ошибочных социально-экологических стратегий.

Целью статьи является выявление закономерностей территориальной дифференциации процессов трансформации социально-экологических систем Республики Алтай, вызванных реальными и мнимыми изменениями климата.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

¹ Паспорт климатической безопасности Республики Алтай, 2022. Электронный ресурс: <https://clck.ru/3RKwT6> (дата обращения 10.04.2025).

1. определение реальных трендов климатических изменений по физико-географическим провинциям и районам Горного Алтая;

2. анализ мнений местных жителей о происходящих климатических изменениях;

3. выявление основных адаптивных стратегий местных сообществ к климатическим изменениям и вызванных их реализацией изменений социально-экологических систем.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ объективных трендов климатических изменений и их внутрорегиональной дифференциации осуществлялся по массивам основных фиксируемых метеорологических данных (температура воздуха и осадки) по всем 11 действующим гидрометеорологическим станциям (ГМС) Республики Алтай (табл. 1, рис. 1).

Как отмечается в докладах Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), анализ линейных трендов в температурных рядах является стандартным подходом для диагностики антропогенного потепления [33]. К сожалению, сеть гидрометеорологических наблюдений на Алтае в постсоветский период сильно сократилась. Из 19 государственных метеостанций сегодня действует всего 11. Также есть несколько автоматических метеостанций в заповедниках и труднодоступная метеостанция Ак-Кем, не входящая в сеть наблюдений Горно-Алтайской ЦГМС. Доступ к их данным ограничен.

Пожалуй, самой большой проблемой для выявления внутрорегиональных особенностей климатических изменений является отсутствие ГМС в Восточно-Алтайской физико-географической провинции. Действовавшая там с 1939 г. метеостанция Улаган в 1990 г. была ликвидирована. Также формально отсутствуют ГМС в пределах Северо-Западной Алтайской провинции. В непосредственной близости от ее границ расположена метеостанция Усть-Кан, данные которой с определенной долей условности можно экстраполировать на данную территорию.

Также для огромной территории Юго-Восточного Алтая действует лишь 1 метеостанция Кош-Агач в пределах Чуйской межгорной котловины. Однако, учитывая, что почти все населённые пункты этого района также располагаются в данной котловине, проблема недостаточности метеорологических данных для сопоставления реальных и мнимых (восприятию местного населения) изменений климата здесь нивелируется.

Коэффициенты линейных временных трендов вычислялись методом наименьших квадратов за период с 1991 по 2023 г. Размерность величины трендов (Tr) для температуры воздуха выражена в $^{\circ}\text{C} / 10$ лет, для осадков — $\text{мм} / 10$ лет. Для оценки линейного тренда на значимость используется критерий Стьюдента. Тренд считается значимым, если оценки критерия Стьюдента превышают его критическое значение при заданном уровне значимости, т. е.

$$t > t_{\text{кр}}(\varphi, \nu(n - 2)),$$

где:

φ — уровень значимости (в гидрометеорологии 0,95);

ν — степень свободы.

Эмпирический критерий t можно рассчитать по формуле:

$$t = \frac{|r|\sqrt{n - 2}}{\sqrt{1 - r^2}}$$

где:

r — коэффициент корреляции между x и y .

В случае линейного тренда коэффициент детерминации равен квадрату коэффициента корреляции, т. е. $R^2 = r_{xy}^2$.

Фактологической основой исследования восприятия климатических изменений местных сообществ и выявления адаптивных практик стали данные 162 интервью, взятых в 2023—2025 гг. в 33 пунктах, расположенных во всех административных районах и физико-географических провинциях республики, характеризующихся различным сочетанием природных и социально-экономических условий. Это позволило получить представление о терри-

Таблица 1 / Table 1

Характеристика метеостанций Республики Алтай / Characteristics of weather stations in the Altai Republic

№ п-п	Метеостанция	Параметры		
		Геогр. координаты	Высота, м н.у.м.,	Особенности расположения
<i>Северный Алтай</i>				
1	Кызыл-Озёк	51°53'25,5" 85°59'57,2"	331	Неглубокая долина р. Майма (отроги хр. Иолго), ландшафты низкогорных сосново-мелколиственных лесов
2	Чемал	51°23'23,2" 86°01'21,9"	420	Глубоковрезанная речная долина р. Чемал (отроги хр. Иолго) с частыми фёнами, ландшафты низкогорных сосновых лесов
3	Шебалино	51°17'48,1" 85°40'59,6"	865	Глубоковрезанная долина р. Сема (отроги Семинского и Чергинского хр.), с частыми фёнами, ландшафты среднегорных светлохвойно-мелколиственных лесов
<i>Северо-Восточный Алтай</i>				
4	Яйлю	51°46' с.ш.; 87°36' в.д.	482	Крутосклонная глубоковрезанная долина оз. Телецкого (отроги Абаканского хр.) с частыми фёнами, темнохвойно-таёжные ландшафты
5	Турочак	52°15'05,3" 87°07'20,6"	327	Неглубокая речная долина р. Бия (отроги Абаканского хр.), темнохвойно-таёжные и луговые ландшафты
<i>Северо-Западный Алтай</i>				
6	Усть-Кан	50°55'44,9" 84°45'56,8"	1037	Канская межгорная котловина, степные и лугово-степные ландшафты.
<i>Центральный Алтай</i>				
7	Усть-Кокса	50°16'17,9" 85°37'12,4"	978	Уймонская котловина, лесостепные ландшафты
8	Онгудай	50°44'47,4" 86°08'10,4"	833	Урскульская котловина, горностепные ландшафты
9	Катанда	50°09'49,0" 86°10'40,4"	949	Катандинская межгорная котловина, степные и лугово-степные ландшафты
10	Кара-Тюрек	50°01'56,5" 86°27'00,5"	2600	Катунский хр., вершина водораздела (пер. Кара-Тюрек) с частыми фёнами, гольцовые ландшафты
<i>Юго-Восточный Алтай</i>				
11	Кош-Агач	50°00'31,6" 88°40'19,9"	1760	Чуйская котловина, сухостепные (полупустынные) ландшафты

Источник: составлено авторами

ториальной дифференциации восприятия населением климатических изменений в их местности и действий по адаптации к данным изменениям. Респондентами при этом выступали представители разных этнокультурных и профессиональных сообществ, разных возрастных групп (табл. 2, рис. 1).

При обработке результатов интервьюирования преобладающие нарративы срав-

нивались с данными объективного мониторинга климатических изменений. При этом часто выявлялись несоответствия этих данных. Определение соотношения между объективными факторами изменения среды и субъективным восприятием этих изменений, влияющим на принимаемые людьми решения в сфере хозяйственной деятельности и организации быта, также дало важные научные результаты.

Таблица 2 / Table 2

**Количество и тип занятости респондентов, место интервьюирования /
The number and type of employment of respondents, the place of interviewing**

Место интервьюирования	Количество респондентов								
	Предприниматель / руководитель предприятия	Наёмный работник (сельское хозяйство, промышленность)	Наёмный работник сферы обслуживания	Государственный служащий	Самозанятый	Сотрудник ООПТ	Военнослужащий	Студент	Пенсионер/ безработный
<i>Северо-Западный Алтай (Усть-Канский район)</i>									
с. Усть-Кан	1	1	1	1	-	-	-	-	1
с. Коргон	1	1	1	-	-	-	-	-	-
с. Кырлык	-	-	1	-	1	-	-	-	1
с. Ябоган	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Северный Алтай (Майминский, Чемальский, Шебалинский районы)</i>									
г. Горно-Алтайск	1	-	1	1	1	-	1	1	1
с. Майма	1	1	1	1	-	-	-	1	-
с. Манжерок	-	-	1	-	1	-	-	-	1
с. Элекмонар	1	1	1	-	1	-	-	-	-
с. Чемал	2	1	1	1	2	-	-	1	-
с. Черга	-	1	1	-	-	-	-	-	1
с. Шебалино	2	1	2	1	1	-	1	-	1
<i>Северо-Восточный Алтай (Турочакский район, Чойский район)</i>									
с. Турочак	1	1	1	1	1	-	-	-	1
с. Артыбаш	1	1	1	-	1	1	-	-	-
с. Иогач	1	1	1	-	-	-	-	-	-
с. Чоя	1	1	1	1	-	-	-	-	-
<i>Центральный Алтай (Усть-Коксинский, Онгудайский районы)</i>									
с. Усть-Кокса	1	-	1	1	1	1	1	-	1
с. Мультя	1	-	1	-	2	1	-	-	-
с. Нижний Уймон	1	-	2	-	1	-	-	-	1
с. Чендек	-	-	1	1	1	-	-	-	1
с. Тюнгур	1	1	2	-	-	-	-	-	1
с. Онгудай	1	1	1	1	1	-	-	-	1
<i>Восточный Алтай (Улаганский район)</i>									
с. Улаган	-	-	1	2	1	-	-	-	1
с. Балыктуюль	1	1	1	-	1	-	-	-	1
с. Балыкча	1	-	1	-	1	-	-	-	-
с. Акташ	1	1	2	-	1	-	1	-	1
<i>Юго-Восточный Алтай (Кош-Агачский район)</i>									
с. Кош-Агач	3	1	1	3	1	2	-	1	1
с. Жана-Аул	-	-	2	-	1	-	-	-	-
с. Кокоря	1	-	1	-	1	-	-	-	-
с. Теленгит-Сортогой	-	-	-	-	-	-	1	-	1
с. Тобелер	1	-	-	-	-	1	-	-	1
с. Чаган-Узун	2	-	1	-	2	-	-	-	-
с. Беяши	2	-	-	1	-	1	-	-	-
Плоскогорье Уюк	1	3	-	-	-	-	3	-	-
ВСЕГО:	31	19	33	16	25	7	8	4	19

Источник: составлено авторами

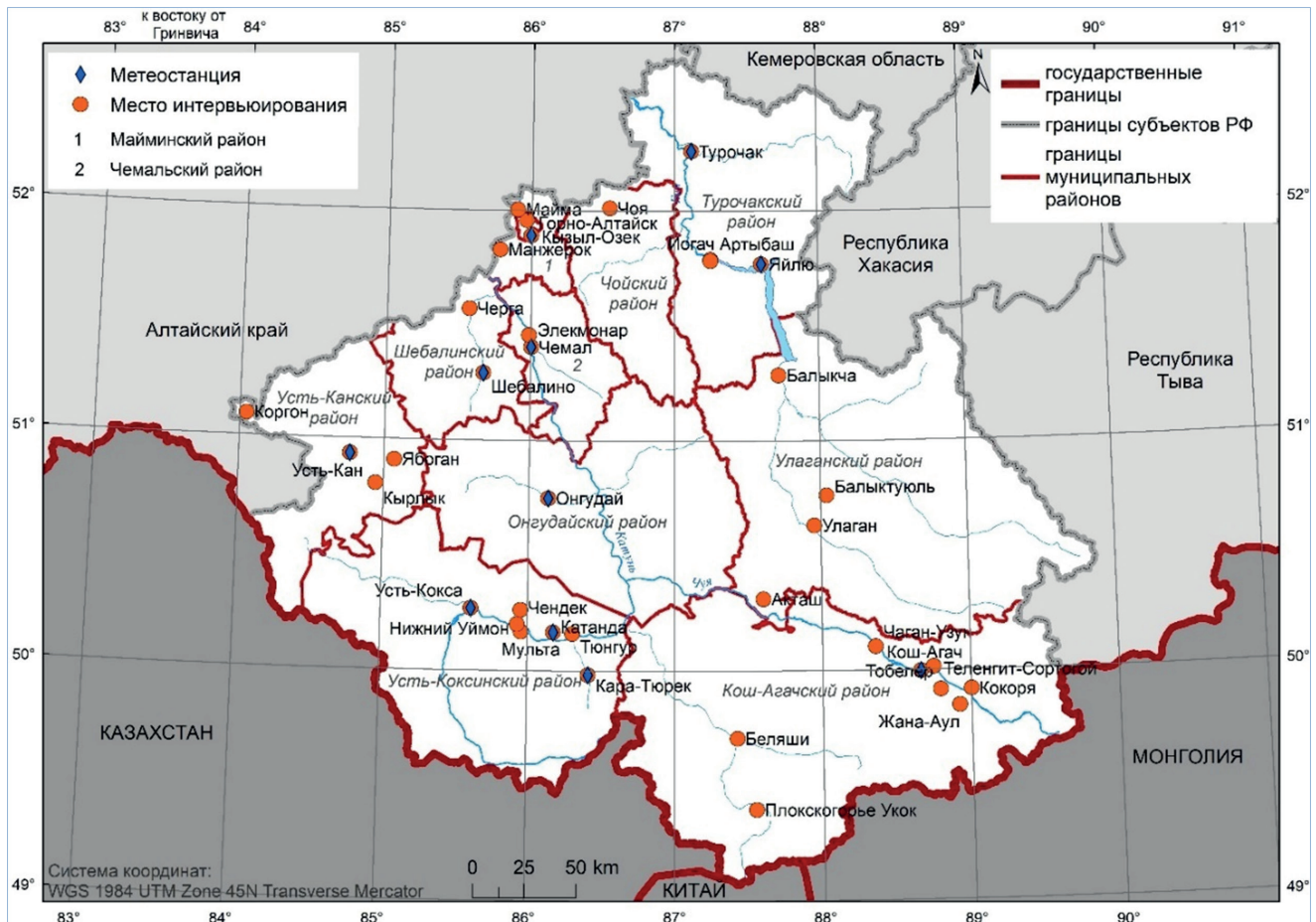


Рис. 1 / Fig. 1. Карта-схема расположения пунктов интервьюирования и метеостанций / Map-layout of interview points and weather stations

Источник: составлено авторами

ТРЕНДЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА АЛТАЕ

В исследуемый период общей тенденцией изменения климата на Алтае является постепенное повышение среднегодовых температур воздуха. Рост среднегодовых температур в целом характерен для всех высотных поясов и физико-географических районов исследуемой территории, однако на этом фоне наблюдаются значительные территориальные флуктуации [1; 8].

Для анализа внутрирегиональной дифференциации климатических изменений использовалась схема физико-географического районирования, разработанная Г. С. Самойловой [14] (рис. 2).

Анализ линейных климатических трендов за период 1991–2023 гг., представленных по данным метеостанций Республики Алтай (табл. 3), позволил выявить различия в изменениях температуры воздуха и

количества осадков в пределах основных физико-географических провинций региона – Северного, Северо-Западного, Северо-Восточного, Центрального и Юго-Восточного Алтая.

В Северном Алтае (станции Кызыл-Озёк, Горно-Алтайск, Чемал, Шебалино), расположенных в предгорьях и среднегорьях на высотах от 291 до 865 м, отмечается устойчивое потепление. Значения трендов температуры варьируют от 0,29 до 0,38 °C/10 лет (табл. 3), что указывает на значительное потепление, особенно в Горно-Алтайске и Кызыл-Озёке. Эти территории характеризуются положительными, хотя и невысокими, трендами осадков (от 0,34 до 0,38 мм/10 лет), что свидетельствует о незначительном росте увлажнения региона. В целом климатические изменения здесь соответствуют общей тенденции умеренного потепления в южной части Западной Сибири.

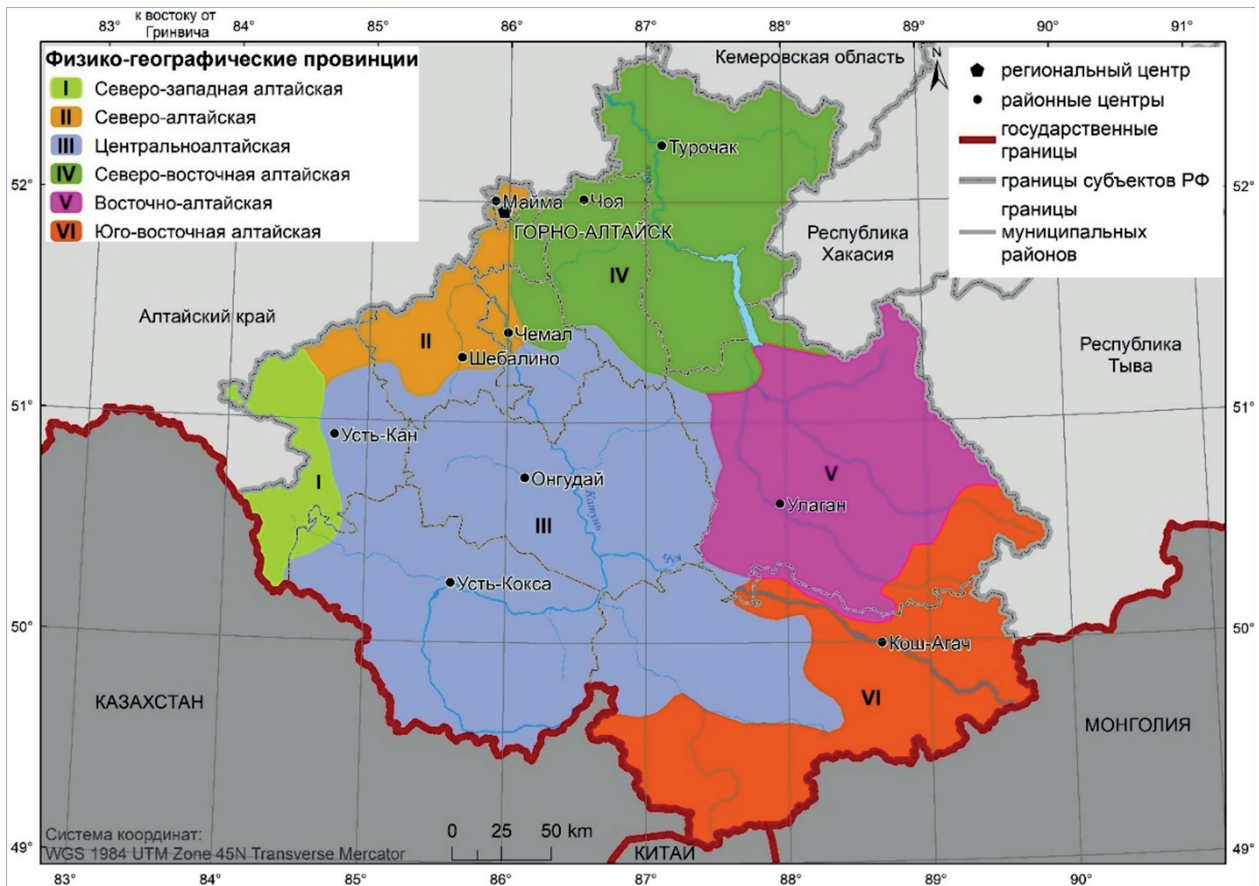


Рис. 2 / Fig. 2. Схема физико-географического районирования Горного Алтая (в границах Республики Алтай) / Scheme of physical-geographical zoning of Altai Mountains (within the borders of the Altai Republic)

Источник: выполнено авторами по [14]

Таблица 3 / Table 3

Величины линейных трендов изменения температуры и количества осадков воздуха за период с 1991 по 2023 г. по данным метеостанций Республики Алтай / Linear trends in air temperature and precipitation over the period 1991–2023 derived from meteorological station data in the Republic of Altai

Метеостанция	Высота расположения (м)	Tr 1991-2023 (°C/10 лет)	Tr 1991-2023 (мм/10 лет)
Кызыл-Озёк	326	0,32	0,34
Чемал	419	0,29	0,38
Яйлю	480	0,22	0,02
Турочак	327	0,38	-1,94
Усть-Кан	1037	0,10	4,39*
Усть-Кокса	979	0,23	0,01
Онгудай	833	0,11	0,59
Катанда	949	0,02	0,43
Кара-Тюрек	2596	0,26	-4,97*
Кош-Агач	1760	0,10	1,23
Горно-Алтайск	291	0,38	-

* Статистически-значимые величины трендов на 95% доверительном уровне по критерию Стьюдента.

Источник: составлено авторами

В Центральном Алтае (станции Онгудай, Катанда, Усть-Кан, Усть-Кокса, Кара-Тюрек), расположенном в более высокогорных и внутренних районах (высоты от 833 до 2596 м), потепление выражено слабее. Тренды температуры здесь составляют от 0,10 до 0,26 °C/10 лет (табл. 3), что ниже среднего по республике. При этом выделяется станция Усть-Кан, где зафиксирован статистически значимый положительный тренд осадков (+4,39 мм/10 лет), что может указывать на усиление увлажнения в этом районе, возможно, связанное с орографическим подъёмом влажных воздушных масс. Усть-Кокса и Катанда демонстрируют незначительные изменения в осадках, что говорит о стабильности водного режима. Самая высокогорная станция Кара-Тюрек (по которой можно судить об изменении климата во всем алтайском высокогорье) показывает значительное потепление (0,26 °C/10 лет) при существенном сокращении осадков (-4,95 мм/10 лет), что может свидетельствовать о снижении влажности в высокогорных ландшафтах, что особенно критично для ледников и альпийских экосистем.

В Северо-Восточном Алтае (станции Турочак, Яйлю) также ситуация неоднозначная, что связана с локальными факторами местоположения. Общий для этой физико-географической провинции тренд, очевидно, отражают показатели метеостанции Турочак, расположенной в низкогорной долине р. Бия. Здесь отмечается один из самых высоких трендов потепления — +0,38 °C/10 лет (табл. 3). Однако здесь наблюдается отрицательный тренд осадков (-1,94 мм/10 лет). При этом метеостанция Яйлю, расположенная на берегу Телецкого озера и испытывающее большое локальное влияние этого огромного водоёма, демонстрирует очень незначительное потепление (+0,22 °C/10 лет) при фактически отсутствии изменений в условиях увлажнения (+0,02 мм/10 лет).

Для Юго-Восточного Алтая (ГМС Кош-Агач — 1760 м) характерно умеренное потепление (0,10 °C/10 лет) с незначительным увеличением количества осадков (1,23 мм/10 лет). Однако здесь важно учитывать сезонное перераспределение осадков. Осадки в весенне-летний период

существенно сократились, в то время как увеличились осадки осенне-зимнего периода.

Как отмечается в последнем докладе Росгидромета [3], потепление фиксируется на всей территории России во все сезоны, а скорость роста среднегодовой температуры составляет 0,5 °C/10 лет. Республика Алтай по физико-географическому районированию относится к южной части Западной Сибири, где наблюдаются самые низкие показатели температурных трендов по России (~0,3 °C/10 лет) за период с 1976 по 2024 гг. [3]. Исследования показали [11], что на фоне глобального потепления Земли в районе Горного Алтая фиксируется холодное десятилетие 2002—2012 гг. со значениями тренда -0,9 °C/10 лет, которое очевидно уменьшило общую тенденцию потепления в регионе. Изолированные районы Алтая вносят небольшой вклад в изменение глобального климата, но сильно подвержены его влиянию [41]. Особенно это влияние распространяется на экосистемы в виде изменения вегетационного периода [44], смещения границ леса по высоте (некоторые деревья Алтайских гор начали произрастать выше на 100 м в постсоветский период)² и сдвигов ареалов животных [41]. Важно отметить, что постепенное потепление за последние десятки лет привело к увеличению перевыпаса скота, а это в свою очередь способствовало усилению опустынивания сухостепных ландшафтов и деградации почв в Республике Алтай³.

Таким образом, потепление в Республике Алтай за 1991—2023 гг. носит пространственно неоднородный характер, будучи наиболее выраженным в северных предгорных и низкогорных районах и более слабым — в центральных и юго-восточных высокогорных. При этом отдельные территории (например, ГМС Усть-Кан, Кара-Тюрек), демонстрируют значимые изменения в осадках, что указывает на усиление климатической изменчивости в горных экосистемах.

² Паспорт климатической безопасности Республики Алтай, 2022. Электронный ресурс: https://old.mpr-ra.ru/docs/banners/Klimaticheski_pasport.pdf (дата обращения 10.04.2025).

³ Там же.

ВОСПРИЯТИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И АДАПТАЦИЯ К НИМ НАСЕЛЕНИЯ РАЗНЫХ РАЙОНОВ АЛТАЯ

Как сами тренды климатических изменений, так и восприятие их местными сообществами (как и реакция на них) имеют выраженную территориальную дифференциацию. Для её анализа, как отмечалось выше, использовалась схема физико-географического районирования Г. С. Самойловой [14].

В первую очередь обращает на себя внимание различная степень обеспокоенности населения разных физико-географических провинций Алтая климатическими изменениями (рис. 3). Такая вариативность восприятия связана как с интенсивностью происходящих изменений и их выраженностью в ландшафтах, так и с уровнем зависимости населения (прежде всего, его

хозяйственной деятельности) от климатических условий.

Обработка результатов интервьюирования позволила выделить основные нарративы, касающиеся проявлений изменения климата. Они были сгруппированы в 20 групп. Распределение по частоте встречаемости данных высказываний (в %) в разных физико-географических провинциях Алтая представлено на рис. 4.

Также были определены основные эффекты климатических изменений, которые по мнению респондентов проявляются в районах их проживания (рис. 5).

Северный Алтай – самая экономически развитая и освоенная физико-географическая провинция Горного Алтая. Занимает нижнюю часть бассейна р. Катунь и граничит с Алтайским краем. Преобладают низко- и среднегорные хребты с сосновыми и сосново-мелколиственными лесами. Верхние ярусы рельефа в среднегорной части

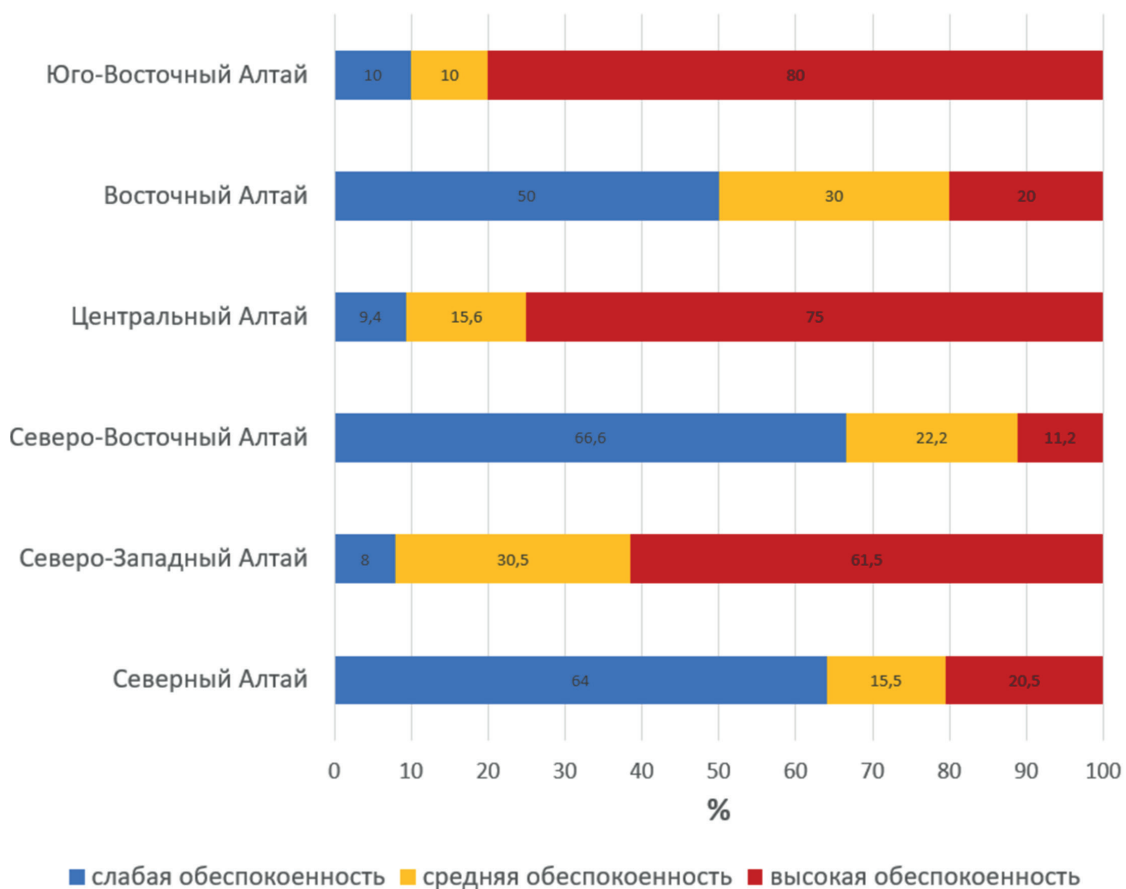


Рис. 3 / Fig. 3. Степень обеспокоенности населения разных физико-географических провинций Алтая климатическими изменениями / The degree of concern of the population of Altai's physical-geographical provinces about climatic changes

Источник: составлено авторами на основе данных интервьюирования

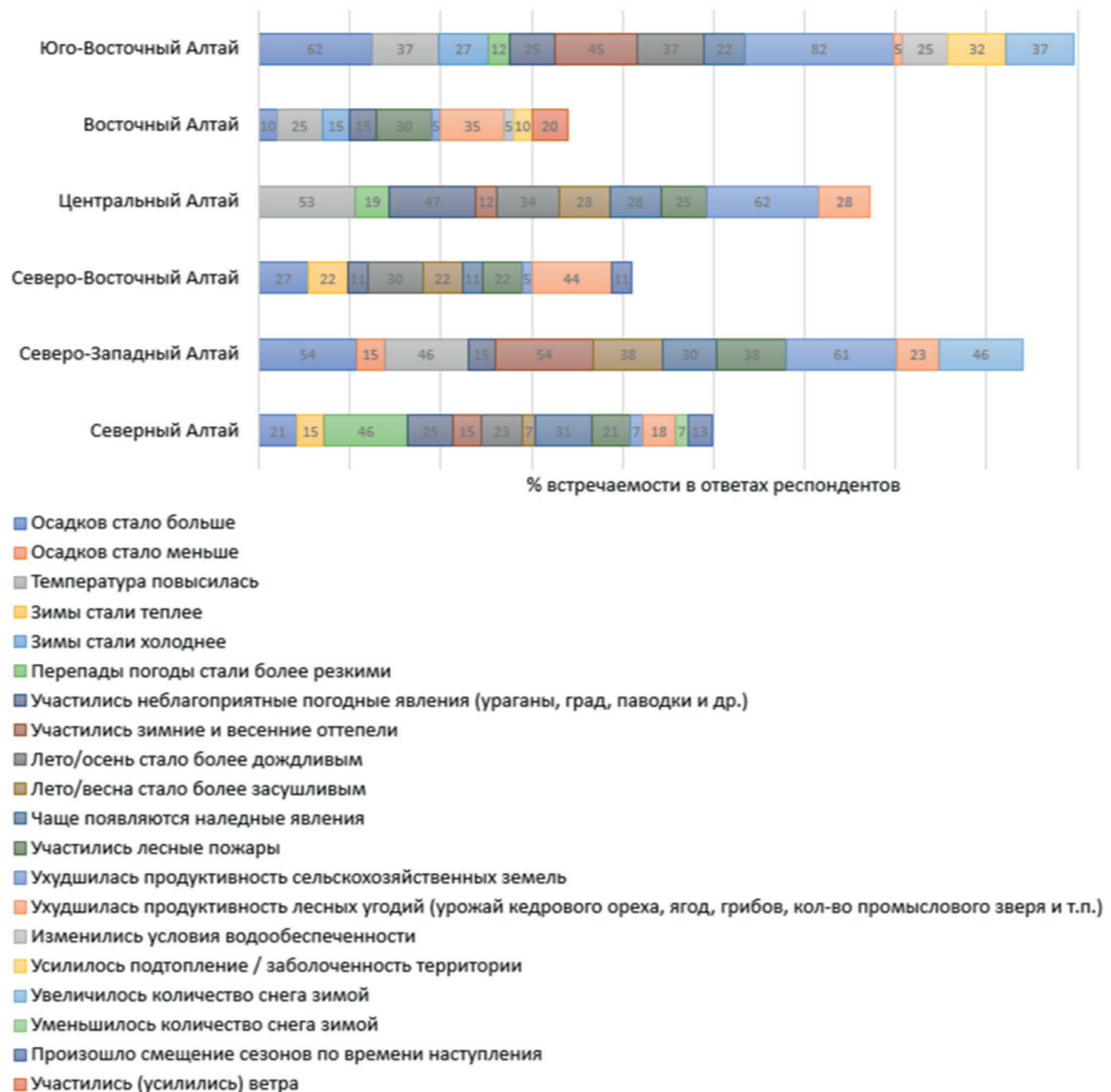


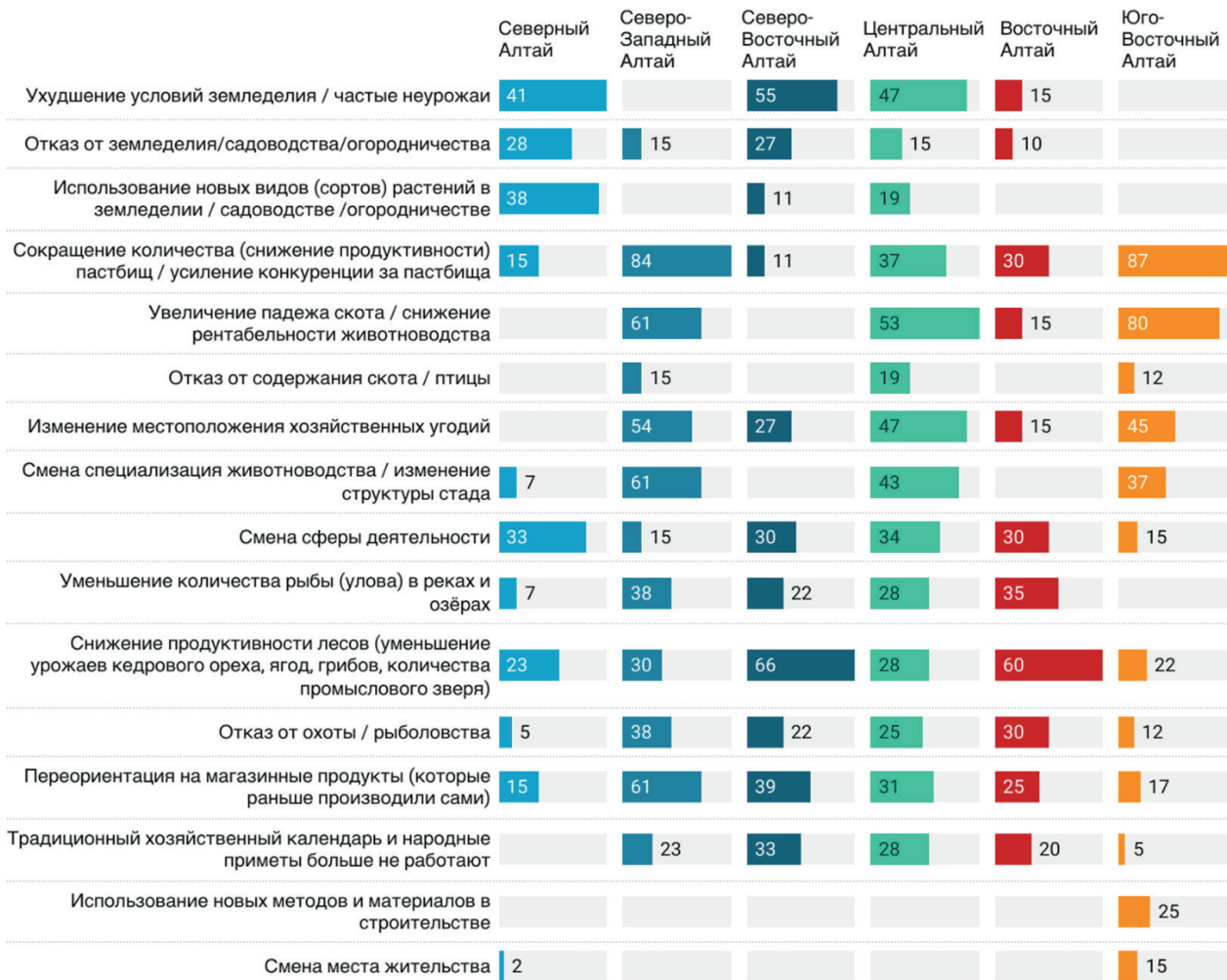
Рис. 4. / Fig. 4. Распределение основных нарративов относительно проявлений изменения климата в ответах респондентов (в %) / Distribution of the main narratives regarding the manifestations of climate change in the respondents' responses (%)

Источник: составлено авторами на основе данных интервьюирования

физико-географической провинции занимают альпийские луга и субальпийские редколесья. В административном отношении это территория Горно-Алтайского городского округа, Майминского, Чемальского, Шебалинского районов. В настоящее время это территория наиболее активного развития туризма. Здесь сконцентрирована большая часть туристской инфраструктуры республики. Соответственно, туристско-рекреационное хозяйство является основной отраслью экономики. Также присутствует сельское хозяйство (скотоводство, пантовое оленеводство, овцеводство, пче-

ловодство, кормовое растениеводство), лесное хозяйство, сбор дикоросов, строительная индустрия. В этническом составе населения численно доминируют русские [4]. Интервьюирование осуществлялось в г. Горно-Алтайске, сёлах Майма, Манжерок, Элекмонар, Чемал, Шебалино, Черга (всего 39 респондентов).

В целом, местные жители признают изменения климата за последние 30 лет, однако считают их несущественными и не представляющими угрозу для их хозяйственной деятельности, все больше связанной с обслуживанием туристов.



Created with Datawrapper

Рис. 5. / Fig. 5. Климатообусловленные изменения в хозяйственной деятельности и хозяйстве населения Алтая, по частоте встречаемости в ответах респондентов (%) / Climate-related changes in the economic activity and life of the Altai population, by frequency of occurrence in respondents' responses (%)

Источник: составлено авторами на основе данных интервьюирования

Из ключевых климатических характеристик респонденты отмечают, что стало больше ливневых дождей, чаще выпадает град. Осенью заморозки приходят позже, при этом снег весной также сходит раньше. Характерны резкие смены погодных условий, отражающиеся на самочувствии метеозависимых людей. Кроме того, с изменениями климата связывают учащение лесных пожаров.

Относительно влияния на хозяйственную деятельность и быт отмечают лишь ухудшение условий садоводства и огородничества (из-за возвратных заморозков и градов, ураганов), а также проблемы с дорожно-транспортными условиями (обледенение трассы и т. п.).

«В прошлом году в июле град с голубиное яйцо выпал. Весь огород у меня побил. Даже стены дома, они у меня сайдингом обшиты, и те пробил. В этом году опять посадила вон всё, так, поди, не надо было» (Татьяна, 67 лет, с. Майма).

«Да, климат поменялся. Особенно это в межсезонье заметно. Постоянно гололед на дорогах. Или мокрый снег. Как по мылу по нему ехать» (Владимир, 42 года, с. Чемал).

Самая серьёзная проблема – учатившиеся наводнения на р. Катунь и её притоках.

«Да, из-за изменения климата у нас зона подтопления увеличилась. Каждый год наводков боимся, особенно если зима снежная. В 2014 году у меня турбазу смыло наводне-

нием. А ещё часто зимние наводнения стали происходить из-за зажоров на реках. В прошлом году (2022 – прим. авторов) тоже было (Алексей, 53 года, с. Чемал).

Однако глубокие трансформации природно-хозяйственных систем в своей местности респонденты связывают в основном с бурным развитием туризма и приходом крупного капитала инвесторов федерального уровня.

Северо-Восточный Алтай охватывает бассейн Телецкого озера, рек Бия и Лебедь. В административном отношении это Турочакский, Чойский и север Улаганского районов. В основном здесь преобладают низкогорные и среднегорные хребты с темнохвойной и черневой тайгой. Традиционно основу хозяйственной деятельности здесь составляли лесные промыслы (охота, сбор дикоросов) с подсобным огородничеством, скотоводством и коневодством. В советское время осуществлялись масштабные лесозаготовки, начата добыча золота. В настоящее время на северном побережье Телецкого озера и в верховьях р. Бии бурно развивается туризм. Абсолютное большинство населения этой территории – русские [4]. Интервьюирование осуществлялось в сёлах Турочак, Артыбаш, Иогач, Чоя (всего 18 респондентов).

Большинство респондентов считают современные изменения климата незначительными, не оказывающими какого-то существенного влияния на природно-хозяйственные системы этой территории. Высказывалось также мнение, что изменение климата – выдумка, вызванная флуктуациями климатических показателей в многолетнем ряду данных.

«Это всё миф, чтобы учёные получили деньги на исследования, а администрация – свою некомпетентность в экономике списывала на изменение климата. На самом деле просто из года в год немного меняется температура, осадки... То жаркое и сухое лето, то холодное и дождливое. Чередуются. И с зимами также. А нам говорят: видите – климат меняется! А он не меняется. Такие чередования всегда были» (Анатолий, 66 лет, с. Турочак).

Из значимых климатических изменений респонденты отмечают более тёплые зимы, засушливость весенне-летних пе-

риодов, а также ливневые дожди осенью. Среди проблем в природопользовании отмечают большую частоту неурожайных для сбора кедрового ореха лет и участившиеся лесные пожары.

«Весна раньше теперь приходит. В апреле уже жара стоит. Раньше снег в лесу по западинам до лета лежал, а сейчас к маю нет его уже. И лес сохнет. Отсюда и пожары. Да и болезни (деревьев – прим. авторов). Шелкопряд этот. Очень много леса за последние лет 15 погибло» (Светлана, 50 лет, с. Чоя).

«Резкие перепады сейчас в погоде стали. Бывает летом жара стоит месяц, ни одного дождя. И деревья, и трава – всё высыхает. А потом осенью такие грозы и ливни, что всё заливают. Ни орех не заготовить, ни сено». (Нина, 47 лет, с. Турочак).

Из традиционных практик природопользования исчезает промысловая охота и животноводство (скотоводство и коневодство), но респонденты связывают это не с климатическими, а с экономическими причинами, прежде всего, с развитием туризма и большей возможностью заработать в этой сфере при меньших трудозатратах.

«У меня отец охотником-промысловиком в леспромхозе работал в советское время. Соболя бил, белку... А сейчас ни леспромхоза, ни охотников не стало. Невыгодно. Да и трудно. По полгода в тайге жить на зимовье. Гораздо проще гостевой дом построить и зарабатывать. Или на катере туристов по озеру (Телецкому – прим. авторов) катать. Там вообще «золотое дно». И скотину уже никто не держит, потому что можно на туристах заработать и купить всё, что нужно» (Алексей, 37 лет, с. Иогач).

Северо-Западный Алтай охватывает бассейн рек Чарыш и Ануй. Здесь господствуют лесные среднегорья с преобладанием темнохвойной тайги на избыточно увлажнённом наветренном макросклоне и парковых лиственничников во внутренних районах, находящихся в дождевой тени. Провинция практически целиком занята Усть-Канским административным районом Республики Алтай. Хозяйственная специализация сугубо животноводческая (скотоводство, овцеводство, козоводство, коневодство, пантовое оленеводство, пче-

ловодство). Подсобное значение имеют огородничество и сбор дикорастущих растений. В этнической структуре населения преобладают алтайцы, однако значительную часть также составляют русские [4]. Интервьюирование проводилось в сёлах Усть-Кан, Коргон, Кырлык, Ябоган (всего 13 респондентов).

Все респонденты указывают на то, что изменения климата существенны для их хозяйственной деятельности и быта.

Из климатических изменений информанты отмечают, что летом в течение длительного времени бывают экстремально высокие температуры. Также частым нарративом является увеличение количества осадков, в частности большая снежность зим. Также обеспокоенность вызывают лесные пожары и снижение продуктивности лесов.

С фактором роста температуры и засушливости летнего периода связывают ухудшение продуктивности пастбищ и сеносов.

«Травы совсем мало стало. Солнце жарит. Земля сухая стоит. И трава не растёт. Овец вон к самым белкам (снежникам – прим. авторов) гонять приходится» (Ермек, 39 лет, с. Кырлык).

Кроме того, отмечается, что нестабильность температурного режима приводит к усложнению дорожно-транспортных условий.

«Зимой и весной часто оттепели стали случаться. Из-за этого на дорогах наледи появляются. Утром особенно страшно ехать. Можно по наледи в обрыв скатиться» (Александр, 32 года, с. Коргон).

Восточный Алтай занимает Улаганское нагорье, Чулышманское плоскогорье с окружающими их средне- и высокогорными хребтами (Курайский, Шапшальский, Айгулакский). Административно это в основном Улаганский район. Территория слабо освоена и преимущественно занята горной тайгой. Верхние ярусы рельефа заняты высокогорными лугами, гольцово-тундровыми ландшафтами, есть небольшие ледники. Население (в основном алтайцы-теленгиты) [4] занято преимущественно сельским хозяйством, однако поголовье здесь не такое значительное как в Юго-Восточном или Центральном Алтае,

что информанты связывают с недостатком пастбищных угодий. Интервьюирование проводилось в сёлах Улаган, Акташ, Балыктуоль, Балыкча (всего 20 респондентов).

Характерной особенностью является тот факт, что респонденты не отмечают значительных изменений в климатических условиях района. Указывают только на учащение сильных ветров, а также на гипотетически связанные с климатическими изменениями лесные пожары на соседних территориях и увеличившуюся популяцию медведей. Также отмечают снижение продуктивности лесных ландшафтов.

«Ветры сильные стали. И часто дуют. И зимой, и летом. Раньше такого не было» (Михаил, 32 года, с. Улаган).

«Я своим детям запретила в лес ходить. Медведей очень много. Уже в деревню заходят. Это, наверное, из Красноярского края к нам пришли. Там же пожары у них» (Надежда, 58 лет, с. Улаган).

Центральный Алтай охватывает Усть-Коксинский, Онгудайский, части Шебалинского и Кош-Агачского административных районов. Это самая высокогорная часть Алтая (хребты Катунский, Северо-Чуйский, Теректинский и др.). Для данной физико-географической провинции характерен полный набор высотных поясов от горно-степного до нивально-гляциального. Особенно развит лесной пояс с разными типами горной тайги. Увлажнение от умеренного до избыточного. В природопользовании преобладает многопрофильное сельское хозяйство (скотоводство, овцеводство, коневодство, мараловодство, пчеловодство, зерновое и кормовое земледелие, подсобное свиноводство и огородничество), лесное хозяйство, туризм. В этническом составе населения эта физико-географическая провинция отличается большим разнообразием. Здесь есть ареалы полного преобладания алтайцев, русских (потомков старообрядцев), а также районы со смешанным населением [4].

Интервьюирование проводилось в сёлах Усть-Кокса, Мульты, Нижний Уймон, Чендек, Тюнгур, Онгудай (всего 32 респондента).

Респонденты отмечают рост повторяемости экстремальных погодных условий

(ливней, ураганных ветров, снегопадов, морозов) и связанных с ними неблагоприятных и опасных природных явлений (лесные пожары, наледи, лавины, камнепады, оползни и пр.). Также отмечают длительность жарких периодов летом. Основные последствия этих климатических изменений для хозяйственной деятельности населения заключаются в ухудшении условий животноводства и смене специализации деятельности значительной части населения.

«Сенокосы уже третий год подряд выгорают. Зимой сено закупать приходится. Коров держать не выгодно стало» (Геннадий, 38 лет, с. Мульта).

Многие люди переориентируются в своей экономической деятельности на обслуживание туристов: строят и сдают гостевые дома, предоставляют транспортные услуги, особенно заброску высокопроходимым транспортом в труднодоступные места и пр. Популярным и прибыльным занятием стало пчеловодство, т. к. высокогорный мёд пользуется большим спросом у туристов.

Частые летние засухи ведут к сокращению земледелия в целом (особенно его продовольственного направления) и сохранению его преимущественно в форме кормопроизводства.

Респонденты также обращают внимание на экспансию лесной растительности как на верхней границе распространения, так и в межгорных котловинах. Постепенно зарастают лесом бывшие сельхозугодья.

Юго-Восточный Алтай занимает высокогорные хребты (Южный Алтай, Сайлюгемский, Чихачёва), крупные межгорные котловины (Чуйская, Курайская) и обширное плоскогорье Укок. Это одна из самых высокогорных частей Алтая отличается наиболее экстремальными климатическими условиями. Развиты ландшафты горных полупустынь, сухих степей, тунодростепей, а также нивально-гляциальные ландшафты. Провинция охватывает большую часть Кош-Агачского и юг Улаганского районов. В этническом составе населения преобладают казахи. Примерно 1/3 населения составляют алтайцы-теленгиты [4]. Основная экономическая специализация этой территории — отгонное животноводство, преимущественно скотоводство,

коневодство и овцеводство (присутствует также яководство и верблюдоводство). Именно для этой физико-географической провинции характерно наибольшая обеспеченность населения климатическими изменениями, отражающимися на повседневной жизни людей.

Респонденты (всего 40), опрошенные в Чуйской котловине (сёла Кош-Агач, Жана-Аул, Кокоря, Тобелер), в долинах рек Чаган-Узун (с. Чаган-Узун) и Джазатор (с. Беяши), а также на животноводческих стоянках плоскогорья Укок обращают внимание на резкие перепады в метеорологических условиях, в частности, зимне-весенние оттепели, сменяющиеся похолоданиями с образованием ледяной корки, препятствующей доступу к естественному корму для выпасаемых животных. Кроме того, указывают на то, что осадков стало гораздо больше.

«Осадков больше стало в районе. Раньше зимой у нас осадков мало было, снега, а сейчас уже климат изменился — снега побольше стало, дожди» (Кайрат, 40 лет, Кош-Агач).

При этом данные с метеостанции Кош-Агач, напротив, указывают на небольшое сокращение среднегодового количества осадков. Объясняется такая несогласованность, очевидно, смещением на осенне-зимний период выпадения основной доли годовых осадков, а также экстремальными по количеству осадков годами, показатели которых «растворяются» в среднемноголетней статистике, но напротив, закрепляются в коллективном сознании населения. Респонденты отмечают, что в летне-осенний период стало много дождей, как правило, ливневых, ранее совершенно не характерных для этой местности. Также и экстремальные снегопады, которые приводят к падежу скота на зимних пастбищах и на несколько дней оставляют в изоляции отдельные населённые пункты (Беяши, Аргут). Метеорологические условия стали более изменчивыми и менее предсказуемыми. Также отмечается проблема протаивания многолетней мерзлоты. Эти факторы приводят к существенным трансформациям природопользования и быта.

Респонденты отмечают существенное изменение системы пастбищеоборотов. Например, традиционные зимние паст-

бища уже используются в летний период. Часть пастбищ выведена из оборота. Многие пастбищные угодья стали заболачиваться или подвергаться солифлюкционным процессам из-за протаивания многолетней мерзлоты.

«Мерзлота же тает. Поэтому на многих местах сейчас как болото. Там травы хорошей нет. Там уже не пасём» (Чинат, 28 лет, с. Кокоря).

Однако, по нашим исследованиям, изменение традиционной системы перегонов скота связано зачастую не с природными, а с институциональными причинами, например, с введением прав собственности на землю, распределением арендуемых участков и пр. Сложившаяся традиционная система сезонных пастбищ не нарушалась даже в советское время, поскольку агрономы понимали её устойчивость. Для высокогорий критическое значение (в силу их относительной редкости) имели зимние пастбища с невысоким снежным покровом, защищённые от сильных ветров, с калорийной горностепной растительностью. Наличие таких пастбищ позволяет пасти скот в течение всего года, не заготавливая на зиму корма, что существенно снижает затраты в животноводстве. Поэтому зимние пастбища очень берегли, не допуская их использования в прочие сезоны. В настоящее время режим использования данных пастбищ определяется их собственниками и арендаторами. Они, как правило, используют такие пастбищные угодья в течение всего года, перегоняя скот по «малому кругу кочевания» между отдельными участками пастбищ. Те же природопользователи, которым не досталось пастбищ, пригодных для зимнего использования, вынуждены заготавливать или закупать корм на зиму.

«Раньше на Укоке только зимние пастбища были, а сейчас круглый год здесь пасём. Только на забой гоним в Кош-Агач» (Бекжан, 53 года, плоскогорье Укок).

С изменениями климата связывают снижение продуктивности пастбищных угодий. И меньшую рентабельность животноводства.

«Трава хуже стала расти. Раньше, допустим, с этого места сена 3-4 ГАЗика (ГАЗ-66 — прим. автора) можно было увезти, а

сейчас только на ГАЗели. Поэтому надо новые участки арендовать, а их нет свободных. Только очень далеко в горах» (Данияр, 34 года, с. Кош-Агач).

«Кормовой базы очень не хватает. В прошлом году люди не заготовили сено, рулон сена с нижних районов (из районов Северного Алтая — прим. авторов) 5 тысяч рублей стоит. За 10 тысяч 2 рулона купить на неделю. Это не рентабельно. Лучше тогда не держать скот» (Кайрат, 40 лет, Кош-Агач).

Климатические изменения явились одной из причин изменения структуры стада в Юго-Восточном Алтае. Общая тенденция — быстрое сокращение мелкого рогатого скота при увеличении КРС и особенно лошадей. Овцы и козы не способны зимой добывать корм из-под слоя снега более 15 см, и особенно из-под наста или ледяной корки, образующейся после оттепелей. Кроме того, именно овцы и козы обычно становятся жертвами хищников.

«Овец уже меньше стали держать. Раньше по 200-300 овец держали, а сейчас по 30-40 в среднем. Только для себя в основном. Не на продажу... У овец большой падёж. Как только снега много выпало, всё, они голодают» (Айсулу, с. Тобелер).

Однако в этом вопросе также ключевую роль играют, скорее, неклиматические факторы.

«За овцами, за козами надо следить, целый день выходить и идти за ними. Сейчас и пастухи у нас начали все отказываться пасти МРС, все хотят только коров принимать. Корову утром выгнали и всё, она целый день сама пасется. Вечером обратно пригнали, всё. То есть трудозатрат меньше. И оплата за одну голову 500 рублей, а за одного барана — 50 рублей» (Туэсбек, с. Жана-Аул).

«У нас в основном коней стали разводить. Кони ухода почти никакого не требуют. Им GPS вживляют и всё. Они сами пасутся. А спрос на конину хороший» (Азамат, 34 года, с. Кош-Агач).

Таяние многолетней мерзлоты приводит к подтоплению населённых пунктов, разрушению строений. В связи с этим меняется планировка сёл.

«У нас весь восточный район Кош-Агача сейчас подтоплен из-за того, что мерзло-

та тает. Туда село уже не может расти» (Азамат, 34 года, Кош-Агач).

Однако протаивание многолетней мерзлоты — давняя проблема Кош-Агачского района. Например, именно по этой причине в 1986 г. население с. Актал было переселено в новое с. Жана-Аул.

Респонденты отмечают, что к изменениям климатических условий люди вынуждены адаптироваться, в т. ч. меняя правила строительства.

«Раньше-то у нас все дома без крыш были (были плоские крыши, крытые, как правило рубероидом — прим. авторов). Это потому, что дождей таких не было. А сейчас, все дома с крышами двускатными или четырёхскатными стоят» (Туэсбек, 38 лет, с. Жана-Аул).

«Сейчас всё чаще стали винтовые сваи использовать вместо обычного ленточного фундамента. Там если под домом грунт начинает протаивать, можно выровнять дом по уровню» (Серик, 34 года, с. Кош-Агач).

Конечно, тренды климатических изменений, а также природные (в т. ч. геокриологические и гляциологические) условия высокогорий Юго-Восточного и Восточного Алтая (Кош-Агачский и Улаганский районы) будут и дальше способствовать существенным трансформациям социально-экологических систем. В частности, всё более выраженным будет таяние многолетней мерзлоты, образование наледей, прогнозируется учащение лесных пожаров, снижение биологической продуктивности естественных пастбищ и пр. [1; 8]. Поэтому адаптивные стратегии должны учитывать не только имеющийся традиционный опыт местных сообществ, но также и достижение современной науки в области территориальной организации общества и хозяйства и применения новых технологий в строительстве и природопользовании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема адаптации местных сообществ к климатическим изменениям особенно остро стоит в горных районах с сохранившимися системами традиционного природопользования. В Республике Алтай

к таким можно отнести до 60% населённых пунктов.

Современные климатические изменения выступают пусковым механизмом глубокой перестройки природных и общественных территориальных систем, воздействуя одновременно на их морфологические характеристики, пространственную организацию и функциональные свойства. Под влиянием потепления, изменения режима осадков и деградации многолетней мерзлоты происходит трансформация ландшафтной структуры: отмечается экспансия лесной растительности как вверх по склонам, так и в межгорные котловины, сокращение площадей горно-степных и тундростепных ландшафтов, их заболачивание и обводнение вследствие протаивания многолетнемерзлых пород. Эти процессы сопровождаются деградацией сельскохозяйственных угодий (пастбищ, сенокосов и пашен) и последующими пространственно-временными смещениями природопользования, включая изменение местоположения летних и зимних пастбищ, вывод части угодий из оборота и смену традиционных циклов хозяйственной деятельности.

Климатические изменения оказывают существенное влияние и на систему расселения: фиксируются случаи частичного или полного подтопления населённых пунктов, нарушения инженерной инфраструктуры и потребность в адаптации строительных технологий (переход к скатым крышам, строительству на винтовых сваях).

Функциональная структура социально-экологических систем также претерпевает изменения: снижается рентабельность традиционного животноводства, трансформируется структура стада, усиливается конкуренция за пастбищные ресурсы, в ряде районов происходит замена традиционных хозяйственных практик деятельностью, связанной с туристско-рекреационным комплексом.

Рост частоты опасных природных явлений (паводков, экстремальных снегопадов, оползней, наледей, лесных пожаров и пр.) дополнительно усложняет функционирование территориальных общественных систем, воздействуя на транспортную

связанность и принятие хозяйственных решений на локальном уровне. Всё это подтверждает, что климатические изменения формируют новые траектории развития социально-экологических систем региона, приводя к их многоаспектной и пространственно дифференцированной трансформации.

При этом важно учитывать не только реальные климатические тренды, но и восприятие их местными сообществами, т. к. реальные действия зачастую зависят от таких субъективных представлений. Население не всегда верно воспринимает тренды климатических изменений в своей местности в условиях ограниченности точной информации, что приводит к ошибочным адаптивным действиям, которые могут усугубить социально-экологическую ситуацию.

Проведённое исследование позволило сделать ряд выводов:

1. в Горном Алтае глобальные изменения климата имеют выраженную внутререгиональную дифференциацию с большой вариативностью по районам и высотным уровням, фиксируемую сетью метеостанций. Так, если в Юго-Восточном Алтае (особенно в межгорных котловинах) фиксируются выраженная аридизация с высокими темпами роста среднегодовых температур при существенном уменьшении количества осадков, в Северо-Восточном Алтае, напротив, происходит значительное увеличение осадков при небольшом потеплении. Однако показатели линейных трендов в реальности очень значительно варьируют по сезонам и годам, что отражается в восприятии населением проблемы климатических изменений;

2. степень обеспокоенности климатическими изменениями в разных районах Алтая неодинакова. Она определяется не только выраженностью и быстротой самих изменений, но и уровнем зависимости основных видов деятельности населения от природных факторов. В Северном и Северо-Восточном Алтае фиксируется довольно низкий уровень обеспокоенности (от отказа вообще признавать наличие климатических изменений до мнения, что происходящие изменения не оказывают существенного влияния на жизнь людей в

данной местности), что объясняется преимущественно сменой хозяйственной специализации населения этих территории на обслуживании туристов. В то же время степень обеспокоенности изменение климата у населения Юго-Восточного Алтая очень высокая. Здесь наложились значительные темпы климатических изменений, их яркая выраженность в окружающей среде (например, подтопление населенных пунктов тающей многолетней мерзлотой) и высокая природоориентированность хозяйственной деятельности (отгонное животноводство) населения;

3. наиболее частые нарративы относительно изменений климата связаны с (потенциально) опасными или нетипичными ранее природными явлениями: учащение лесных пожаров, наводнения, сели, ураганы, смерчи, сильный град, гололёдные явления на дорогах, ливневые осадки. В районах с выраженной животноводческой ориентацией хозяйства (Юго-Восточный, Центральный, Северо-Западный Алтай) особенно большое беспокойство вызывают резкие смены погоды, зимние и весенние оттепели, сменяющиеся похолоданием с образованием ледяной корки, что приводит к падежу скота или дополнительным затратам на закупку корма;

4. главным последствием трансформации социально-экологических систем в связи с климатическими изменениями и особенностями их восприятия местным населением являются пространственно-временные смещения хозяйственной деятельности. Меняется структура хозяйственных угодий, местоположение летних и зимних пастбищ, сезонная организация природопользования. Из-за экспансии лесной растительности, как на нижней, так и на верхней границах распространения, а также из-за обводнения и заболачивания обширных тундростепных пространств из-за таяния многолетней мерзлоты сокращаются сельскохозяйственный угодья (пашни, сенокосы, пастбища). Соответственно, усиливается конкуренция за пастбищные и сенокосные угодья, снижается рентабельность сельскохозяйственного производства. Претерпевает изменение структура стада в животноводческих хозяйствах — происходит замена мелкого

рогатого скота на крупный рогатый скот и лошадей.

Также в связи с неблагоприятными и опасными климатообусловленными процессами и явлениями происходят географические смещения системы расселения и инженерной инфраструктуры (включая полный перенос населенных пунктов из одного места в другое). Отмечаются нарушение внутренней организации населённых пунктов (например, частичное подтопление) и изменение особенностей строительства.

Изменение специализации хозяйственной деятельности имеет частичную климатическую обусловленность. В ряде районов некоторые традиционные виды природопользования заменяются новыми, прежде всего связанными с обслуживанием туристов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ и прогноз изменений климата в российской части Алтае-Саянского экорегиона и на приграничных территориях Казахстана и Монголии / отв. ред. О. Н. Липка. М.: Всемирный фонд дикой природы, 2018. 289 с.
2. Ананичева М. Д., Литвиненко Т. В., Филиппова В. В. Изменение климата в Республике Саха (Якутия) и его влияние на население: инструментальные измерения и наблюдения местных жителей // Географическая среда и живые системы. 2021. № 3. С. 6–21. DOI: 10.18384/2712-7621-2021-3-6-21
3. Бардин М. Ю., Козлова Е. Н., Платова Т. В., Ранькова Э. Я. и др. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год. М.: Росгидромет, 2025. 104 с.
4. Дирин Д. А., Шиян П. А., Гудковских М. В. Современная этнокультурная дифференциация территории Республики Алтай // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2024. № 3. С. 173–187. DOI: 10.20874/2071-0437-2024-66-3-15
5. Доклад Российского экологического общества «Адаптация к изменениям климата: риски и возможности» / под рук. Ю. Е. Филаткиной. М.: ООО «ВАШ ФОРМАТ», 2025. 72 с.
6. Ермолаева П. О., Кузнецова И. Б. Общественные оценки социально-экономических последствий изменения климата по материалам Республики Татарстан // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2018. № 1. С. 33–41.
7. Жегусов Ю. И., Максимов Т. Х. Восприятие населением влияния изменений климата на условия жизни в холодном регионе (на примере Республики Саха (Якутия)) // Социологические исследования. 2024. № 9. С. 145–151. DOI: 10.31857/S0132162524090139
8. Изменение климата и его воздействие на экосистемы, население и хозяйство российской части Алтае-Саянского экорегиона: оценочный доклад / под ред. А. О. Кокорина. М., 2011. 168 с.
9. Краснаярова Б. А., Назаренко А. Е., Плуталова Т. Г., Шарбарина С. Н., Барышников С. Г. Оценка уязвимости аграрно-ориентированных природно-хозяйственных систем // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2024. Т. 49. С. 72–87. DOI: 10.26516/2073-3402.2024.49.72
10. Мандыч А. Ф., Яшина Т. В., Артемов И. А., Декенов В. В. и др. Сохранение биоразнообразия в российской части Алтае-Саянского экорегиона в условиях изменения климата. Стратегия адаптации. Красноярск, 2012. 62 с.
11. Марчукова О. В., Дирин Д. А., Борисенко М. А., Гудковских М. В. Тенденции изменения климата Горного Алтая в постсоветский период // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2024. Т. 30. Ч. 1. С. 224–231. DOI: 10.35595/2414-9179-2024-1-30-224-231
12. Медведков А. А. Трансформация «кормящих ландшафтов» и традиционной культуры аборигенных народов Сибири в условиях изменения климата // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2016. № 22. С. 62–70. DOI: 10.24057/2414-9179-2016-1-22-62-70
13. Мкртчян Г. М., Блам И. Ю., Ковалев С. Ю., Цвелодуб Ю. О. Влияние климата на субъективные оценки благосостояния домашних хозяйств в России // Регион: Экономика и Социология. 2017. № 3. С. 254–276. DOI: 10.15372/REG20170313
14. Самойлова Г. С. Ландшафтная структура физико-географических регионов Алтае-Саянской страны // Землеведение. Сборник Московского общества испытателей природы. Т. XVII. М.: Изд-во Московского университета, 1990. С. 53–66.
15. Свинобоев А. Н., Неустроева А. Б. Изменение климата и условий жизни на Севере в восприятии коренного населения // Урбанистика. 2017. № 4. С. 28–39. DOI: 10.7256/2310-8673.2017.4.24619

16. Харламова Н. Ф. Оценка и прогноз современных изменений климата Алтайского региона. Барнаул: Изд-во Алтайского университета, 2013. 156 с.
17. Ahamed R. A., Mal S., Maharana P. Community perceptions of climate change in Manipur, India // *Theoretical and Applied Climatology*. 2025. Vol. 156. P. 92. DOI: 10.1007/s00704-024-05319-5
18. Alhassan I., Teklehaimanot A., Solomon N., Gufi Y., et al. Perception and trends of climate change: assessing impacts on smallholder farmers and Agro-Pastoral communities in Northern Ethiopia // *Discover Agriculture*. 2025. Vol. 3. P. 106. DOI: 10.1007/s44279-025-00272-x
19. Boori M. S., Voženilek V. Remote Sensing and GIS for Socio-Hydrological Vulnerability // *Journal of Geology & Geosciences*. 2014. Vol. 3. Iss. 3. DOI: 10.4172/2329-6755.1000e115
20. Brookfield H. C. American Geography and one non-American geographer // *GeoJournal*. 2004. Vol. 59. P. 39–41.
21. Brookfield H. C. On the environment as perceived // *Progress in Geography* / eds. C. Board, et al. London, 1969. P. 39–41.
22. Cuni-Sanchez A., Omeny P., Pfeifer M., Olaka L., Mamo M. B., et al. Climate change and pastoralists: perceptions and adaptation in montane Kenya // *Climate and Development*. 2019. Vol. 11. P. 513–524. DOI: 10.1080/17565529.2018.1454880
23. *Ecosystems and Human Well-being* / eds.: R. T. Watson, A. H. Zakri. Washington: Island Press, 2005. 268 с.
24. Eniolorunda N. B. Climate Change Analysis and Adaptation: The Role of Remote Sensing (Rs) and Geographical Information System (Gis) // *International Journal of Computational Engineering Research*. 2014. Vol. 4. Iss. 1. P. 41–51.
25. Hasanuzzaman M., Bera B., Islam A., Shit P. K. Exploring GIS-based modeling for assessing social vulnerability to Ganga Riverbank erosion, India // *Natural Hazards Research*. 2025. Vol. 5. Iss. 1. P. 134–147. DOI: 10.1016/j.nhres.2024.08.001
26. Ikhumhen H. O., Fang Q., Lu Sh., Meilana L., Lopes N. D. Investigating socio-ecological vulnerability to climate change via remote sensing and a data-driven ranking algorithm // *Journal of Environmental Management*. 2023. Vol. 347. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.119254
27. Islam T., Haque M. ZU., Nath T. K., Karmakar Sh., et al. Perceptions of local communities on climate change and associated impact on livelihood capital in the coastal area of southeastern Bangladesh // *Discover Environment*. 2025. Vol. 3. P. 89. DOI: 10.1007/s44274-025-00302-x
28. Iyeme E. E., Ekah U. J., Njok A. O., Agbo E. P., Offorson G. C. Trend Analysis of Climate Change across Nigeria: A Mann-Kendall and Sen's Approach // *Archives of Current Research International*. 2024. Iss. 24. P. 450–467. DOI: 10.9734/acri/2024/v24i11985
29. Izquierdo A., Schlingmann A. Local perceptions of climate change in the context of socioeconomic and political changes in a High Andean community from the Argentine Puna // *Routledge Handbook of Climate Change Impacts on Indigenous Peoples and Local Communities*. 2023. P. 136–150. DOI: 10.4324/9781003356837-11
30. Kehler S., Birchall J. S. Social vulnerability and climate change adaptation: The critical importance of moving beyond technocratic policy approaches // *Environmental Science & Policy*. 2021. Vol. 124. P. 471–477. DOI: 10.1016/j.envsci.2021.07.025
31. Kemarau R. A., Suab S. A., Eboy O. V., Sa'adi Z., et al. Integrative Approaches in Remote Sensing and GIS for Assessing Climate Change Impacts Across Malaysian Ecosystems and Societies // *Sustainability*. 2025. Iss. 17. P. 1344. DOI: 10.3390/su17041344
32. Kumar A., Devi J. P., Bhaskar D. et al. Perceptions and impacts of climate change in Central India: A study of tribal communities // *Theoretical and Applied Climatology*. 2025. Vol. 156. DOI: 10.1007/s00704-025-05653-2
33. Méndez-Vallejo C., Simpson N. P., Johnson F. X., Birt A. Climate Change 2023: Synthesis Report (Full Volume) Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Switzerland, 2023. 184 pp. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
34. Morris B. S., Chrysochou P., Christensen J. D., Orquin J. L., et al. Stories vs. facts: triggering emotion and action-taking on climate change // *Climatic Change*. 2019. Iss. 154. P. 19–36.
35. Ngute A. S. K., Marchant R., Cuni-Sanchez A. Climate Change, Perceptions, and Adaptation Responses Among Farmers and Pastoralists in the Cameroon Highlands // *Handbook of Climate Change Management* / J. M. Luetz, D. Ayal, eds. Springer, Cham, 2021. P. 1–14. DOI: 10.1007/978-3-030-57281-5_311
36. Ostrom E. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems // *Science*. 2009. Vol. 325. Iss. 5939. P. 419–422. DOI: 10.1126/science.1172133
37. Selje T., Schmid L. A., Heinz B. Community-Based Adaptation to Climate Change: Core Issues and Implications for Practical Imple-

- mentations // *Climate*. 2024. № 12. P. 155. DOI: 10.3390/cli12100155
38. Thomas K., Hardy R. D., Lazrus H., Mendez M., et al. Explaining differential vulnerability to climate change: A social science review // *Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Change*. 2019. Vol. 10. P. e565. DOI: 10.1002/wcc.565
 39. Tabassum S., Alam S. The Effect of Climate Change in Rajshahi, Bangladesh: An Analysis of Seasonal Trends and Their Implications // *International Journal of Environmental Management and Renewable Energy System*. 2025. Vol. 1. № 1. P. 80–97.
 40. Vedwan N., Rhoades R. E. Climate change in the Western Himalayas of India: a study of local perception and response // *Climate Research*. 2001. Vol. 19. P. 109–117. DOI: 10.3354/cr019109
 41. Volkov I. V., Zemtsov V. A., Erofeev A. A., Babenko A. S., Volkova A. I., et al. The dynamic land-cover of the Altai Mountains: Perspectives based on past and current environmental and biodiversity changes // *Ambio*. 2021. Vol. 50. P. 1991–2008. DOI: 10.1007/s13280-021-01605-y
 42. Wannowitz M., Garschagen M. Collective adaptation to climate change // *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2023. Vol. 61. P. 101248. DOI: 10.1016/j.cosust.2022.101248
 43. Yu Cai, Aftab Khan, Minjuan Zhao. Understanding herders' risk perceptions and preferences for climate change adaptations: an empirical study of pre and post disaster // *International Journal of Agricultural Sustainability*. 2025. Vol. 23. DOI: 10.1080/14735903.2025.2493400
 44. Zohner C. M., Mirzaghali L., Renner S. S., Mo L., et al. Effect of climate warming on the timing of autumn leaf senescence reverses after the summer solstice // *Science*. 2023. Vol. 381. Iss. 6653. DOI: 10.1126/science.adf5098
 - pp. 6–21. DOI: 10.18384/2712-7621-2021-3-6-21 (in Russ.).
 3. Bardin M. Yu., Kozlova E. N., Platova T. V., Rankova E. Ya., et al. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii* [Report on the peculiarities of the climate in the Russian Federation for 2024]. Moscow: Roshydromet Publ., 2025. 104 p.
 4. Dirin D. A., Shiyan P. A., Gudkovsky M. V. [Modern ethnocultural differentiation of the territory of the Altai Republic]. In: *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii* [Bulletin of archeology, anthropology and ethnography], 2024, no. 3, pp. 173–187. DOI: 10.20874/2071-0437-2024-66-3-15
 5. Filatkina Yu. E., ed. *Doklad Rossiyskogo ekologicheskogo obshchestva «Adaptatsiya k izmeneniyu klimata: riski i vozmozhnosti»* [Report of the Russian Ecological Society "Adaptation to climate change: risks and opportunities"]. Moscow: VASH FORMAT LLC Publ., 2025. 72 p.
 6. Ermolaeva P. O., Kuznetsova I. B. [Public assessments of the socio-economic consequences of climate change based on materials from the Republic of Tatarstan]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 2018, no. 1, pp. 33–41.
 7. Zhegusov Yu. I., Maksimov T. Kh. [Perception by the population of the impact of climate change on living conditions in a cold region (on the example of the Republic of Sakha (Yakutia)]. In: *Sotsiologicheskkiye issledovaniya* [Sociological research], 2024, no. 9, pp. 145–151. DOI: 10.31857/S0132162524090139 (in Russ.).
 8. Kokorin A. O. *Izmeneniye klimata i yego vozdeystviye na ekosistemy, ekonomiku i ekonomiku rossiyskoy chasti Altaye-Sayanskogo ekoregiona: otsenochnyy doklad* [Climate change and its impact on ecosystems, population and economy of the Russian part of the Altai-Sayan ecoregion: assessment report]. Moscow, 2011. 168 p.
 9. Krasnoyarov B. A., Nazarenko A. E., Plutalova, T. G., Sharabarina S. N., Baryshnikov S. G. [Vulnerability assessment of agrarian-oriented natural and economic systems]. In: *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle* [Izvestia of Irkutsk State University. Series: Earth Sciences], 2024, no. 49, pp. 72–87. DOI: 10.26516/2073-3402.2024.49.72 (in Russ.).
 10. Mandych A. F., Yashina T. V., Artemov I. A., Dekenov V. V. et al. *Sokhraneniye bioraznobraziya v rossiyskoy chasti Altaye-Sayanskogo ekoregiona v usloviyakh izmeneniya klimata*.

REFERENCES

1. Lipka O. N., ed. *Analiz i prognoz izmeneniy klimata v rossiyskoy chasti Altaye-Sayanskogo ekoregiona i na prigranichnykh territoriyakh Kazakhstana i Mongolii* [Analysis and forecast of climate change in the Russian part of the Altai-Sayan ecoregion and in the border areas of Kazakhstan and Mongolia]. Moscow: Vsemirnyy fond dikoy prirody Publ., 2018. 289 p.
2. Ananicheva M. D., Litvinenko T. V., Filipova V. V. [Climate change in the Republic of Sakha (Yakutia) and its impact on the population: instrumental measurements and observations of local residents]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivyye sistemy* [Geographical environment and living systems], 2021, no. 3,

- Strategiya adaptatsii* [Biodiversity conservation in the Russian part of the Altai-Sayan ecoregion under climate change. Adaptation strategy]. Krasnoyarsk, 2012. 62 p.
11. Marchukova O. V., Dirin D. A., Borisenko M. A., Gudkovsky M. V. [Trends in climate change in Gorny Altai in the post-Soviet period]. In: *InterKarto. InterGIS* [InterKarto. InterGIS], 2024, vol. 30, iss. 1, pp. 224–231. DOI: 10.35595 /2414-9179-2024-1-30-224-231
 12. Medvedkov, A. A. [Transformation of "feeding landscapes" and traditional culture of indigenous Siberian populations under climate change]. In: *InterKarto. InterGIS* [InterKarto. InterGIS], 2016, no. 22, pp. 62–70. DOI: 10.24057/2414-9179-2016-1-22-62-70
 13. Mkrtchyan G. M., Blam I. Yu., Kovalev S. Yu., Tselodub Yu. O. The influence of climate on subjective assessments of household well-being in Russia. In: *Region: Ekonomika i Sotsiologiya* [Region: Economics and Sociology], 2017, no. 3, pp. 254–276. DOI: 10.15372/REG20170313
 14. Samoilova G. S. [Landscape structure of the physical and geographical regions of the Altai-Sayan country]. In: *Zemlevedeniye. Sbornik Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. T. XVII* [Land science. Collection of the Moscow Society of Naturalists. Vol. XVII]. Moscow: Moscow University Publ., 1990, pp. 53–66.
 15. Svinoboev A. N., Neustroeva A. B. (2017). Climate change and living conditions in the North in the perception of the indigenous population. In: *Urbanistika* [Urbanistics], 2017, no. 4, pp. 28–39. DOI: 10.7256/2310-8673.2017.4.24619 (in Russ.).
 16. Kharlamova N. F. *Otsenka i prognoz sovremennykh izmeneniy klimata Altayskogo regiona* [Assessment and forecast of modern climate changes in the Altai region]. Barnaul: Altai University Publ., 2013. 156 p.
 17. Ahamed R. A., Mal S., Maharana P. Community perceptions of climate change in Manipur, India. In: *Theoretical and Applied Climatology*, 2025, vol. 156, pp. 92. DOI: 10.1007/s00704-024-05319-5
 18. Alhassan I., Teklehaimanot A., Solomon N., Gufi Y., et al. Perception and trends of climate change: assessing impacts on smallholder farmers and Agro-Pastoral communities in Northern Ethiopia. In: *Discover Agriculture*, 2025, vol. 3, pp. 106. DOI: 10.1007/s44279-025-00272-x
 19. Boori M. S., Voženilek V. Remote Sensing and GIS for Socio-Hydrological Vulnerability. In: *Journal of Geology & Geosciences*, 2014, vol. 3, iss. 3. DOI: 10.4172/2329-6755.1000e115
 20. Brookfield H. C. American Geography and one non-American geographer. In: *GeoJournal*, 2004, vol. 59, pp. 39–41.
 21. Brookfield H. C. On the environment as perceived. In: Board C., et al, eds. *Progress in Geography*. London, 1969. P. 39–41.
 22. Cuni-Sanchez A., Omeny P., Pfeifer M., Olaka L., Mamo M. B., et al. Climate change and pastoralists: perceptions and adaptation in montane Kenya. In: *Climate and Development*, 2019, vol. 11, pp. 513–524. DOI: 10.1080/17565529.2018.1454880
 23. Watson R. T., Zakri A. H., eds. *Ecosystems and Human Well-being*. Washington: Island Press, 2005. 268 c.
 24. Eniolorunda N. B. Climate Change Analysis and Adaptation: The Role of Remote Sensing (Rs) and Geographical Information System (Gis). In: *International Journal of Computational Engineering Research*, 2014, vol. 4, iss. 1, pp. 41–51.
 25. Hasanuzzaman M., Bera B., Islam A., Shit P. K. Exploring GIS-based modeling for assessing social vulnerability to Ganga Riverbank erosion, India. In: *Natural Hazards Research*, 2025, vol. 5, iss. 1, pp. 134–147. DOI: 10.1016/j.nhres.2024.08.001
 26. Ikhumen H. O., Fang Q., Lu Sh., Meilana L., Lopes N. D. Investigating socio-ecological vulnerability to climate change via remote sensing and a data-driven ranking algorithm. In: *Journal of Environmental Management*, 2023, vol. 347. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.119254
 27. Islam T., Haque M. ZU., Nath T. K., Karmakar Sh., et al. Perceptions of local communities on climate change and associated impact on livelihood capital in the coastal area of southeastern Bangladesh. In: *Discover Environment*, 2025, vol. 3, pp. 89. DOI: 10.1007/s44274-025-00302-x
 28. Iyeme E. E., Ekah U. J., Njok A. O., Agbo E. P., Offorson G. C. Trend Analysis of Climate Change across Nigeria: A Mann-Kendall and Sen's Approach. In: *Archives of Current Research International*, 2024, iss. 24, pp. 450–467. DOI: 10.9734/acri/2024/v24i11985
 29. Izquierdo A., Schlingmann A. Local perceptions of climate change in the context of socioeconomic and political changes in a High Andean community from the Argentine Puna. In: *Routledge Handbook of Climate Change Impacts on Indigenous Peoples and Local Communities*, 2023, pp. 136–150. DOI: 10.4324/9781003356837-11
 30. Kehler S., Birchall J. S. Social vulnerability and climate change adaptation: The critical

- importance of moving beyond technocratic policy approaches. In: *Environmental Science & Policy*, 2021, vol. 124, pp. 471–477. DOI: 10.1016/j.envsci.2021.07.025
31. Kemarau R. A., Suab S. A., Ebov O. V., Sa'adi Z., et al. Integrative Approaches in Remote Sensing and GIS for Assessing Climate Change Impacts Across Malaysian Ecosystems and Societies. In: *Sustainability*, 2025, iss. 17, p. 1344. DOI: 10.3390/su17041344
 32. Kumar A., Devi J. P., Bhaskar D. et al. Perceptions and impacts of climate change in Central India: A study of tribal communities. In: *Theoretical and Applied Climatology*, 2025, vol. 156. DOI: 10.1007/s00704-025-05653-2
 33. Méndez-Vallejo C., Simpson N. P., Johnson F. X., Birt A. *Climate Change 2023: Synthesis Report (Full Volume) Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Switzerland, 2023. 184 pp. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
 34. Morris B. S., Chrysochou P., Christensen J. D., Orquin J. L., et al. Stories vs. facts: triggering emotion and action-taking on climate change. In: *Climatic Change*, 2019, iss. 154, pp. 19–36.
 35. Ngute A. S. K., Marchant R., Cuni-Sanchez A. Climate Change, Perceptions, and Adaptation Responses Among Farmers and Pastoralists in the Cameroon Highlands. In: Luetz J. M., Ayal D., eds. *Handbook of Climate Change Management*. Springer, Cham, 2021, pp. 1–14. DOI: 10.1007/978-3-030-57281-5_311
 36. Ostrom E. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. In: *Science*, 2009, vol. 325, iss. 5939, pp. 419–422. DOI: 10.1126/science.1172133
 37. Selje T., Schmid L. A., Heinz B. Community-Based Adaptation to Climate Change: Core Issues and Implications for Practical Implementations. In: *Climate*, 2024, no. 12, pp. 155. DOI: 10.3390/cli12100155
 38. Thomas K., Hardy R. D., Lazrus H., Mendez M., et al. Explaining differential vulnerability to climate change: A social science review. In: *Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Change*, 2019, vol. 10, p. e565. DOI: 10.1002/wcc.565
 39. Tabassum S., Alam S. The Effect of Climate Change in Rajshahi, Bangladesh: An Analysis of Seasonal Trends and Their Implications. In: *International Journal of Environmental Management and Renewable Energy System*, 2025, vol. 1, no. 1, pp. 80–97.
 40. Vedwan N., Rhoades R. E. Climate change in the Western Himalayas of India: a study of local perception and response. In: *Climate Research*, 2001, vol. 19, pp. 109–117. DOI: 10.3354/cr019109
 41. Volkov I. V., Zemtsov V. A., Erofeev A. A., Babenko A. S., Volkova A. I., et al. The dynamic land-cover of the Altai Mountains: Perspectives based on past and current environmental and biodiversity changes. In: *Ambio*, 2021, vol. 50, pp. 1991–2008. DOI: 10.1007/s13280-021-01605-y
 42. Wannowitz M., Garschagen M. Collective adaptation to climate change. In: *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2023, vol. 61, p. 101248. DOI: 10.1016/j.cosust.2022.101248
 43. Yu Cai, Aftab Khan, Minjuan Zhao. Understanding herders' risk perceptions and preferences for climate change adaptations: an empirical study of pre and post disaster. In: *International Journal of Agricultural Sustainability*, 2025, vol. 23. DOI: 10.1080/14735903.2025.2493400
 44. Zohner C. M., Mirzaghali L., Renner S. S., Mo L., et al. Effect of climate warming on the timing of autumn leaf senescence reverses after the summer solstice. In: *Science*, 2023, vol. 381, iss. 6653. DOI: 10.1126/science.adf5098

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дирин Денис Александрович (г. Тюмень) — кандидат географических наук, профессор кафедры физической географии и экологии Школы естественных наук Тюменского государственного университета;
e-mail: d.a.dirin@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-5876-6218

Марчукова Олеся Владимировна (г. Тюмень) — кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и экологии Школы естественных наук Тюменского государственного университета; старший научный сотрудник лаборатории крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы и изменений климата Института природно-технических систем;
e-mail: o.v.marchukova@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-6205-9946

Козлова Диана Анатольевна (г. Ростов-на-Дону) — кандидат исторических наук, доцент кафедры туризма Института туризма, сервиса и креативных индустрий Южного федерального университета;
e-mail: dakozlova@sfedu.ru; ORCID: 0009-0009-0971-1486

Гудковских Мария Владимировна (г. Тюмень) – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и экологии Школы естественных наук Тюменского государственного университета;

e-mail: m.v.gudkovskikh@utmn.ru; ORCID: 0000-0002-3444-2654

Борисенко Максим Александрович (г. Тюмень) – кандидат географических наук, доцент Высшей экологической школы Югорского государственного университета; научный сотрудник кафедры физической географии и экологии Школы естественных наук Тюменского государственного университета;

e-mail: maxi.borisenko@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5821-6689

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Denis A. Dirin (Tyumen) – PhD (Geography), Prof., Department of Physical Geography and Ecology, School of Natural Sciences, Tyumen State University;

e-mail: d.a.dirin@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-5876-6218

Olesya V. Marchukova (Tyumen) – PhD (Geography), Assoc. Prof., Department of Physical Geography and Ecology, School of Natural Sciences, Tyumen State University; Senior Researcher, Laboratory of Large-Scale Interaction of the Ocean, Atmosphere and Climate Change, Institute of Natural and Technical Systems;

e-mail: o.v.marchukova@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-6205-9946

Diana A. Kozlova (Rostov-on-Don) – PhD (History), Assoc. Prof., Department of Tourism, Institute of Tourism, Service and Creative Industries, South Federal University;

e-mail: dakozlova@sfedu.ru; ORCID: 0009-0009-0971-1486

Maria V. Gudkovskikh (Tyumen) – PhD (Geography), Assoc. Prof., Department of Physical Geography and Ecology, School of Natural Sciences, Tyumen State University;

e-mail: m.v.gudkovskikh@utmn.ru; ORCID: 0000-0002-3444-2654

Maxim A. Borisenko (Tyumen) – PhD (Geography), Assoc. Prof., Higher School of Ecology, Yugra State University; Researcher, Department of Physical Geography and Ecology, School of Natural Sciences, Tyumen State University;

e-mail: maxi.borisenko@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5821-6689

Научная статья
УДК 630*181.1(234.853.071)
DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-32-51

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА НА ХРЕБТЕ ЗИГАЛЬГА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

© СС ВУ Григорьев А. А.¹, Ложкин Г. И.², Вьюхин С. О.³,
Чижикова Н. А.⁴, Кудрявцев П. П.⁵

¹ *Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук
г. Екатеринбург, Российская Федерация*

e-mail: grigoriev.a.a@ipae.uran.ru; ORCID: 0000-0002-7446-0654

² *Казанский (Приволжский) федеральный университет*

г. Казань, Российская Федерация

Институт географии РАН

г. Москва Российская Федерация,

e-mail: lozhkin.grig@gmail.com; ORCID: 0009-0004-0962-3658

³ *Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук
г. Екатеринбург, Российская Федерация*

e-mail: sergey.vyuhin@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7173-4878

⁴ *Казанский (Приволжский) федеральный университет*

г. Казань, Российская Федерация

e-mail: nelly.chizhikova@stud.kpfu.ru; ORCID: 0000-0002-9969-9207

⁵ *ФГБУ «Национальный парк «Таганай»*

г. Златоуст, Российская Федерация

e-mail: kudryavcev@taganay.org; ORCID: 0009-0008-0666-156X

Поступила в редакцию 17.05.2025

После доработки 10.08.2025

Принята к публикации 25.08.2025

Аннотация

Цель. Оценка изменения лесопокрываемых площадей на верхнем пределе произрастания древесной растительности на хребте Зигальга (Южный Урал). Создание научно-обоснованного прогноза расширения лесопокрываемых площадей в ближайшем столетии на основе полученных данных о пространственном положении, возрасте, морфометрических параметрах древесных растений.

Процедура и методы. На склонах разной экспозиции и на разной высоте над уровнем моря заложены пробные площади в экотоне верхней границы леса. На пробных площадях с использованием дендрохронологических методов определён возраст 411 деревьев на общей площади 1,1 гектар. На основе отобранных полевых материалов произведена оценка надземной древесной фитомассы, с использованием древесных кернов получены её оценки в прошлом. Созданы модели оценки надземной фитомассы популяции ели сибирской для 2 склонов, где фитомасса в некоторой точке зависит от расстояния до линии раздела склонов и от времени.

Результаты. На Южном Урале, на хребте Зигальга на склонах разных экспозиций в последнем столетии произошел сдвиг верхней границы распространения ели сибирской в сообществе горных тундр и данный процесс происходит в настоящее время. В работе предложена модель, описывающая накопление надземной фитомассы еловых древостоев и продвижение, верхней границы леса вверх в будущем. По полученным прогнозам, горная тундра на перевале между г. Поперечная и г. Лысая зарастёт к 2065–2070 гг.

Теоретическая и/или практическая значимость. Результаты исследования представляют первый опыт моделирования продвижения верхней границы леса в горах Южного Урала и могут быть использованы при решении подобных задач в других горных районах. Полученные данные о пространственном положении деревьев их морфометрических параметрах могут быть использованы для мониторинга их состояния при различных сценариях изменения климата в будущем.

Ключевые слова: надземная фитомасса, моделирование, прогноз динамики верхней границы леса, изменение климата, Южный Урал

Благодарности. Работа выполнена за счёт средств гранта РФФ 24-27-00338 в рамках научного сотрудничества ФГБУН ИЭРиЖ УрО РАН и ФГБУ «Национальный парк «Таганай». Авторы статьи выражают искреннюю благодарность профессору, доктору биологических наук С. Г. Шиятову за мотивацию исследовать хребет Зигальга.

Для цитирования:

Григорьев А. А., Ложкин Г. И., Вьюхин С. О., Чижикова Н. А., Кудрявцев П. П. Моделирование и прогнозирование динамики верхней границы леса на хребте Зигальга (Южный Урал) // Географическая среда и живые системы. 2025. № 3. С. 32–51. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-32-51

Original Article

MODELING AND FORECASTING THE DYNAMICS OF THE UPPER FOREST LIMIT ON THE ZIGALGA RIDGE (SOUTHERN URALS)

© CC BY A. Grigoriev¹, G. Lozhkin², S. Vyukhin³,
N. Chizhikova⁴, P. Kudryavtsev⁵

¹ *Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
Ekaterinburg, Russian Federation
e-mail: grigoriev.a.a@ipae.uran.ru; ORCID: 0000-0002-7446-0654*

² *Kazan (Volga Region) Federal University
Kazan, Russian Federation
Institute of Geography, RAS
Moscow, Russian Federation
e-mail: lozhkin.grig@gmail.com; ORCID: 0009-0004-0962-3658*

³ *Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: sergey.vyuhin@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7173-4878*

⁴ *Kazan (Volga Region) Federal University
Kazan, Russian Federation
e-mail: nelly.chizhikova@stud.kpfu.ru; ORCID: 0000-0002-9969-9207*

⁵ *Taganay National Park
Zlatoust, Russian Federation
e-mail: kudryavcev@taganay.org; ORCID: 0009-0008-0666-156X*

Received 17.05.2025

Revised 10.08.2025

Accepted 25.08.2025

Abstract

Aim. To assess the change in the area of forested lands at the upper limit of tree vegetation growth on the Zigalga Ridge (Southern Urals). To develop a justified forecast of the forest area expansion over the next century using data on the spatial position, age, and morphometric parameters of about 1004 trees.

Methodology. The dendrochronological method was used to derive the age of 411 trees growing on permanent study plots covering an area of 1.1 hectares. The studied plots are in the upper forest line ecotone and differ in exposure and altitude. The current above-ground woody biomass was measured in situ. Woody biomass formed in previous years was assessed using tree cores. Models predicting woody biomass at given locations were developed as functions combining the time of observation and geographic coordinates.

Results. The article presents data on the shift of the upper boundaries of woody vegetation into the mountain tundra communities, observed in the last century on the slopes of various exposures of the Zigalga Ridge in the Southern Urals, and also presents an analysis of how this shift is currently progressing. The paper proposes a model that predicts the

accumulation of aboveground biomass of spruce stands and the movement of the upper forest boundary higher into the mountains in the coming years. The model forecasts that by 1965–2070, the pass between Mount Poperechnaya and Mount Lysaya will likely be covered with dense forest.

Research implications. The results of the study represent the first experience of modeling the advance of the upper forest boundary in the mountains of the Southern Urals and can be used in similar tasks in various mountain systems around the world. The obtained data on the spatial position of trees and their morphometric parameters can be used to monitor the condition of trees under various climate change scenarios in the future.

Keywords: aboveground biomass, modeling, forecast of upper forest line dynamics, climate change, Southern Urals

Acknowledgments. The work was supported by the Russian Science Foundation grant 24-27-00338 within the framework of scientific cooperation between the Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences and Taganay National Park. The authors of the article express their sincere gratitude to Professor S.G. Shiyatov, Doctor of Biological Sciences, for the motivation to study the Zigalga Ridge.

For citation:

Grigoriev A. A., Lozhkin G. I., Vyukhin S. O., Chizhikova N. A., Kudryavtsev P. P. Modeling and forecasting the dynamics of the upper forest limit on the Zigalga ridge (Southern Urals). In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2025, no. 3, pp. 32–51. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-32-51

ВВЕДЕНИЕ

В каждом из последних четырёх десятилетий температура климатической системы была выше, чем в любое предыдущее десятилетие, начиная с 1850 г. [18]. Известно, что на фоне наблюдаемых изменений климата происходит смещение ареалов многих видов растений, произрастающих преимущественно в экстремальных условиях [17; 20]. Одним из наиболее заметных и обсуждаемых проявлений реакции биоты на климатические изменения является продвижение древесной растительности в высокогорные экосистемы [15]. Это связано с тем, что высотное положение верхней границы леса, в первую очередь, обусловлено климатическими факторами и поэтому является высокочувствительным биоиндикатором [3]. Факты смещения древесной растительности в альпийские и тундровые сообщества выявлены во многих горных системах планеты [15; 16]. Предполагается, что данные процессы могут стать серьёзной угрозой для ограниченных по ареалу высокогорных видов, сокращая площадь подходящих для них местообитаний [8]. Поэтому вызванное изменением климата продвижение лесов в горы представляет риск для эндемичных видов. На современном этапе исследова-

ний в данной области значительный интерес представляет не только выявление фактов смещения лесов в горы, но и моделирование, и прогнозирование данных процессов в будущем [9].

Горные тундры – это экосистемы, занимающие в горах Южного Урала крайне незначительные территории [4]. Недавние исследования [6] показали, что в последние десятилетия в горах Южного Урала по сравнению с другими горными провинциями Урала происходило стремительное сокращение площадей, занятых горно-тундровыми сообществами, вследствие продвижения верхней границы древесной и кустарниковой растительности в горы. На многих сравнительно невысоких горных вершинах и перевалах Южного Урала к настоящему времени горные тундры полностью исчезли, и при сохранении существующих тенденций есть реальный риск их исчезновения на значительной части вершин Южного Урала в будущем [4].

Такой хребет, как Зигальга является природным объектом, где в настоящее время сообщества горных тундр занимают самые большие площади среди всех вершин Южного Урала [4]. Потенциально горные тундры хр. Зигальга могут стать одним из рефугиумов по сохранению высокогорных эндемиков Южного Урала (например,

Lagotis uralensis Schischk., *Gypsophila uralensis* Less., *Cerastium krylovii* Schischk. & Gorczak., *Scorzonera glabra* Rupr., *Saussurea uralensis* Lipsch.), если темпы изменения климата и реакция на него растительности усилятся в будущем.

Полученные разновременные пейзажные фотоснимки (рис. 1) наглядно демонстрируют, что здесь также происходят процессы зарастания горных тундр древесной растительностью. В этой связи в настоящем исследовании на примере хр. Зигальга с использованием древесно-кольцевых данных была проведена оценка смещения

верхней границы леса и выполнено моделирование вероятного продвижения леса на территории горной тундры.

Территория исследования находится в пределах Национального парка «Зигальга». Работы производились в районе гор г. Поперечная (1389 м н. у. м., координаты: N 54,648878°; E 58,654820°) и г. Лысяя (1371 м н. у. м., координаты: N 54,646439°; E 58,634778°), составляющих северную часть хр. Зигальга (рис. 2).

В тектоническом отношении хребет Зигальга является частью Зигальгинской свиты, сложен из мономинеральных квар-

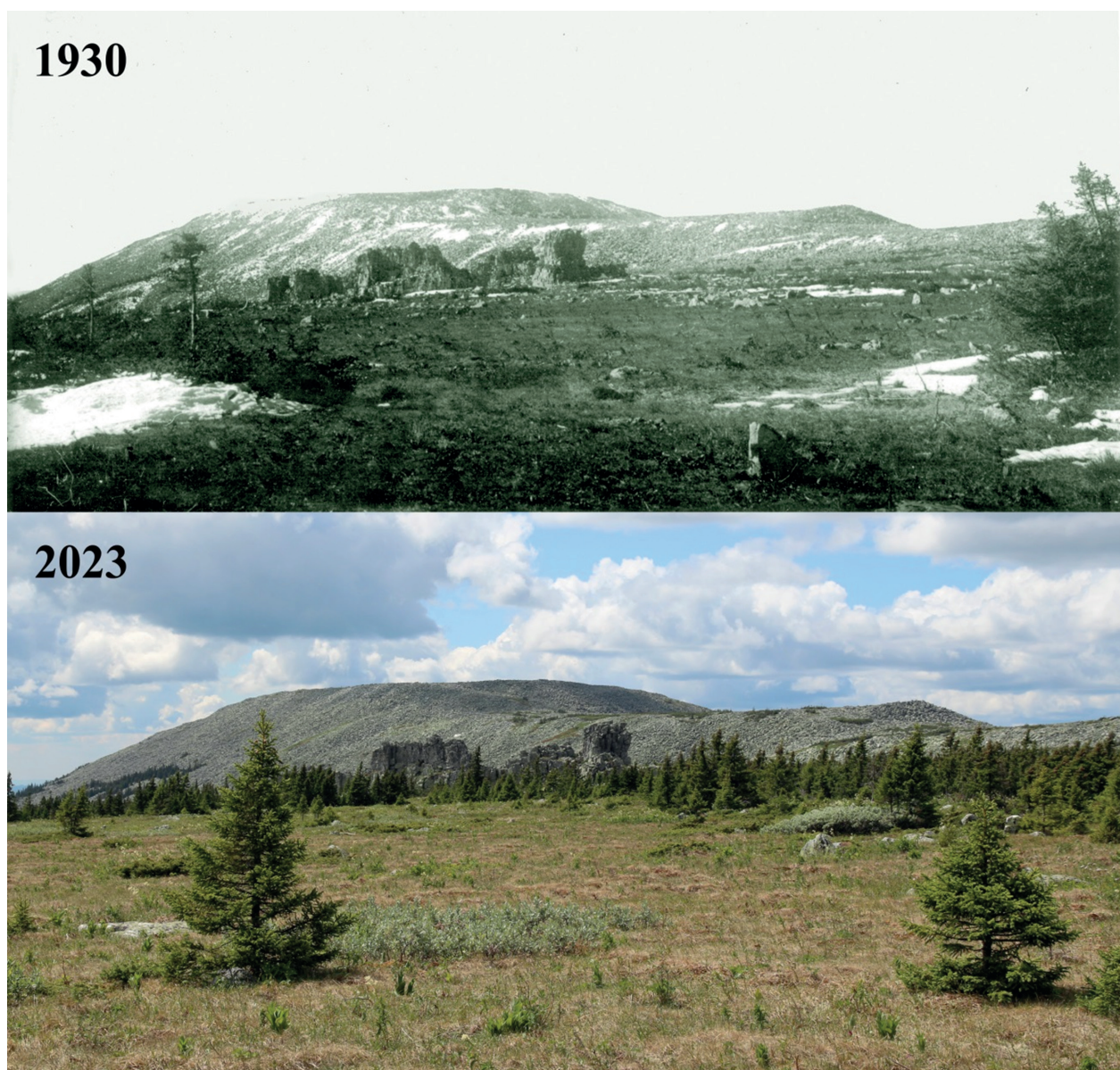


Рис. 1 / Fig. 1. Разновременные фотоснимки, сделанные на хребте Зигальга / Miscellaneous photographs taken on the Zigalga Ridge

Источник: в 1930 г. — фото Л. Н. Тюлиной, в 2023 г. — фото А. А. Григорьева

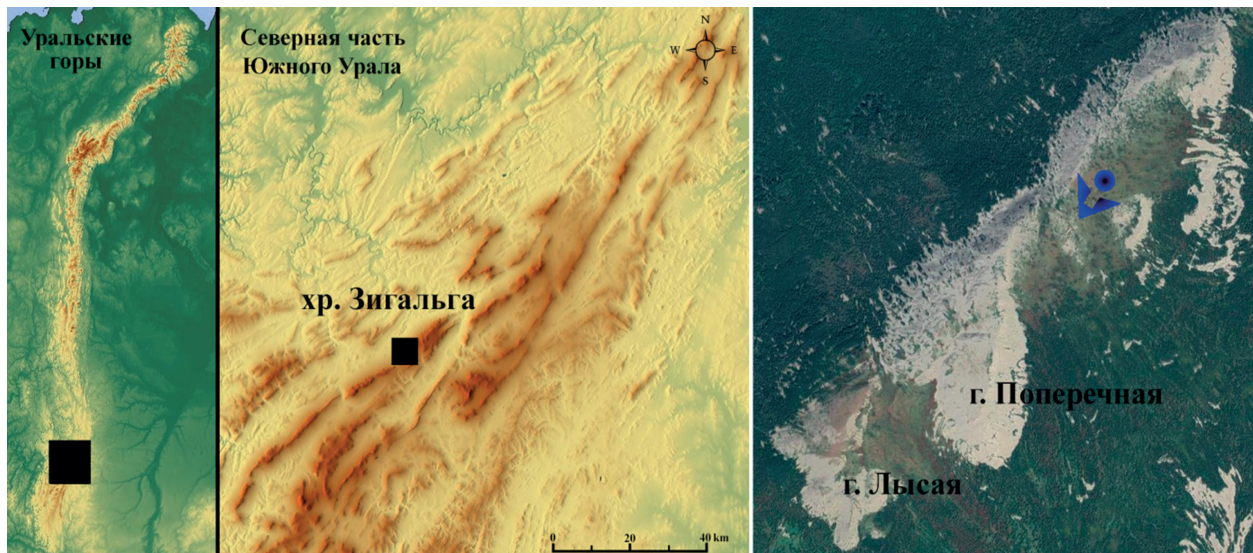


Рис. 2 / Fig. 2. Карта-схема района исследования, синяя точка – место и направление повторной фотосъёмки / Map-scheme of the study area, the blue dot is the location and direction of re-photography

Источник: составлено авторами

цевых песчаников и алевролитов с мало-мощными прослоями глинистых сланцев и конгломератов. Климат в районе исследования умеренно континентальный и характеризуется резкими климатическими контрастами. Количество осадков на Зигальге может достигать 1 000 мм. В июле (самом дождливом месяце) выпадает 90–110 мм. Высота снежного покрова колеблется от 10 см на вершинах и сильно ветрообдуваемых участках – до 200 см и более в подгольцовой зоне и надувах на границе леса. Среднемесячная температура воздуха наиболее жаркого месяца (июль) $+17,0^{\circ}\text{C}$, среднемесячная температура воздуха самого холодного месяца (январь) $-15,9^{\circ}\text{C}$. Абсолютные минимальные температуры могут опускаться до -48°C , а летом подыматься до $+38^{\circ}\text{C}$.

На вершине в местах накопления мелкозема развиты горно-тундровые и дерновые горно-луговые почвы. Низкорослые и разреженные леса подгольцового пояса произрастают на дерновых горно-лесных почвах. Доминирующий древесный вид – *Picea obovata* Ledeb., малочисленно на отдельных участках встречается *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* Ledeb. Выше границы леса на открытых участках в тундре произрастает *Juniperus sibirica* Burgsd., местами формируя сомкнутые заросли. В отличие от других горных вершин Южного Урала,

на границе леса хр. Зигальга не встречается *Larix sibirica* Ledeb. В настоящее время площадь, занимаемая горными тундрами, в районе между г. Лысая и г. Поперечная составляет около 190 га.

Вершины хребта являются одними из самых труднодоступных на всём Южном Урале, здесь никогда не велась пастьба скота и любая другая хозяйственная деятельность. Древесная растительность, произрастающая на обоих высотных профилях, за последние, как минимум, 200 лет не подвергалась воздействию лесных пожаров и других неблагоприятных факторов.

Для параметризации моделей зарастания, а также для оценки возрастной структуры были заложены пробные площади (по высотным профилям) на склонах северо-западной и юго-восточной экспозиции. Отобранный материал был использован для оценки надземной фитомассы ели сибирской на каждой пробной площади, на основе измеренного прироста годичных колец была получена оценка надземной фитомассы для периода с 2010 по 2023 гг.

ЗАКЛАДКА ВЫСОТНЫХ ПРОФИЛЕЙ

В июне 2023 г. в пределах верхней границы древесной растительности, под которым понимается переходный пояс в горах

между верхней границей распространения сомкнутых лесов и отдельных деревьев в тундре [3], было заложено 2 высотных профиля.

Профиль I был заложен на склоне юго-восточной экспозиции в седловине между г. Лысая и г. Поперечная, профиль II — на склоне северо-западной экспозиции г. Лысая (рис. 2). На каждом профиле фиксировалось 3 высотных уровня:

- верхний уровень (уровень «1») — на верхней границе распространения отдельных деревьев в тундре;
- средний уровень (уровень «2») — на верхней границе распространения редин;
- нижний уровень (уровень «3») — на верхней границе распространения редколесий.

На каждом высотном уровне было заложено от 3 до 7 постоянных круговых пробных площадей размером 0,0227 га.

На каждой пробной площади фиксировалось:

- точное местоположение каждого дерева,
- диаметр на основании, диаметр на высоте 1,3 м, диаметр кроны в двух взаимно перпендикулярных направлениях,
- возраст и жизненное состояние.

Помимо этого, определялось точное местоположение и морфометрические параметры кустов можжевельника сибирского, если они произрастали в пределах пробной площади.

Возраст определяли путём взятия образцов древесины (кernов) в основании дерева либо взятием поперечного спила (менее 3 см в диаметре). Каждый образец древесины был наклеен на деревянную основу, зачищен острым лезвием и для лучшей визуализации годичных колец пигментирован зубным порошком. Подсчёт годичных колец и датировку kernов проводили по общепринятой методике [5] в лабораторных условиях. Все образцы древесины измерены на полуавтоматической установке Lintab 5.

Для выявления ложных и выпадающих колец была построена обобщенная древесно-кольцевая хронология по kernам (40 шт.), специально взятым у старых

деревьев в районе исследований. К подросту были отнесены деревья высотой не более 1,5 м и возрастом не старше 30 лет. В случае, если взятые kernы не достигали центра ствола, то для уточнения года формирования центрального кольца производили расчёт недостающих колец при помощи прозрачной пленки с нанесёнными линиями окружностей разного размера. Поскольку возраст подростка выше 0,2 см и диаметром <3–4 см был определён по спилам, взятым на уровне корневой шейки, то он был достоверным в наибольшей степени. Используя возраст таких деревьев и высоту их стволиков, было рассчитано уравнение регрессии зависимости между этими показателями, с помощью которого вычисляли поправки для определения более точного возраста каждого изученного нами дерева, имеющего диаметр >3–4 см. На поперечных дисках и радиальных kernах не были обнаружены следы пожаров (подсушин), также при закладке пробных площадей не наблюдалось значительного количества усохших деревьев. В целом, на общей площади 1,1 га были определены морфометрические параметры 1004 древесных растений, с учётом подростка и крупных кустарников, для 411 деревьев определён возраст.

С использованием отобранного на пробных площадях материала были созданы модели оценки надземной фитомассы популяции ели сибирской для двух склонов. В разработанных моделях надземная фитомасса в некоторой точке зависит от расстояния до линии раздела склонов и от времени.

КАЛИБРОВКА МОДЕЛИ

На основе заложенных в 2023 г. пробных площадей откалиброваны 2 линейные модели — для северо-западного и юго-восточного склонов. С использованием измеренных диаметров ствола и опубликованных ранее [12] аллометрических зависимостей для деревьев ели сибирской, произрастающих в горах Южного Урала, произведён расчёт текущей надземной фитомассы древостоев на каждой пробной площади. На основе данных о ширине го-

дичных колец и измеренных диаметров стволов в 2023 г. определены значения диаметров стволов прошлых лет по методу, описанному в работе П. А. Моисеева с соавторами [19], из которых получены соответствующие значения фитомассы для предыдущих лет по каждой пробной площади. Временной интервал данных калибровки был ограничен периодом 2010–2023 гг., т. к. при смещении по временной оси в прошлое может увеличиваться влияние смертности деревьев на оценку фитомассы.

Для калибровки модели использованы относительные фитомассы пробных площадей, нормированные к максимальной зафиксированной на площадях фитомассе (145 т/га). В связи с существованием ограничений предсказываемой величины (фитомасса не может быть <0 или превышать некоторый предел, определённый ёмкостью среды) оценка фитомассы (p) была определена сигмоидальной функцией вида:

$$p = \frac{1}{(1+e^{-y})} \quad (1),$$

которая асимптотически стремится к 1 при достижении максимальной фитомассы, оцененной по пробным площадям, и к 0 – при достижении минимально возможной фитомассы.

Величина y в уравнении (1) линейно зависит от координат в трёхмерном пространстве и от времени, по аналогии с применением линейных моделей при анализе временных рядов [29]. За единицу измерения времени принят год, начальная точка отсчёта приведена к 2023 г. ($t=0$). Так как одним из условий корректного применения регрессионных моделей яв-

ляется отсутствие мультиколлинеарности [7], мы трансформировали координаты (XYZ), которые были определены для пробных площадей или ячеек сетки по цифровой модели рельефа (ЦМР), в одно значение, соответствующее евклидову расстоянию (d) до ближайшей точки на линии раздела северо-западного и юго-восточного склонов. Полученные значения d были приведены к диапазону от 0 до 1 по принципу «*min-max*» [14], где для точек на линии раздела склонов $d=0$, а для наиболее удалённых $d=1$. Коэффициенты линейной зависимости (a , b , c , уравнения (2) и (3) определены для каждого склона по отдельности (северо-западный и юго-восточный склоны обозначены NW и SE, соответственно) с помощью функции `linear_model.LinearRegression()` библиотеки `scikit-learn` [24].

$$y_{NW} = a_{NW} + b_{NW} * d + c_{NW} * t \quad (2)$$

$$y_{SE} = a_{SE} + b_{SE} * d + c_{SE} * t \quad (3)$$

Принадлежность пробной площади или ячейки сетки одному из склонов определена на основе ЦМР, переведённой в растр со значениями экспозиции склона. С целью создания прогнозов разработан вариант совместной реализации моделей, при котором линейная модель одного склона может предполагать увеличение фитомассы на другом склоне (например, если лес достиг линии раздела с одного склона быстрее, чем с другого). Для таких случаев использована та же модель, но расстояние до линии раздела склонов (d) взято с отрицательным знаком. Таким образом, фитомасса точек каждого склона (p_{NW} или p_{SE}) определена через сумму сигмоидальных кривых:

$$p_{NW} = \frac{1}{(1+e^{-a_{NW}-b_{NW}*d-c_{NW}*t})} + \frac{1}{(1+e^{-a_{SE}+b_{SE}*d-c_{SE}*t})} \quad (4)$$

$$p_{SE} = \frac{1}{(1+e^{-a_{SE}-b_{SE}*d-c_{SE}*t})} + \frac{1}{(1+e^{-a_{NW}+b_{NW}*d-c_{NW}*t})} \quad (5)$$

Для формирования оценки фитомассы в заданной точке в заданный год используется уравнение (4) или (5) в зависимости от принадлежности точки склону северо-западной или юго-восточной экспозиции. В случае, когда $p_{NW} > 1$ или $p_{SE} > 1$, значение

относительной древесной фитомассы принимается равным 1. Линейные коэффициенты и сдвиги, полученные для уравнений (2) и (3), дополнительно скорректированы с учётом уравнений (4) и (5). Для решения задачи оптимизации использована функ-

ция minimize() из модуля scipy.optimize с алгоритмом «Nelder-Mead» [22; 30], в ходе которой был минимизирован квадрат разницы p_{NW} или p_{SE} и оценок фитомассы на пробных площадях. Общая схема моделирования на примере склона северо-западной экспозиции представлена на рис. 3.

ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ

Для верификации полученной модели выполнено сопоставление оценок модели для 1958 г. ($t = -65$) с верхней границей редколесий из топоматериалов 1958 г. (топокарты масштаба 1:25000). Также проведено сравнение модельной древесной фитомассы со слоями опубликованных глобальных моделей оценки наземной фитомассы: (1) модельная фитомасса при $t = -13$ была сравнена со слоем, включающим оценку фитомассы тундры, леса, лугов и пахотных земель для 2010 г. с разрешением 300 м [26; 27]; (2) модельная фитомасса при $t = -3$ была сравнена со слоем оценки наземной древесной фитомассы для 2020 г. с разрешением 30 м [10]. В качестве метрик сравнения оценок фитомассы использованы коэффициент корреляции Спирмена и коэффициент эффективности Нэша-Сатклифа [21], который определен как:

$$CE = 1 - \frac{\sum(x_i - \hat{x}_i)^2}{\sum(x_i - \bar{x})^2} \tag{6}$$

где:

x_i – известное значение предсказываемой величины,

\bar{x} – среднее значение предсказываемой величины,

\hat{x}_i – оценка модели.

Значение CE будет ниже 0 в случаях, когда сумма квадратов разности известных значений и оценок будет выше суммы квадратов разности известных значений со средним значением известной величины. Максимально возможное значение $CE=1$, при котором оценки точно описывают известные значения.

ВОЗРАСТНАЯ И МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ДРЕВОСТОЕВ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА

Средние морфометрические показатели и площадные характеристики еловых и берёзовых древостоев и кустов можжевельника, произрастающих на заложенных высотных профилях, приведены в табл. 1. Наблюдается незначительное (с высокой степенью перекрытия доверительных интервалов) снижение среднего диаметра

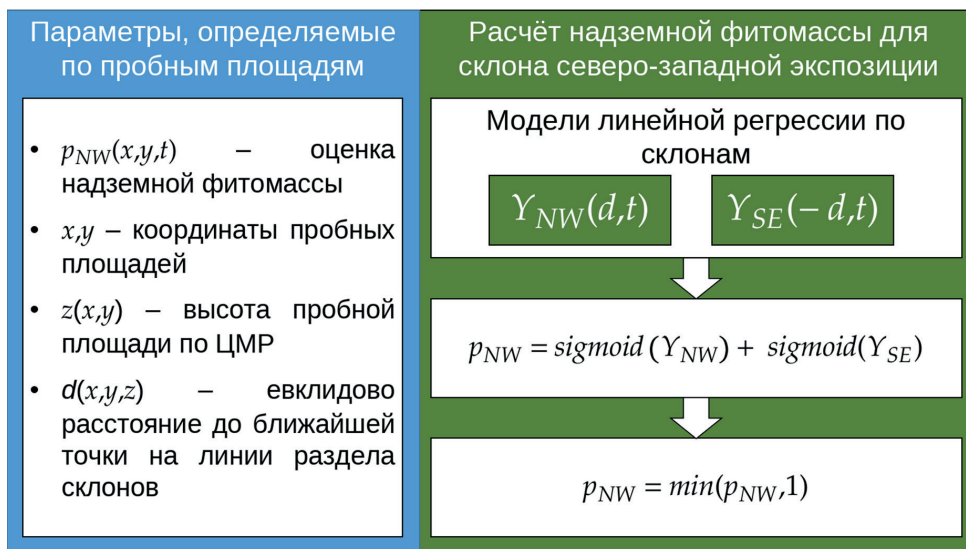


Рис. 3 / Fig. 3. Схема моделирования наземной фитомассы на примере склона северо-западной экспозиции / Scheme of modeling aboveground phytomass using the example for a north-west facing slope

Источник: составлено авторами

Таблица 1 / Table 1

Средние морфометрические показатели и площадные характеристики еловых (PO) и березовых (BP) древостоев и можжевельника (JS), произрастающих на заложенных высотных профилях / Average morphometric indices and area characteristics of spruce (PO) and birch (BP) stands and juniper (JS) growing on the established altitudinal profiles

Профиль и уровень	Экспозиция	Высота над у.м.	Вид	Диаметр на 1.3 м (см)		Высота ствола (м)		Возраст (годы)		Диаметр кроны (м)		Площадь проективного покрытия крон м ² /га	Отпад, шт./га	Густота, шт./га	
				Mean	Max.	Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max			<1.5m	>1.5m
1_1	SE	1290	PO	6.2±4.0	21.9	2.8	9.0	25±10	54	2.2±0.9	5.6	550	0	55	185
			BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			JS	0	0	0.3±0.1	1.8	-	-	1.2±0.2	5.0	396	0	197	
1_2	SE	1265	PO	13.9±6.8	31.0	4.1±1.4	7.5	40±17	89	2.6±1.1	5.0	3329	0	245	585
			BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			JS	0	0	0.6±0.1	0.8	-	-	0.8±0.2	1.7	59	0	44	
1_3	SE	1240	PO	20.3±7.9	67.0	6.5±1.9	11.2	62±24	155	2.8±0.8	4.9	6241	22	0	991
			BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			JS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2_1	NW	1300	PO	5.5±2.2	10.0	2.4±0.7	3.6	37±23	98	1.4±1.0	5.4	1468	44	499	470
			BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			JS	0	0	0.2±0.1	0.5	-	-	0.6±0.1	3.1	226	0	367	
2_2	NW	1265	PO	5.9±3.5	16.0	2.8±1.1	5.4	30±17	90	1.5±0.7	3.3	1806	0	646	1013
			BP	3.5±2.7	10.0	2.4±0.8	4.8	-	-	1.5±0.9	3.7	690	0	102	352
			JS	0	0	0.2±0.1	0.5	-	-	0.6±0.1	1.8	123	0	294	
2_3	NW	1230	PO	15.6±7.5	37.0	7.5±2.9	17.0	78±32	148	2.5±0.9	4.7	6799	44	235	1292
			BP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			JS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Источник: составлено авторами

тра кроны, при продвижении от низких площадок к высоким. По большинству измеренных показателей зафиксировано уменьшение при продвижении в гору, особенно по площади проективного покрытия крон и густоте древостоев. Обнаруженная закономерность обусловлена, с одной стороны, большей долей молодых деревьев на высоких уровнях, а с другой — худшими условиями произрастания при приближении к перевалу. Помимо этого, отмечены различия для 2 склонов. Например, на уровне «2», который расположен на одной и той же абсолютной высоте на обоих склонах, все измеренные параметры для северо-западного склона ниже, чем для юго-восточного, что, скорее всего,

связано с разной теплообеспеченностью склонов.

Берёзы произрастают на заложенных высотных профилях в минимальном количестве. Можжевельник сибирский в большем количестве произрастает на верхних высотных уровнях, на средних уровнях единично, в редколесьях на нижних уровнях обоих профилей не встречается.

В связи с тем, что доминирующим древесным видом является ель сибирская на обоих высотных профилях, дальнейший анализ возрастной структуры приводится только по данному древесному виду (рис. 3).

Частотные гистограммы (рис. 3) свидетельствуют, что закономерности массового заселения деревьев имели свои от-

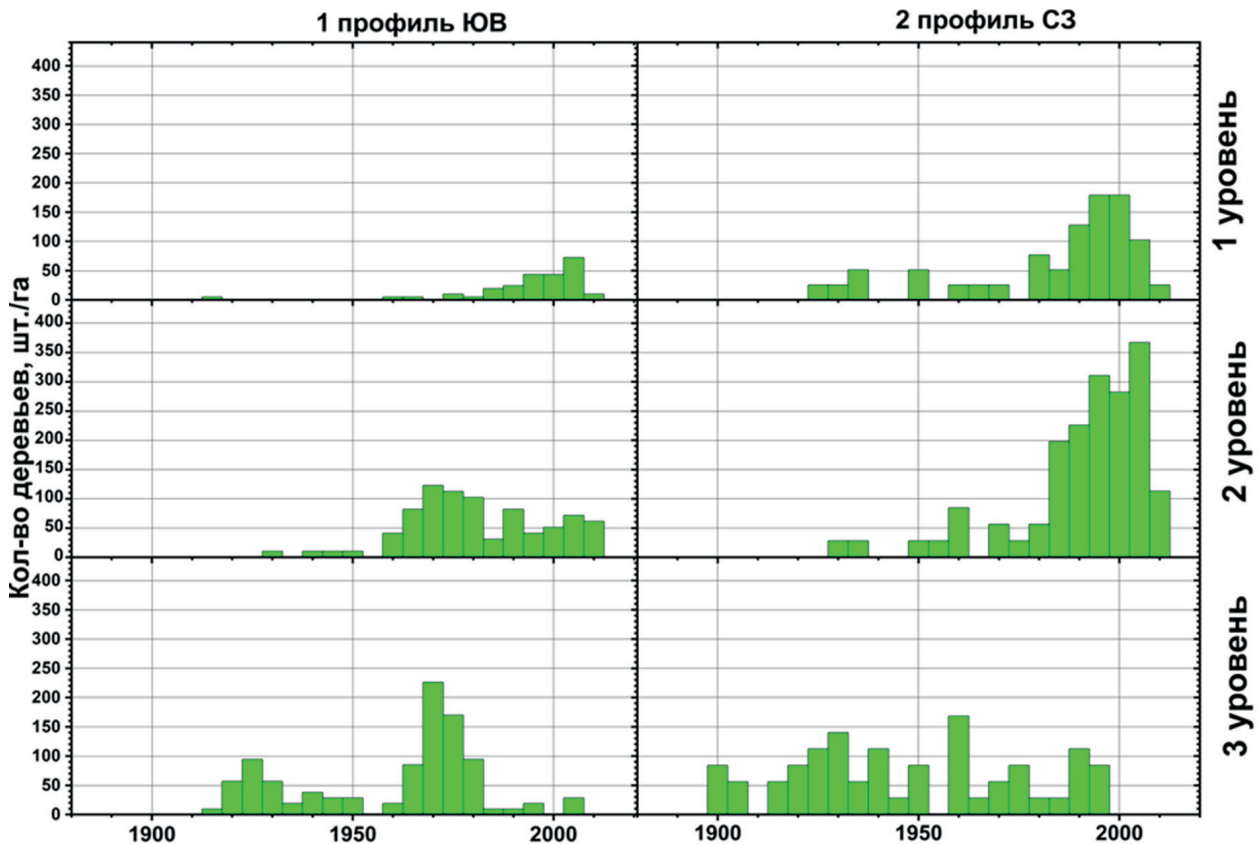


Рис. 3 / Fig. 3. Распределение количества деревьев ели сибирской по периодам их появления на заложенных высотных профилях / Distribution of the number of Siberian spruce trees by periods of their appearance on the laid altitude profiles

Источник: составлено авторами

личительные особенности. На профиле I первые деревья ели стали заселяться на нижнем уровне в начале XX в. – в период с 1920 по 1935 гг. На среднем высотном уровне несколько позднее, период наиболее массового заселения происходил с 1960 по 1980 гг. На верхнем уровне большая часть деревьев стала появляться после 1970-х гг. По возрастной структуре древостоев данного профиля можно выделить 3 чётко выраженных периода массового заселения деревьев: с 1920 по 1935 гг., с 1960 по 1985 гг., с 1990 по 2010 гг.

На профиле II деревья ели заселялись по иному сценарию. Первые деревья на исследованном участке склона появились в конце XIX в. – начале XX в. на ниж-

нем высотном уровне. Период массового заселения здесь происходил с 1915 по 1940 гг. и с 1990 по 2000 гг. На среднем уровне первые деревья появились в 1930-х гг., наиболее массово на данном высотном уровне деревья заселялись в период с 1985 по 2010 гг. На верхнем высотном уровне деревья заселялись по схожему сценарию со средним высотным уровнем.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СДВИГА ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА

В результате калибровки моделей (4) и (5) были получены модели со следующими коэффициентами:

$$p_{NW} = \frac{1}{(1+e^{3.437-8.858*d-0.058*t})} + \frac{1}{(1+e^{3.904+4.808*d-0.080*t})} \quad (7)$$

$$p_{SE} = \frac{1}{(1+e^{3.904-4.808*d-0.080*t})} + \frac{1}{(1+e^{3.437+8.858*d-0.058*t})} \quad (8)$$

Так же, как и при калибровке, в случае, когда $p_{NW} > 1$ или $p_{SE} > 1$, значение относительной древесной фитомассы принимается равным 1. Для сравнения полученных оценок фитомассы с другими источниками выполнен обратный перевод из относительных величин в т/га.

Метрики валидации моделей, основанные на сравнении модельных оценок фитомассы с полевыми данными, приведены в табл. 2. Для обоих склонов получен высокий значимый коэффициент корреляции Спирмена, а также положительные значения SE .

Рассчитаны значения остатков через разницу между оценками фитомассы (по материалам из пробных площадей) и оценками моделей (7) и (8). Несмотря на ненормальное распределение остатков (p -value теста Шапиро < 0.05 ; [25]), медиана остатков либо незначимо отличается от 0 (p -value теста Вилкоксона < 0.05 ; [31]) либо отличается значимо, но на относительно небольшую величину, как на северо-западном склоне, где имеет место небольшая недооценка фитомассы (-4.589 т/га, что составляет 3.16% от максимальной фитомассы). Коэффициент корреляции Спирмена не выявил значимой связи между остатками и временем. Для юго-восточного склона имеет место слабая, но статистически значимая корреляция (-0.272) между удалённостью от склона и ошибкой,

можно предположить, что на самых удаленных площадках юго-восточного склона модель занижает оценки фитомассы.

Перед верификацией моделей по данным глобальных моделей биомассы было произведено сравнение обоих источников (за 2010 г. и 2020 г. [10; 26]) с оценками фитомассы, полученным по пробным площадям с использованием древесных кернов. Результаты сравнения приведены в табл. 3. Для обоих наборов получен значимый коэффициент корреляции, но биомассы по оценкам глобальной модели 2020 г. [10] больше согласуются с оценками древесной биомассы пробных площадей, так как SE в этом случае выше 0. Для более детального анализа мы разделили сравниваемые показатели по уровням сомкнутости (независимо от экспозиции склона). Для каждого уровня была рассчитана разница между оценкой фитомассы пробных площадей и оценками глобальных моделей.

Так как мы не можем отвергнуть гипотезу о нормальности распределения (p -value теста Шапиро > 0.05), значимость отличия среднего от 0 для разности по каждому уровню сомкнутости определялась с использованием теста Стьюдента. При повышении сомкнутости леса глобальная модель фитомассы 2010 г. [26] сильнее недооценивает значения древесной фитомассы, ошибка значимо не отли-

Таблица 2 / Table 2

Сравнение оценок фитомассы моделей и площадок / Comparison of model and site phyto-mass estimates

Показатель	Склон NW	Склон SE
Коэффициент корреляции Спирмена	0.912	0.909
p -value для коэффициента корреляции Спирмена	< 0.001	< 0.001
SE	0.633	0.703
p -value теста Шапиро для остатков	< 0.001	< 0.001
Медианное значение остатков (т/га)	-4.589	0.522
p -value теста Вилкоксона для остатков	< 0.01	0.104
Коэффициент корреляции Спирмена между ошибками и t	-0.106	-0.013
p -value коэффициента корреляции Спирмена между ошибками и t	0.254	0.845
Коэффициент корреляции Спирмена между ошибками и d	0.154	-0.272
p -value коэффициента корреляции Спирмена между ошибками и d	0.098	< 0.001

Источник: составлено авторами

Таблица 3 / Table 3

Сравнение оценок биомассы глобальных моделей с наземными измерениями пробных площадей / Comparison of global model biomass estimates with ground-based measurements of sample areas

Показатель	Модель 2010 (Spawn, Gibbs, 2020)	Модель 2020 (Duncanson et al., 2020)
<i>CE</i>	-0.780	0.228
Коэффициент корреляции Спирмена	0.402	0.524
p-value для коэффициента корреляции Спирмена	<0.05	<0.01
p-value теста Шапиро для разницы (сомкнутый лес, уровень 3)	0.843	0.710
p-value теста Шапиро для разницы (открытый лес, уровень 2)	0.594	0.135
p-value теста Шапиро для разницы (отдельные деревья, уровень 1)	0.884	0.383
Среднее значение разницы (сомкнутый лес, уровень 3), т/га	-75.859	-33.578
Среднее значение разницы (открытый лес, уровень 2), т/га	-28.961	4.373
Среднее значение разницы (отдельные деревья, уровень 1), т/га	-0.659	20.587
p-value теста Стьюдента (сомкнутый лес, уровень 3)	<0.001	<0.05
p-value теста Стьюдента (открытый лес, уровень 2)	0.00012	0.544
p-value теста Стьюдента (отдельные деревья, уровень 1)	0.478	<0.01

Источник: составлено авторами

чается от 0 только на площадках верхнего уровня. Оценки наземной биомассы в соответствии с глобальной моделью 2020 г. [10] не отличаются значимо от 0 только на участках с среднего уровня, для остальных уровней сомкнутости глобальная модель 2020 г. либо переоценивает, либо недооценивает наземную древесную фитомассу.

На рис. 4а представлено наложение результатов предлагаемой в данной работе модели (уравнения 7 и 8) древесной фитомассы для 2022 г. и оценки фитомассы по пробным площадям, заложенным в начале лета 2023 г. На рис. 4б показана реализация модели для 1958 г., на которую наложены верхние границы редколесий (ВГР) 1958 г., соответствующих контуру второго уровня сомкнутости.

На рис. 4с и 4д рассчитана разница между результатом модели с данными глобальных моделей биомассы для 2010 г. и 2020 г. [10; 26], соответственно. В участках с предполагаемым сомкнутым лесом оценка модели значительно превышает значения обоих растров глобальных моделей, а в участках с тундрой оценка модели ниже, чем указывают глобальные модели. Близкая к 0 разница фрагментарно отмечена в переходной зоне.

Согласно табл. 2 обе глобальные модели недооценивают фитомассу сомкнутого леса по сравнению с оценкой из пробных площадей, вероятно с этим связаны существенные отличия с сомкнутым лесом и отрицательные значения *CE* при сравнении модели с обоими растрами глобальных моделей. При этом в обоих случаях сравнения модельной биомассы с оценками глобальных моделей 2010 г. и 2020 г. получены высокие значимые коэффициенты корреляции Спирмена.

С помощью разработанной модели выполнен прогноз изменения древесной фитомассы, по которому перевал на хребте Загильга покроется сомкнутым лесом ориентировочно к 2065–2070 гг. На рис. 5 отображены прогнозируемые контуры верхней границы сомкнутого леса для разных лет (граница определена по среднему значению фитомассы на пробных площадях уровня «3» для 2022 г., которое составило 95.27 т/га).

ОБСУЖДЕНИЕ

Основываясь на полученных линейных коэффициентах (уравнения 7 и 8), мы предполагаем, что деревья склона севе-

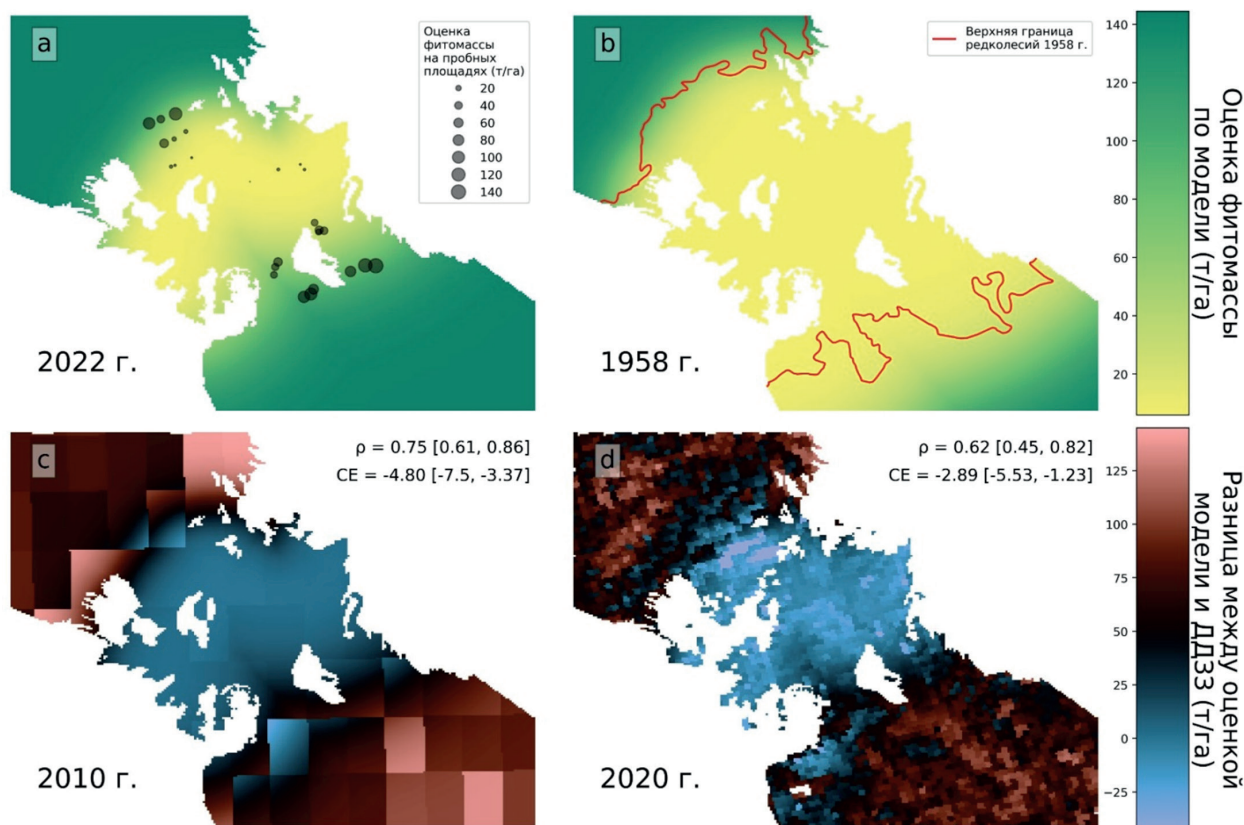


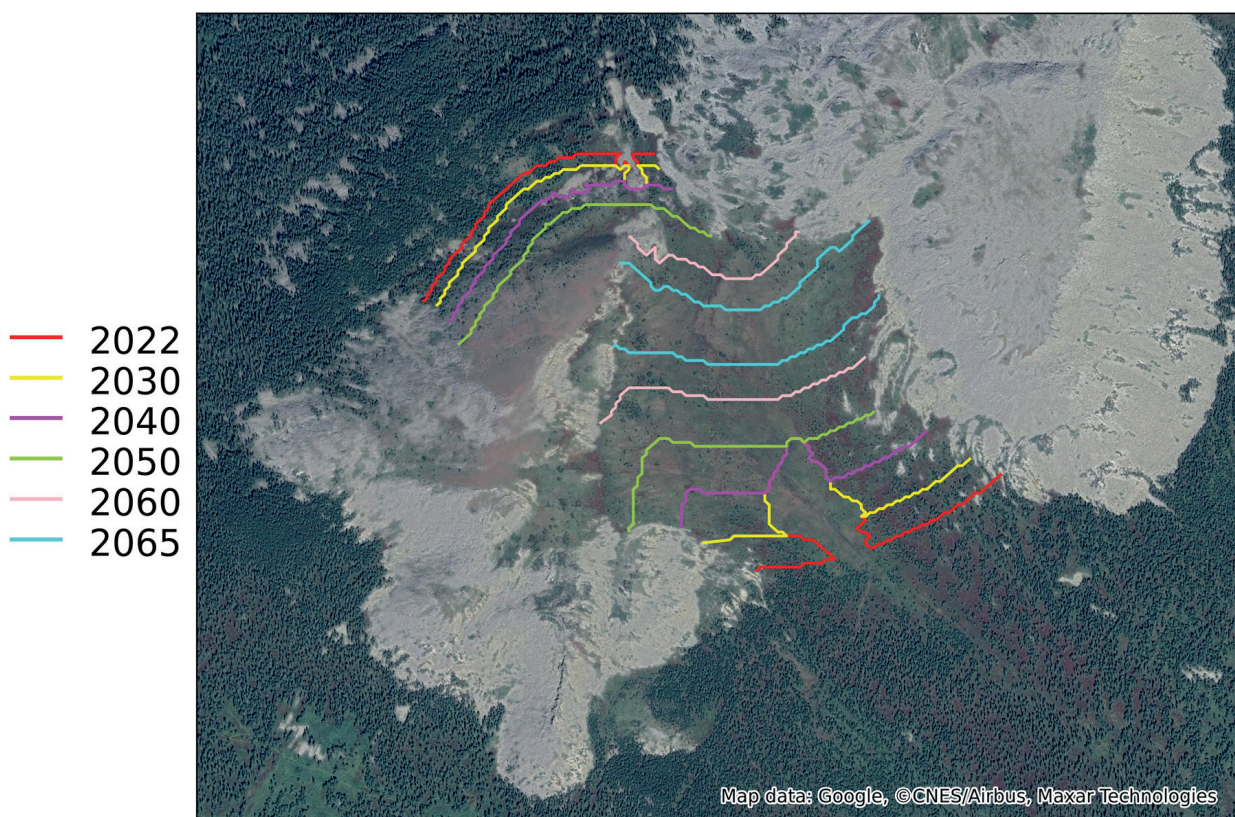
Рис. 4 / Fig. 4. Реализация модели для разных лет. а) 2022 г., сопоставление с биомассой площадок, заложенных летом 2023 г. (пунсоны); б) Реализация модели для 1958 г. с наложением на верхние границы редколесий из топоматериалов 1958 г. (изолиния); в) Разница между оценкой фитомассы по модели и глобальной модели 2010 г.; д) Разница между оценкой фитомассы по модели и глобальной модели 2020 г. Для в) и д) также указаны коэффициент корреляции Спирмена и СЕ с доверительными интервалами (95%) / Model realization for different years: а) 2022, comparison with biomass of sites laid down in summer 2023 (punsons); б) Model realization for 1958, overlaid with the upper limits of sparse forests from 1958 topos (isoline); в) Difference between the model phytomass estimate and the 2010 global model; д) Difference between model phytomass estimate and global model 2020. Spearman's correlation coefficient and CE with confidence intervals (95%) are also shown for в) and д)

Источник: в – [25]; д – [5]

ро-западной экспозиции с большей скоростью заполняют новое пространство по сравнению с юго-восточным склоном, но деревья юго-восточного склона показывают более высокую скорость накопления фитомассы во времени. Отмечено, что наиболее заметный переход от высоких значений фитомассы к низким значениям по предлагаемой в данной работе модели наблюдается в местах заложения пробных площадей уровня «2» (рис. 4а), что согласуется с принципом закладки пробных площадей (при котором среднему уровню соответствует резкий переход между лесом и тундрой).

Для склона северо-западной экспозиции удалось получить сопоставимую по

пространственному и высотному положению верхнюю границу редколесий из топоматериалов границу (рис. 4б). Для юго-восточного склона предлагаемая модель недооценила значения фитомассы на высоком удалении от линии раздела склонов (рис. 4б), что также было зафиксировано на шаге калибровки модели. По нашему предположению, это может быть связано с высокими показателями диаметра стволов елей юго-восточного склона по сравнению с северо-западным (табл. 1), как в абсолютных значениях, так и при делении среднего диаметра на средний возраст деревьев на каждом уровне, который можно рассматривать как показатель, пропорциональный скорости радиального прироста.



Примечание: Линии определены по среднему значению фитомассы на пробных площадях 3-го уровня для 2022 г. (95.27 т/га)

Рис. 5 / Fig. 5. Прогноз зарастания тундры вдоль перевала на хр. Зигальга / Forecast of tundra overgrowth along the pass on the Zigalga Ridge

Источник: составлено авторами

Можно считать, что построенная модель согласуется с глобальными моделями [10; 26] в разделении лесопокрытых площадей от горной тундры (получены высокие значимые коэффициенты корреляции Спирмена), но сами значения фитомассы не совпадают (отрицательные значения SE , рис. 4с–d). Это может быть связано как с неточностями предлагаемой модели, так и с ошибками в глобальных моделях: из всех представленных источников верификации самым достоверным, вероятно, являются топоматериалы, так как значения SE глобальных моделей при сравнении с оценками фитомассы пробных площадей низкие либо ниже 0 (табл. 3).

Как было показано выше, по полученным прогнозам, перевал между г. Лысая и г. Поперечная на хр. Зигальга может зарости к 2065–2070 гг. Мы считаем данный прогноз правдоподобным, т. к. в верхних точках перевала уже зафиксированы отдельные особи ели сибирской: пробные

площади верхних уровней в 2023 г. заложены в окрестностях линии раздела склонов. Поэтому мы считаем, что климатические условия уже не являются лимитирующим фактором распространения ели сибирской в горную тундру, что обуславливает применимость моделей без прямого учёта различных сценариев изменения климата в будущем. В связи с этим, мы выполняем прогноз на основе модели, экстраполирующей наблюдаемые по пробным площадям тенденции продвижения леса.

Согласно полученному прогнозу, вертикальная скорость смещения верхней границы сомкнутого леса составляет 1.038 м/г на склоне юго-восточной экспозиции и 1.5480 м/г на склоне северо-западной экспозиции. Полученные оценки попадают в верхнюю часть доверительного интервала оценки скорости вертикального смещения верхней границы сомкнутого леса на Южном Урале из работы Ф. Хагедорна с соавторами [13] с 1955 по 1985 гг.

Кроме этого, полученные показатели близки к оценке скорости вертикального смещения верхней границы ели из работы П. Жанга с соавторами [32] для сценария SSP585 1.12 м/г, предполагающего высокую степень антропогенной эмиссии парниковых газов. Таким образом, можно охарактеризовать предполагаемые темпы заполнения тундрового участка на перевале хр. Зигальга как высокие.

Процессы смещения леса в горы могут привести к уменьшению биоразнообразия высокогорной растительности, в частности, к снижению альфа- и бэта-разнообразия тундровых и луговых сообществ, а также к изменению структуры высокогорных ландшафтов [23]. В отдельных регионах изменение климата может привести к локальному вымиранию, являющемуся результатом конкурентной замены медленно растущих, устойчивых к стрессу альпийских видов более энергичными универсальными видами [28]. Данные, представленные в таблице 1 свидетельствуют, что

в немалом количестве на обоих высотных профилях произрастает можжевельник сибирский (преимущественно стланиковой формы). В большем количестве он фиксируется на верхних уровне, в меньшем — на средних уровнях, и не отмечается в сомкнутых еловых древостоях на нижних уровнях. Наблюдаемая закономерность ранее описывалась в литературе для высокогорий Южного Урала [11]. Данное обстоятельство обусловлено тем, что можжевельник не выдерживает конкуренции с елью и постепенно при смыкании крон деревьев погибает. В связи с этим при прогнозируемом полном зарастании перевала между г. Лысая и г. Поперечная к 2070 г. можно ожидать локальное вымирание, как минимум, можжевельника сибирского на этих участках (рис. 6.).

Вероятно, в будущем при продвижении леса и формировании сомкнутых древостоев на перевале хр. Зигальга можно ожидать и сокращение численности отдельных тундровых видов беспозвоночных



Рис. 6 / Fig. 6. Можжевельник сибирский стланиковой формы роста (на переднем плане) на «седловине» между г. Поперечная и г. Лысая. По полученному прогнозу, эта территория к 2065–2070 гг. зарастёт сомкнутым еловым лесом / Siberian juniper of stlanic form of growth (in the foreground) on the “saddle” between Poberezhnaya and Lysaya. According to the forecast, this area will be overgrown by 2065–2070 by a closed spruce forest

Источник: фото А. А. Григорьева

и травянистых растений, но для объективной оценки этого природного процесса требуются дополнительные длительные мониторинговые исследования.

Следует отметить, что некоторое продвижение и увеличение сомкнутости древесной растительности отмечается также и в районах с более континентальным климатом. Например, подобные процессы фиксируются на курумных россыпях в западной части Среднесибирского плоскогорья, что может свидетельствовать об изменении мерзлотных условий [1; 2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последнее столетие в горах Южного Урала на хр. Зигальга происходила интенсивная экспансия ели сибирской в сообщества горных тундр. С использованием данных морфометрических параметров, пространственного положения и возраста 411 деревьев ели предложена модель, предсказывающая значение надземной фитомассы деревьев ели сибирской в экотоне верхней границы леса в будущем. Показан способ учёта данных пробных площадей для калибровки моделей, в которой учтены особенности двух склонов. Установлено, что деревья склона северо-западной экспозиции с большей скоростью заполняют новое пространство по сравнению с юго-западным склоном, но деревья юго-западного склона показывают более высокую скорость накопления фитомассы по времени. Результаты модели согласуются с верхними границами редколесий 1959 г. для северо-западного склона, но несколько недооценивают значения фитомассы на юго-восточном склоне. По полученной модели перевал между г. Лысая и г. Поперечная на хр. Зигальга зарастет сомкнутым еловым древостоем к 2065–2070 гг.

Результаты исследования могут быть использованы при моделировании и прогнозировании климатогенной трансформации высокогорных экосистем, как на других горных вершинах Южного Урала, так и горных системах мира.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высоцкая А. А., Медведков А. А. Климатогенные изменения ландшафтов курумов на западе Среднесибирского плоскогорья в зональных условиях средней тайги // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2024. № 4. Р. 17–29. DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.79.4.2.
2. Высоцкая А. А., Медведков А. А. Климатогенное «позеленение» курумных ландшафтов в долине нижнего течения реки Подкаменная Тунгуска // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28. № 1. С. 305–313. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-305-313
3. Горчаковский П. Л., Шиятов С. Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. М.: Наука, 1985. 208 с.
4. Григорьев А. А., Шалаумова Ю. В., Терентьева М. В., Вьюхин С. О., Балакин Д. С., Моисеев П. А. Горные тундры Южного Урала: современное распространение и угроза исчезновения в XXI веке // Географическая среда и живые системы. 2024. № 3. С. 26–46. DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-26-46
5. Шиятов С. Г., Ваганов Е. А., Кирдянов А. В., Круглов В. Б., и др. Методы дендрохронологии. Красноярск: КрасГУ, 2000. 80 с.
6. Шиятов С. Г., Моисеев П. А., Григорьев А. А. Фотомониторинг древесной и кустарниковой растительности в высокогорьях Южного Урала за последние 100 лет. Екатеринбург, 2020. 191 с.
7. Daoud J. I. Multicollinearity and Regression Analysis // Journal of Physics Conference Series. 2017. Vol. 1. № 949. P. 012009. DOI: 10.1088/1742-6596/949/1/012009
8. Dirnböck T., Essl F., Rabitsch W. Disproportional risk for habitat loss of high-altitude endemic species under climate change // Global Change Biology. 2011. Vol. 2. № 17. P. 990–996. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2010.02266.x
9. Dullinger S., Dirnböck T., Grabherr G. Modelling climate change-driven treeline shifts: Relative effects of temperature increase, dispersal and invasibility // Journal of Ecology. 2004. Vol. 2. № 92. P. 241–252. DOI: 10.1111/j.0022-0477.2004.00872.x
10. Duncanson L., Montesano P. M., Neuenchwander A., Thomas N., Mandel A., et al. Aboveground Biomass Density for High Latitude Forests from ICESat-2, 2020/2023. DOI: 10.3334/ORNLDAAC/2186
11. Grigoriev A. A., Mikryukov V. S., Shalaumova Yu. V., Moiseev P. A., Vuykhin S. O., et al. Struggle zone: alpine shrubs are limited in the

- Southern Urals by an advancing treeline and insufficient snow depth // *Journal of Forestry Research*. 2024. Vol. 97. № 35. DOI: 10.1007/s11676-024-01745-3
12. Hagedorn F., Dawes M. A., Bubnov M. O., Devi N. M., Grigoriev A. A., et al. Latitudinal decline in stand biomass and productivity at the elevational treeline in the Ural mountains despite a common thermal growth limit // *Journal of Biogeography*. 2020. Vol. 8. № 47. P. 1827–1842. DOI: 10.1111/jbi.13867
 13. Hagedorn F., Shiyatov S. G., Mazepa V. S., et al. Treeline advances along the Urals mountain range – driven by improved winter conditions? // *Global Change Biology*. 2014. Vol. 11. № 20. P. 3530–3543. DOI: 10.1111/gcb.12613
 14. Han J., Kamber M., Pei J. "Data Transformation and Data Discretization". *Data Mining: Concepts and Techniques* // Elsevier. 2012. P. 111–118. DOI: 10.1016/C2009-0-61819-5
 15. Hansson A., Dargusch P., Shulmeister J. A review of modern treeline migration, the factors controlling it and the implications for carbon storage // *Journal of Mountain Science*. 2021. Vol. 18. P. 291–306. DOI: 10.1007/s11629-020-6221-1
 16. Harsch M. A., Hulme P. E., McGlone M. S., Duncan R. P. Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming // *Ecology Letters*. 2009. № 12. P. 1040–1049. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2009.01355.x
 17. Körner C. *Alpine treelines. Functional Ecology of the Global High Elevation Tree Limits*. Berlin: Springer, 2012. 220 p.
 18. Masson-Delmotte V., et al., eds. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. United Kingdom, NY, 2021. P. 3–32.
 19. Moiseev P. A., Hagedorn F., Balakin D. S., Bubnov M. O., Devi N. M., et al. Stand Biomass at Treeline Ecotone in Russian Subarctic Mountains Is Primarily Related to Species Composition but Its Dynamics Driven by Improvement of Climatic Conditions // *Forests*. 2022. Vol. 13. P. 254. DOI: 10.3390/f13020254
 20. Myers-Smith I. H., Forbes B. C., Wilkening M., Hallinger M. Shrub expansion in tundra ecosystems: dynamics, impacts and research priorities // *Environmental Research Letters*. 2011. № 6. P. 1–15. DOI: 10.1088/1748-9326/6/4/045509
 21. Nash J. E., Sutcliffe J. V. River flow forecasting through conceptual models part I – A discussion of principles // *Journal of Hydrology*. 1970. Vol. 10. № 3. P. 282–290.
 22. Nelder J. A., Mead R. A Simplex Method for Function Minimization // *The Computer Journal*. 1965. Vol. 4. № 7. P. 308–313.
 23. Pauli H., Gottfried M., Dullinger S., et al. Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits // *Science*. 2012. № 336. P. 353–355. DOI: 10.1126/science.1219033
 24. Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A., et al. *Scikit-learn: Machine Learning in Python* // *Journal of Machine Learning Research*. 2011. № 12. P. 2825–2830. DOI: 10.48550/ARXIV.1201.0490
 25. Shapiro S. S., Wilk M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples) // *Biometrika*, 1965. Vol. 52. P. 591–611. DOI: 10.2307/2333709
 26. Spawn S. A., Gibbs H. K. *Global Aboveground and Belowground Biomass Carbon Density Maps for the Year 2010*. Oak Ridge, 2020. DOI: 10.3334/ORNLDAAC/1763
 27. Spawn-Lee S. A., Sullivan C. C., Lark T., Gibbs H. Harmonized global maps of above and belowground biomass carbon density in the year 2010 // *Scientific Data*. 2020. Vol. 1. № 7. DOI: 10.1038/s41597-020-0444-4
 28. Steinbauer M. J., Grytnes J. A., Jurasinski G., et al. Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming // *Nature*. 2018. № 566. P. 231–236. DOI: 10.1038/s41586-018-0005-6
 29. Toner W., Darlow L. An Analysis of Linear Time Series Forecasting Models // *Proceedings of Machine Learning Research*. 2024. Vol. 235. P. 48404–48427. DOI: 10.48550/arXiv.2403.14587
 30. Virtanen P., Gommers R., Oliphant T. E., et al. *SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python* // *Nature Methods*. 2020. Vol. 17. № 3. P. 261–272. DOI: 10.1038/s41592-019-0686-2
 31. Wilcoxon F. Individual comparisons by ranking methods // *Biometrics Bulletin*. 1945. Vol. 1. № 6. P. 80–83. DOI: 10.2307/3001968
 32. Zhang P., Liang Y., Liu B., Ma T., Wu M. M. A coupled modelling framework for predicting tree species' altitudinal migration velocity in montane forest // *Ecological Modelling*. 2023. Vol. 2. № 484. P. 110481. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2023.110481

REFERENCES

1. Vysotskaya A. A., Medvedkov A. A. [Climate-Driven Changes of Kurum Landscapes in the West of the Central Siberian Plateau within the Middle-Taiga Zone]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography], 2024, no. 4, pp. 17–29. DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.79.4.2
2. Vysotskaya A. A., Medvedkov A. A. [Climate-driven "greening" of the kurum landscape in

- the valley of the lower reaches of the Podkamennaya Tunguska river]. In: *InterKarto. InterGIS*, 2022, vol. 28, no. 1, pp. 305–313. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-305-313
3. Gorchakovskiy P. L., Shiyatov S. G. *Fitoindikatsiya usloviy okruzhayushchey sredy i razvitiya protsessov v usloviyakh krizisa* [Phytoindication of environmental conditions and natural processes in the highlands]. Moscow: Pravo Publ., 1985. 208 p.
 4. Grigoriev A. A., Shalaumova Yu. V., Terentyeva M. V., Vyukhin S. O., et al. [Mountain tundra of the South Urals: modern distribution and threat of extinction in the 21st century]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivyye sistemy* [Geographical environment and living systems], 2024, no. 3, pp. 26–46. DOI: 10.18384/2712-7621-2024-3-26-46
 5. Shiyatov S. G., Vaganov E. A., Kirdyanov A. V., Kruglov V. B., et al. *Metody dendrokronologii* [Methods of dendrochronology]. Krasnoyarsk: Krassu Publ., 2008. 80 p.
 6. Shiyatov S. G., Moiseev P. A., Grigoriev A. A. *Fotomonitoring drevesnoy i kustarnikovooy rastitelnosti v vysokikhryakh Yuzhnogo Urala za posledniye 100 let* [Photo monitoring of woody and shrubby vegetation in the highlands of the Southern Urals over the past 100 years]. Yekaterinburg, 2020. 191 p.
 7. Daoud J. I. Multicollinearity and Regression Analysis. In: *Journal of Physics Conference Series*, 2017, vol. 1, no. 949, art. 012009. DOI: 10.1088/1742-6596/949/1/012009
 8. Dirnböck T., Essl F., Rabitsch W. (2011). Disproportional risk for habitat loss of high-altitude endemic species under climate change. In: *Global Change Biology*, 2011, vol. 2, no. 17, pp. 990–996. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2010.02266.x
 9. Dullinger S., Dirnböck T., Grabherr G. Modelling climate change-driven treeline shifts: Relative effects of temperature increase, dispersal and invisibility. In: *Journal of Ecology*, 2004, vol. 2, no. 92, pp. 241–252. DOI: 10.1111/j.0022-0477.2004.00872.x
 10. Duncanson L., Montesano P. M., Neuenchwander A., Thomas N., Mandel A., et al. *Aboveground Biomass Density for High Latitude Forests from ICESat-2, 2020*. DOI: 10.3334/ORNLDAAC/2186
 11. Grigoriev A. A., Mikryukov V. S., Shalaumova Yu. V., Moiseev P. A., Vuykhin S. O., Camarero J. J. Struggle zone: alpine shrubs are limited in the Southern Urals by an advancing treeline and insufficient snow depth. In: *Journal of Forestry Research*, 2024, vol. 97, no. 35. DOI: 10.1007/s11676-024-01745-3
 12. Hagedorn F., Dawes M. A., Bubnov M. O., Devi N. M., Grigoriev A. A., et al. Latitudinal decline in stand biomass and productivity at the elevational treeline in the Ural mountains despite a common thermal growth limit. In: *Journal of Biogeography*, 2020, vol. 8, no. 47, pp. 1827–1842. DOI: 10.1111/jbi.13867
 13. Hagedorn F., Shiyatov S. G., Mazepa V. S., et al. Treeline advances along the Urals mountain range – driven by improved winter conditions? In: *Global Change Biology*, 2014, vol. 11, no. 20, pp. 3530–3543. DOI: 10.1111/gcb.12613
 14. Han J., Kamber M., Pei J. "Data Transformation and Data Discretization". Data Mining: Concepts and Techniques. In: *Elsevier*, 2012, pp. 111–118. DOI: 10.1016/C2009-0-61819-5
 15. Hansson A., Dargusch P., Shulmeister J. A review of modern treeline migration, the factors controlling it and the implications for carbon storage. In: *Journal of Mountain Science*, 2021, no. 18, pp. 291–306. DOI: 10.1007/s11629-020-6221-1
 16. Harsch M. A., Hulme P. E., McGlone M. S., Duncan R. P. Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming. In: *Ecology Letters*, 2009, no. 12, pp. 1040–1049. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2009.01355.x
 17. Körner C. *Alpine treelines. Functional Ecology of the Global High Elevation Tree Limits*. Berlin: Springer, 2012. 220 p.
 18. Masson-Delmotte V., et al., eds. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. United Kingdom, NY, 2021. P. 3–32.
 19. Moiseev P. A., Hagedorn F., Balakin D. S., Bubnov M. O., Devi N. M., et al. Stand Biomass at Treeline Ecotone in Russian Subarctic Mountains Is Primarily Related to Species Composition but Its Dynamics Driven by Improvement of Climatic Conditions. In: *Forests*, 2022, no. 13, p. 254. DOI: 10.3390/f13020254
 20. Myers-Smith I. H., Forbes B. C., Wilkink M., Hallinger M. Shrub expansion in tundra ecosystems: dynamics, impacts and research priorities. In: *Environmental Research Letters*, 2011, no. 6, pp. 1–15. DOI: 10.1088/1748-9326/6/4/045509
 21. Nash J. E., Sutcliffe J. V. River flow forecasting through conceptual models part I – A discussion of principles. In: *Journal of Hydrology*, 1970, vol. 10, no. 3, pp. 282–290.
 22. Nelder J. A., Mead R. A Simplex Method for Function Minimization. In: *The Computer Journal*, 1965, vol. 4, no. 7, pp. 308–313.
 23. Pauli H., Gottfried M., Dullinger S., et al. Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits. In: *Science*, 2012, vol. 336, pp. 353–355. DOI: 10.1126/science.1219033

24. Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A., et al. Scikit-learn: Machine Learning in Python. In: *Journal of Machine Learning Research*, 2011, no. 12, pp. 2825–2830. DOI: 10.48550/ARXIV.1201.0490
25. Shapiro S. S., Wilk M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples) In: *Biometrika*, 1965, no. 52, pp. 591–611. DOI: 10.2307/2333709
26. Spawn S. A., Gibbs H. K. *Global Aboveground and Belowground Biomass Carbon Density Maps for the Year 2010*. Oak Ridge, 2020. DOI: 10.3334/ORNLDAAAC/1763
27. Spawn-Lee S. A., Sullivan C. C., Lark T., Gibbs H. Harmonized global maps of above and below-ground biomass carbon density in the year 2010. In: *Scientific Data*, 2020, vol. 1, no. 7. DOI: 10.1038/s41597-020-0444-4
28. Steinbauer M. J., Grytnes J. A., Jurasinski G., et al. Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming. In: *Nature*, 2018, vol. 566, pp. 231–236. DOI: 10.1038/s41586-018-0005-6
29. Toner W., Darlow L. An Analysis of Linear Time Series Forecasting Models. In: *Proceedings of Machine Learning Research*, 2024, vol. 235, pp. 48404–48427. DOI: 10.48550/arXiv.2403.14587
30. Virtanen P., Gommers R., Oliphant T. E., et al. SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python. In: *Nature Methods*, 2020, vol. 17, no. 3, pp. 261–272. DOI: 10.1038/s41592-019-0686-2
31. Wilcoxon F. Individual comparisons by ranking methods. In: *Biometrics Bulletin*, 1945, vol. 1, no. 6, pp. 80–83. DOI: 10.2307/3001968
32. Zhang P., Liang Y., Liu B., Ma T., Wu M. M. A coupled modelling framework for predicting tree species' altitudinal migration velocity in montane forest. In: *Ecological Modelling*, 2023, vol. 2, no. 484, art. 110481. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2023.110481

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Григорьев Андрей Андреевич (г. Екатеринбург) — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории геоинформационных технологий Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук;
e-mail: grigoriev.a.a@ipae.uran.ru; ORCID: 0000-0002-7446-0654

Ложкин Григорий Иванович (г. Казань) — ассистент кафедры моделирования экосистем Института экологии, биотехнологии и природопользования Казанского (Приволжского) федерального университета; инженер-исследователь лаборатории дендрохронологии Института географии Российской академии наук;
e-mail: lozhkin.grig@gmail.com; ORCID: 0009-0004-0962-3658

Вьюхин Сергей Олегович (г. Екатеринбург) — младший научный сотрудник лаборатории геоинформационных технологий Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук;
e-mail: sergey.vyuhin@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7173-4878

Чижикова Нелли Александровна (г. Казань) — кандидат биологических наук, доцент кафедры моделирования экосистем Института экологии, биотехнологии и природопользования Казанского (Приволжского) федерального университета;
e-mail: nelly.chizhikova@stud.kpfu.ru; ORCID: 0000-0002-9969-9207

Кудрявцев Павел Павлович (г. Златоуст) — начальник научного отдела Национального парка «Таганай»;
e-mail: kudryavcev@taganay.org; ORCID: 0009-0008-0666-156X

REFERENCES

Andrey A. Grigoriev (Ekaterinburg) — PhD (Agriculture), Senior Researcher, Laboratory of Geoinformation Technologies, Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences;
e-mail: grigoriev.a.a@ipae.uran.ru; ORCID: 0000-0002-7446-0654

Grigory I. Lozhkin (Kazan) – Assistant, Department of Ecosystem Modeling, Institute of Ecology, Biotechnology, and Nature Management, Kazan (Volga Region) Federal University; Research Engineer, Laboratory of Dendrochronology, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences; e-mail: lozhkin.grig@gmail.com; ORCID: 0009-0004-0962-3658

Sergey O. Vyukhin (Ekaterinburg) – Junior Researcher, Laboratory of Geoinformation Technologies, Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; e-mail: sergey.vyuhin@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7173-4878

Nelli A. Chizhikova (Kazan) – PhD (Biology), Assoc. Prof., Department of Ecosystem Modeling, Institute of Ecology, Biotechnology, and Nature Management, Kazan (Volga Region) Federal University; e-mail: nelly.chizhikova@stud.kpfu.ru; ORCID: 0000-0002-9969-9207

Pavel P. Kudryavtsev (Zlatoust) – Departmentally Head, Research Department, Taganay National Park; e-mail: kudryavcev@taganay.org; ORCID: 0009-0008-0666-156X

ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОХРАНА ЛАНДШАФТОВ

Научная статья

УДК: 911.9: 504.06

DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-52-66

ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ДОПУСТИМОГО ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В РАЗНЫХ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

© СС ВУ Бабина Ю. В.

*Институт географии Российской академии наук
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: babinajulia@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8188-9651*

Поступила в редакцию 29.01.2025

После доработки 15.07.2025

Принята к публикации 07.08.2025

Аннотация

Цель. Провести анализ региональных практик нормирования допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в почвах (ДОСНП) районов нефтегазодобычи на территории России, включая север Европейской части, Поволжье и Прикамье, Северный Кавказ, Сибирь и Дальний Восток. Обсудить научную обоснованность существующих в России инструментов государственного регулирования для восстановления земель после нефтяного загрязнения.

Процедура и методы. Проанализировано состояние нормативно-правовой базы применения нормативов ДОСНП на федеральном и региональном уровнях с использованием интегрированного подхода, основанного на сочетании статистического и сравнительно-правового методов.

Результаты. Выявлены недостатки действующих региональных нормативов ДОСНП: отсутствие официально утверждённого методического обеспечения разработки ДОСНП и единой федеральной правовой базы, определяющей обязательность и порядок установления таких нормативов. Действующие региональные нормативы имеют крайне ограниченное распространение на территории России из-за отсутствия правовых норм, определяющих обязательность нормирования допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в разных типах почв. Действующие региональные нормативы ДОСНП характеризуются научно-необоснованными региональными различиями в установленном уровне и принимаемыми решениями об изменении этого уровня. Рассмотрены факторы повышения обоснованности нормативов ДОСНП, включая природно-географические факторы, связанные с ландшафтными характеристиками территории, типами почв, их температурным режимом (включая распространение «вечной» мерзлоты и её деградацию) и потенциалом самоочищения, а также социально-экономические факторы, прежде всего целевое назначение земельных участков (категория земель), на основе разработки и введения единой федеральной системы нормативного обеспечения в отношении региональных практик государственного регулирования по восстановлению качества земель после разливов нефти. Показано, что дифференциация требований к восстановлению земель после разливов нефти с учетом специфики природных условий и целевого использования земель в большинстве субъектов России отсутствует. Это влечёт принятие необоснованных решений в отношении реализуемых видов рекультивации и оценки её результативности, что может приводить, с одной стороны, к недостаточности рекультивационных работ для восстановления качества почв, а с другой — к возможным избыточным затратам при выборе излишне сложных и дорогостоящих методов рекультивации.

Теоретическая и/или практическая значимость. Обоснована необходимость разработки федеральной (для России) системы нормативно-правового обеспечения в отношении государственного регулирования работ по восстановлению качества земель после нефтяного загрязнения.

Ключевые слова: разливы нефти и нефтепродуктов, загрязнение почв, нормирование загрязняющих веществ, рекультивация, категории земель, региональные различия

Благодарности. Исследование выполнено в рамках госзадания Института географии РАН № 0148-2019-0007 «Оценка физико-географических, гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования».

Для цитирования:

Бабина Ю. В. Проблемы нормирования допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в разных почвенно-экологических условиях на территории России // Географическая среда и живые системы. 2025. № 3. С. 52–66. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-52-66

Original Article

PROBLEMS OF STANDARDIZING THE PERMISSIBLE RESIDUAL CONTENT OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS IN DIFFERENT SOIL AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN RUSSIA

© CC BY Yu. Babina

*Institute of Geography of Russian Academy of Sciences
Moscow, Russian Federation*

e-mail: babinajulia@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8188-9651

Received 29.01.2025

Revised 15.07.2025

Accepted 07.08.2025

Abstract

Aim. Analyze regional practices for normalizing the permissible residual content of oil and petroleum products in soils of oil and gas production areas in Russia, including the north of the European part, the Volga region and the Kama region, the North Caucasus, Siberia and the Far East. Discuss the scientific validity of existing Russian regulatory instruments for land restoration after oil pollution.

Methodology. The state of the regulatory framework for the application of DOSNP standards at the federal and regional levels has been analyzed using an integrated approach based on a combination of statistical and comparative legal methods.

Results. The shortcomings of the current regional standards for the permissible residual content of oil and petroleum products in different types of soils have been identified, such as the lack of officially approved methodological support for the development of the permissible residual content of oil and petroleum products and the absence of a unified federal legal framework that defines the mandatory requirements and procedures for establishing such standards. The current regional standards have a very limited scope in Russia due to the lack of legal regulations that define the mandatory requirements for the permissible residual content of oil and petroleum products in different types of soils. It has been shown that the current regional standards for DOP are characterized by scientifically unjustified regional differences in the established level and the decisions made to change this level. For example, in the Perm Territory and the Republic of Udmurtia, the established standard for DOP does not exceed 3.0-3.3 g/kg on forest land, while in more northern regions with a very low potential for self-purification of landscapes from organic pollution (the Nenets Autonomous Okrug and the Republic of Komi), it can reach 20-30 g/kg. This poses a threat not only to ecosystems but also to the economic interests of enterprises. The article considers factors that increase the validity of the DOSNP standards, including geographical factors related to

the landscape characteristics of the territory, soil types, and their self-purification potential, as well as socio-economic factors, primarily the purpose of land use (land category), based on the development and implementation of a unified federal system of regulatory support for the region. It has been shown that there is no differentiation of requirements for land restoration after oil spills, taking into account the specific nature of the environment and the intended use of the land, in most Russian regions.

Research implications. The necessity of developing a federal (for Russia) system of legal and regulatory support for state regulation of land restoration after oil pollution is substantiated.

Keywords: oil and petroleum product spills, soil contamination, pollutant regulation, reclamation, land categories, and regional differences

Acknowledgements. The study was carried out under the State Assignment of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences no. 0148-2019-0007 «Assessment of Physical, Geographical, Hydrological, and Biotic Changes in the Environment and Their Consequences for Creating the Foundations of Sustainable Environmental Management».

For citation:

Babina Yu. V. Problems of standardizing the permissible residual content of oil and petroleum products in different soil and environmental conditions in Russia]. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2025, no. 3, pp. 52–66. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-52-66

ВВЕДЕНИЕ

Разливы нефти и нефтепродуктов относятся к числу наиболее значимых экологических проблем в России, что отражено в «Стратегии экологической безопасности Российской Федерации»¹.

Ежегодно регистрируются тысячи разливов нефти и нефтепродуктов в результате аварий и иных нештатных ситуаций на объектах добычи, транспортирования и хранения углеводородного сырья. Многие десятилетия ежегодно происходит от 20 до 35 тыс. прорывов нефтепроводов [2], большая часть которых приходится на основной нефтедобывающий регион страны — Ханты-Мансийской АО, где контролируемые органы фиксируют до 10 тыс. таких разливов [16].

В 2023 г. количество разливов нефти по стране в целом сократилось, но оставалось значительным: по данным Минэнерго России, только на магистральных трубопроводах было зарегистрировано 11 914 таких случаев².

В связи с широким распространением таких разливов, обусловленных высоким износом оборудования, и нарушением норм законодательства о промышленной и иной безопасности загрязнение водных объектов и земель нефтепродуктами при нештатных ситуациях приобрело массовый характер.

Исходя из этого, в 2020 г. была определена необходимость ужесточения законодательства в отношении разливов нефти и нефтепродуктов с формированием правовых основ предотвращения, локализации и ликвидации таких разливов в экологическом законодательстве [6]. Принципиально важное значение имело внесение изменений в ст. 46 Федерального закона «Об охране окружающей среды»³ целостной системы норм, касающихся разливов нефти и нефтепродуктов на всей территории Российской Федерации. При этом основное внимание было уделено готовности предприятий и организаций к локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, а в отношении восстановления земель было определено только рамочное требование о проведении эксплуатирующей организацией после ликви-

¹ Указ Президента Российской Федерации от 19.04.2017 г. № 176 "О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 // резидент России: [сайт]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41879> (дата обращения: 06.03.2025).

² Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2023 году». М.: Минприроды России, 2024. 707 с.

³ Федеральный закон "О внесении изменений в статью 46 Федерального закона "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 13.07.2020 № 207-ФЗ (последняя редакция) // СЗ РФ. 2020. № 29. Ст. 4517.

дации разлива рекультивационных работ в порядке, установленном законодательством (т. е. с соблюдением общих правил проведения рекультивации земель).

С 1 сентября 2025 г. вступили в силу новые Правила проведения рекультивации и консервации земель⁴, в которых существенно ужесточается порядок завершения работ по рекультивации земель (с участием в подписании акта о завершении работ лица, которое согласовало проект рекультивации земель). А для приёмки результатов работы по рекультивации на земельных участках, находящихся в федеральной собственности, создаётся специальная комиссия (в составе представителей федеральных органов и подведомственные им ГБУ с привлечением Россельхознадзора или Росприроднадзора), подтверждающая полноту и достаточность работ, проведённых в соответствии с утвержденным проектом рекультивации земель.

Вместе с тем специфика работ по ликвидации последствий нефтяных загрязнений значительно отличается от общего порядка рекультивации нарушенных земель, включая приоритет очистки почв (грунтов) от нефтяного загрязнения без выполнения вертикальной планировки территории, подвергшейся механическому нарушению, возможности применения технологий с использованием специальных препаратов и специфические критерии оценки качества нефтезагрязнённых земель [4].

Такие критерии необходимы для принятия решений о выборе методов рекультивации, оценки результативности проведенной рекультивации, а также официального признания достаточности рекультивационных работ (как для восстановления возможности использования земель по их целевому назначению, так и для устранения рисков миграции нефтепродуктов на соседние территории и акватории).

Однако легитимные критерии (нормативы или предельно допустимые концентрации — ПДК) содержания нефти и нефтепродуктов в почве в правовых актах отсутствуют. На федеральном уровне

ПДК в почве официально установлена только по бензиновой фракции в СанПиН 1.2.3685-21 (раздел IV) для почв населённых пунктов и сельскохозяйственных угодий (0,1 мг/кг с учётом кларка), причём с указанием воздушно-миграционный показателя вредности в качестве лимитирующего⁵.

Критерии низкого (или допустимого) содержания нефти и нефтепродуктов в почвах упоминаются только в документах стандартизации и различных методических рекомендациях, не имеющих статуса обязательных к применению правовых актов.

ПРОБЛЕМЫ УСТАНОВЛЕНИЯ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ДОПУСТИМОГО СОДЕРЖАНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВЕ

В документах стандартизации предложены градации степени нефтяного загрязнения почвы (грунтов), требующие применения различных подходов к снижению загрязнения и определяемые визуальными и органолептическими методами, в т. ч. выделяется «слабая степень загрязнения нефтью и нефтепродуктами», при которой грунт почти не загрязняет руки, но ощущается запах нефтепродуктов; окраска грунта почти такая же, как и у соответствующего незагрязнённого⁶. В некоторых методических документах предусматривался количественно определяемый уровень загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами, признаваемый как низкий. Например, предлагался единый, признаваемый как низкий, показатель загрязне-

⁴ Постановление Правительства РФ от 29.05.2025 № 781 "Об утверждении Правил проведения рекультивации и консервации земель"// СЗ РФ. 2025. № 22 (Часть I). Ст. 2898.

⁵ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [Электронный ресурс]. URL: https://ds278-krasnoyarsk-r04.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/19/8/SP123685_21_0.pdf (дата обращения: 06.05.2025).

⁶ ГОСТ Р 57447-2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2019. 26 с.

ния земель нефтью и нефтепродуктами на уровне 1000–2000 мг/кг⁷.

Кроме того, до 2023 г. при анализе загрязнений почв рекомендовалось использование фонового содержания нефтяных углеводородов, определённого сетевыми подразделениями Росгидромета: для нефтедобывающих районов на уровне 100 мг/кг, а для районов, неведущих добычу нефти, – 40 мг/кг⁸.

Обычно в качестве критерия допустимого уровня загрязнения принимается содержание для всех марок и сортов нефти и видов нефтепродуктов в почвах на уровне 1 г/кг, который был впервые приведён в 1993 г. в качестве нижней границы диапазона значений 1–2 г/кг. Он признаётся в качестве низкого уровня содержания нефти и нефтепродуктов, в «Порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами», утверждённом Минприроды России и Роскомземом [20] без регистрации в Минюсте России и официального опубликования. Однако никакими правовыми актами этот уровень не утверждён, а его применение для разных природно-климатических, почвенно-ландшафтных условий и категорий земель, определяющих их целевое назначение, недостаточно обосновано. Прежде всего, это обусловлено выраженными региональными различиями в устойчивости почв к нефтяному загрязнению и различном потенциале их самоочищения [21], а также тем, что для отдельных категорий земель (земли промышленного и иного несельскохозяйственного назначения) почвы не используются как средство производства.

Повсеместное достижение уровня содержания нефти и нефтепродуктов до 1 г/кг сопряжено с чрезвычайно большими

затратами на проведение масштабных земляных работ по рекультивации, связанных с полным изъятием загрязнённого грунта и заменой его незагрязнённой почвой. При этом такие работы могут сопровождаться причинением более значительного вреда окружающей среде, чем существующее нефтяное загрязнение почв, включая причинение вреда водным объектам, почвам смежных территорий, объектам растительного и животного мира [1], что может повлечь претензии со стороны природоохранных органов.

Например, Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений Ханты-Мансийского АО – Югры предъявляла претензию и впоследствии подавала судебный иск о возмещении вреда среде обитания объектов животного мира, относящихся к беспозвоночным животным, причинённого в результате рекультивации нефтезагрязнённых земель лесного фонда на лицензионном участке ПАО НК «Роснефть» посредством проведения работ по срезке слоя нефтезагрязнённого грунта и его замещению (зоторфовке)⁹.

Обычно экологическим аспектам рекультивации нефтезагрязнённых земель традиционными методами с применением тяжёлой техники для изъятия и транспортировки загрязнённого грунта не уделяется большого внимания. Тем не менее опыт горной добычи показывает, что использование такой техники само по себе сопряжено с негативным воздействием на окружающую среду, включая обращение с отходами, активизацию эрозионных процессов, а также загрязнение атмосферного воздуха в период рекультивации, обусловленное работой как двигателей внутреннего сгорания основного и вспомогательного оборудования (экскаваторов, автосамосвалов, бульдозеров, топливозаправщиков), так и погрузочно-разгрузочными и планировочными работами и т. п. [10].

Для категории земель промышленности, энергетики, транспорта и иного несельскохозяйственного назначения особую значимость имеет только предотвращение

⁷ Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах (утв. Минтопэнерго РФ 01.11.1995). [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/3QsqB4> (дата обращения: 04.10.2023).

⁸ Руководящий документ РД 52.18.575-96 «Методические указания определение валового содержания нефтепродуктов в пробах почвы методом инфракрасной спектрометрии. методика выполнения измерений». Недействующий. Заменен на РД 52.18.575-2023 «Массовая доля нефтепродуктов в пробах почв и грунтов Методика измерений методом инфракрасной спектрометрии».

⁹ Определение Верховного Суда РФ от 23.06.2020 № 304-ЭС20-737 по делу № А75-474/2019 // СПС Консультант Плюс.

миграции нефтепродуктов с загрязнённых земель на соседние земельные участки и в водные объекты. Согласно документам стандартизации, риск миграции нефтепродуктов на сопредельную территорию полностью исключается при концентрации нефти и нефтепродуктов в почве на уровне 20–50 г/кг (после проводимых обработок)¹⁰.

Все предлагаемые в документах стандартизации показатели допустимой концентрации нефтепродуктов в почве не дифференцированы с учётом факторов природно-географической среды (обуславливающих потенциал самоочищения разных типов почв и их общую устойчивость к такому виду загрязнения), целевого использования земель и других обстоятельств.

Тем не менее для отдельных регионов (например, Поволжье, Прикамье) имеются данные, позволяющие укрупнённо выполнить такую дифференциацию для установления критериев оценки допустимого содержания нефтепродуктов в почвах на большей части территории России, принимая во внимание опыт дифференциации отдельных показателей по ландшафтными зонам с корректировкой, учитывающей категорию земель и вид разрешенного использования земельного участка: особо охраняемые природные территории, водоохранные зоны, сельскохозяйственные угодья земли лесного фонда, земли населенных пунктов (за исключением производственных зон, зон инженерных инфраструктур, специального назначения и военных объектов), земли остальных категорий (т. е. промышленности и иного не сельскохозяйственного назначения) и видов разрешённого использования)¹¹.

В районах распространения многолетней мерзлоты при обосновании диапазо-

нов значений укрупнённых нормативов на землях всех категорий могут быть приняты во внимание доступные геоэкологические характеристики, влияющие на интенсивность миграции нефтяных загрязнений.

В некоторых научных организациях не прекращаются почвенно-экологические исследования с использованием многих методов оценки допустимого содержания нефти и нефтепродуктов в почвах земель различных категорий (преимущественно сельскохозяйственного и лесохозяйственного назначения) с опубликованием полученных результатов в научных изданиях [19]. Однако в правоприменительной практике такая информация имеет в целом ограниченное применение, а на федеральном уровне вообще не рассматривается и не обобщается.

На практике проведение и оценка достаточности рекультивационных работ на нефтезагрязнённых землях ориентированы на официально установленные на региональном уровне нормативы допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в почве (ДОСНП), если они имеются. Такие нормативы, как правило, разрабатываются на основе специальных целевых исследований с использованием согласованных методов и подходов и с более или менее обобщённым учётом региональных особенностей. Таким образом, необходимо сохранение прав субъектов РФ утверждать более детальные региональные нормативы.

АНАЛИЗ ПРАКТИКИ РАЗРАБОТКИ И ВВЕДЕНИЯ В ДЕЙСТВИЕ НОРМАТИВОВ ДОСНП В СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Один из первых максимально допустимый уровень загрязнения почв в 0,3 г/кг был установлен в г. Москве (распоряжение мэра г. Москвы № 801-РМ, впоследствии отменённое) [22]. На основе показателей должен был рассчитываться размер ущерба от загрязнения городских почв.

Согласно Временным рекомендациям по разработке и введению в действие нормативов ДОСНП, после проведения

¹⁰ ГОСТ Р 57447-2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2019. 26 с.

¹¹ Приказ Минприроды России от 08.07.2010 № 238 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 2010. № 40.

рекультивации, принятым еще в 2002 г. и впоследствии не обновлявшихся¹², нормативы ДОСНП могут устанавливаться и вводиться в действие органами исполнительной власти субъектов РФ. Введение субъектами России региональных нормативов ДОСНП, как правило, положительно оценивается в научной литературе [12].

Фактически региональные нормативы ДОСНП разработаны лишь в нескольких регионах: Ненецкий АО, Республика Коми, Пермский край, Удмуртия, Татарстан, Чувашия, Ставропольский край, Ханты-Мансийский АО (разработаны первые в стране нормативы), Сахалинская область. Кроме того, имеются нормативы для отдельных нефтегазовых месторождений, а также для 2 муниципальных образований Красноярского края (Таймырский Долгано-Ненецкий район и г. о. Норильск). Анализ нормативно-правовых актов в этих субъектах РФ показывает, что региональные нормативы существенно различаются по значениям и их детализации и, как правило, охватывают лишь отдельные категории земель (табл. 1).

Максимально жёсткие требования к содержанию в почвах нефти и нефтепродуктов закономерно установлены в отношении земель особо охраняемых природных территорий (по субъектам РФ, где утверждены такие нормативы ДОСНП) с тем, чтобы исключить какие-либо возможные негативные последствия для охраняемых экосистем.

Наибольшее распространение имеют нормативы ДОСНП для земель сельскохозяйственного назначения, которые, как правило, дифференцированы в зависимости от типа почв (или подтипа почв, почвенных горизонтов и др.).

Наиболее укрупнённые региональные нормативы ДОСНП на землях сельскохозяйственного назначения первоначально были утверждены для некоторых типов почв Пермского края, но в последующем

происходило расширение охвата (для других типов почв) на основе результатов региональных исследований, проводимых Пермским ГНИУ, с выполнением экспериментов для оценки хронической фитотоксичности по реакции определённых видов сельскохозяйственных растений и лесных насаждений и тестирования водной вытяжки нефтезагрязнённых почв с использованием тест-объектов [7]. Так, если в 2018 г. нормативы ДОСНП были установлены только для 3 типов почв (дерново-подзолистых, преимущественно глубокоподзолистых, подзолов иллювиально-малогумусовых и торфяных болотных верховых), то с 1 января 2025 г. нормативы ДОСНП уже охватывают 12 типов почв (табл. 2).

В большинстве субъектов РФ, где установлены нормативы ДОСНП для различных типов почв на землях сельскохозяйственного назначения, эти нормативы дополнительно могут быть дифференцированы по подтипам почв, гранулометрическому составу, почвенным горизонтам, содержать требования по приёму рекультивированного участка (исходя из допустимой площади с превышением нормативного значения, как правило, это 10% от площади рекультивированного участка) и возможные дополнительные требования (например, визуальные признаки нефтяного загрязнения в профиле почвы, содержание в почвах иных загрязнений и др.).

Практически во всех регионах, где установлены нормативы ДОСНП для земель сельскохозяйственного назначения, самые высокие значения нормативов приняты для торфяных болотных и близких к ним типов почв, но с ужесточением нормативов при уменьшении содержания в почвах органического углерода (от органогенных почв до минеральных грунтов).

Некоторые значения региональных нормативов ДОСНП для сельскохозяйственных земель очень близки. Например, в Татарстане, где нормативы были первоначально обоснованы многолетними лабораторными исследованиями фитопродуктивности почв [17], и в Чувашии, с которыми они практически идентичны (хотя разработчики нормативов в Чувашии информируют о самостоятельных исследованиях для определения ДОСНП) [18]. Отметим,

¹² Приказ МПР России от 12.09.2002 г. № 574 «Об утверждении Временных рекомендаций по разработке и введению в действие нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ»: [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/3Qc9G9> (дата обращения: 10.01.2025).

Таблица 1 / Table 1

Региональные нормативы допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в почве, утверждённые нормативными правовыми актами органов исполнительной власти субъектов РФ / Regional norms of permissible residual content of oil and petroleum products in soil approved by regulatory legal acts of executive authorities of the constituent entities of the Russian Federation

	Значения (диапазоны значений) ДОСНП для верхнего горизонта почв, г/кг					
	Земли сельскохозяйственного назначения		Земли лесного фонда	Земли про- мышленности и иного несель- скохозяйствен- ного назначе- ния	Земли осо- бо ох- раемых природных территорий	Земли на- селенных мест
	торфяные болотные и близкие к ним по типу почвы	прочие почвы				
Ненецкий АО (южная тундра, лесотундра и северная периферия северной тайги)	5–15	1–10	5–20	20–30	1–5	–
Республика Коми	5	1 (пашня)	10–30	30–80	1–5	–
Пермский край	5,3	1–3,9	1,4–3,3	–	–	–
Удмуртская Республика	2		3	–	–	–
Республика Татарстан	2,0–3,1		5	11–15	2	–
Чувашская Республика	2–3		5	–	2	–
Ставропольский край	10	2–5	–	–	–	–
Ханты-Мансийский АО	5		15–60	5 (строительное использование)	–	–
Районы развития нефтегазовой отрасли в Красноярском крае по месторождениям:						
• Ванкорское месторождение, трасса нефтепровода Ванкор-Пурпэ	–	–	0,4–2,9	0,7–5,0	–	–
• Сузунское	–	–	0,5–7,0	0,9–9,0	–	–
• Юрубчено-Тохомское и Куюмбинское	5	2,2–4,1	2,2–5,0	3–5	–	2,2–5,0
Таймырский Долгано-Ненецкий район и г. Норильск Красноярского края	–	–	–	5,8 – 12,1	–	–
Сахалинская область	4–6	1–6	23–67	14–33	фоновое содержание	2,0–7,5

Источник: составлено автором по: Постановление администрации Ненецкого АО от 15.12.2011 г. № 293-п (с изм.); Постановление Правительства Республики Коми от 20.11.2007 г. № 268 (с изм.); Постановление Правительства Пермского края от 20.12.2018 г. № 813-п (с изм.); Приказ Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Удмуртской республики от 27.04.2017 г. № 73; Приказы Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан от 28.10.2016 г. № 1201-п и от 28.01.2020 г. № 89-п, Постановление Кабинета министров Чувашской Республики от 24.01.2013 г. № 6; Приказ Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края от 26.08.2020 г. № 366 «Об утверждении краевого норматива "Допустимое остаточное содержание нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ставропольского края"; Постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 10.12.2004 г. № 466-п (с изм.); постановления Правительства Красноярского края от 9.06.2012 г. № 269-п, от 8.07.2020 г. № 487-П, от 3.10.2013 г. № 522-п (с изм.) и от 17.12.2021 г. № 902-п, Постановление Правительства Сахалинской области от 20.06.2018 г. № 279 (утратило силу с 01.01.2022).

Таблица 2 / Table 2

Региональные нормативы допустимого остаточного содержания нефти и в почвах на землях сельскохозяйственного назначения Пермского края / Regional standards for the permissible residual oil content in soils on agricultural lands of the Perm Region

Тип почвы	Нормативное значение, г/кг
Дерново-подзолистые, преимущественно глубокоподзолистые	2,4
Подзолы иллювиально-железистые (подзолы иллювиально-малогумусовые)	1,0
Торфяные болотные верховые	5,3
Дерново-подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые	2,3
Дерново-карбонатные (включая выщелоченные и оподзоленные)	2,5
Светло-серые лесные	2,4
Темно-серые лесные	2,6
Пойменные	2,8
Чернозёмы оподзоленные	2,3
Дерново-подзолистые преимущественно мелко- и неглубокоподзолистые	1,6
Дерново-подзолистые иллювиально-железистые	3,0
Подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые	1,5

Источник: Постановление Правительства Пермского края от 20.12.2018 № 813-п «Об утверждении региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов её трансформации в почвах Пермского края и Порядка их применения» в ред. Постановлений Правительства Пермского края от 23.12.2020 № 1015-п, от 26.12.2024 № 1065-п

что полученные значения нормативов в Чувашии распространяются не только на лесостепные почвы, как в Татарстане, но и на почвы южной тайги (табл. 3).

Вероятно, сходство полученных значений может объясняться схожими почвенно-экологическими условиями в этих субъектах РФ (при использовании анало-

Таблица 3 / Table 3

Сравнение региональных нормативов ДОСНП на землях сельскохозяйственного назначения Республики Татарстан (*числитель*) и Республики Чувашия (*знаменатель*) / Comparison of regional standards of permissible residual oil content in soils on agricultural lands of the Republics of Tatarstan (*in the numerator*) and Chuvashia (*in the denominator*)

Почвы		Нормативное значение, г/кг	Требования по приёмке рекультивированного участка	
Гранулометрический состав	Типы		Площадь с превышением нормативного значения (% от площади рекультивированного участка)	Дополнительные требования
<u>Лёгкий и средний суглинок</u> любой	<u>Светло-серые лесные</u>	2,0	10	Общее содержание солей (плотный остаток водной вытяжки) не выше 0,15%
	светло-серые лесные, дерново-подзолистые	2,0		
<u>Лёгкий и средний суглинок</u> любой	<u>Серые лесные</u>	2,5	10	
	серые лесные	2,5		
<u>Лёгкий и средний суглинок</u> любой	<u>Тёмно-серые лесные</u>	2,8	10	
	тёмно-серые лесные, аллювиальные дерновые	3,0		

Источник: Приказ Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан от 28.10.2016 г. № 1201-п; Постановление Кабинета министров Чувашской Республики от 24.01.2013 г. № 6

гичных методов исследования образцов). Данное обстоятельство подтверждает возможность установления нормативов межрегионального характера для некоторых почвенных зон (подзон).

Менее однородными и преимущественно более высокими являются нормативы ДОСНП для земель лесного фонда (до 60–67 г/кг). В целом по субъекту РФ минимальное значение этого норматива утверждено в Пермском крае – 1,4–3,3 г/кг¹³, которое является наиболее строгим по сравнению с аналогичными нормативом соседних субъектов, что не может быть объяснено существенными различиями в природных условиях.

Меньшее распространение имеют нормативы ДОСНП для земель промышленности, энергетики, транспорта и иного несельскохозяйственного назначения, установленные в широком диапазоне (11–80 г/кг). Эти нормативы являются менее жёсткими, чем нормативы ДОСНП для земель других категорий, где плодородный слой почвы используется как средство производства и по своему масштабу приближаются к указанной стандарту ГОСТ Р 57447-2017 концентрации нефти и нефтепродуктов в почве (20–50 г/кг), ориентированной только на исключение риска миграции нефтепродуктов на соседние территории и в водные объекты.

Установление нормативов ДОСНП для земель промышленности и иного несельскохозяйственного назначения требует применения иных методов аргументирования нормативов ДОСНП, чем при их обосновании для земель сельскохозяйственного назначения, т. к. в последнем случае это связано с восстановлением плодородия почв.

С этой точки зрения наиболее обоснованными представляются нормативы ДОСНП для земель промышленности и иного несельскохозяйственного назначения в Республике Татарстан (11–15 г/кг), где при экспериментальном обосновании

норматива ДОСНП для земель промышленности исследования основывались на 4 основных показателях вредности: общесанитарном, миграционном водном, миграционном воздушном, транслокационном (переход в растения) [15].

Отдельную группу составляют нормативы ДОСНП для земель, осваиваемых компанией «Роснефть», месторождений Красноярского края (Ванкорском, Сузунском, Юрубчено-Тохомском, Куюмбинском), поскольку не имеется краевых нормативов, а локальные нормативы на отдельных месторождениях углеводородного сырья (в диапазоне 0,9–9,0 г/кг) оказываются более жёсткими и более обоснованными, чем в других районах Арктической зоны РФ (в Ненецком АО – 20–30 г/кг, в Таймырском Долгано-Ненецком районе и г. Норильске Красноярского края – 5,8–12,1 г/кг). В данном случае это обусловлено учётом мозаичности природно-ландшафтных условий Енисейского Севера [9] и высокой уязвимостью экосистем, функционирующих в условиях спорадического развития многолетней мерзлоты [8; 23].

Отдельно следует отметить инициативу окружного руководства Ханты-Мансийского АО, где более 20 лет назад были утверждены нормативы ДОСНП на уровне 5 г/кг для строительного использования. Безусловно, такая инициатива заслуживает одобрения, но этот норматив не является бесспорным, поскольку он был установлен без достаточных экспериментальных исследований, что обуславливает необходимость его актуализации.

Существуют необусловленные природными условиями различия в уровне нормативов ДОСНП и в других регионах. При этом с течением времени отмечаются изменения значений ДОСНП в сторону их смягчения.

Например, нормативы ДОСНП для земель промышленности и иного назначения за 15 лет в Республике Коми изменились от 0,5–3,0 до 30–80 г/кг, что рассматривается как повышение доверия к природным механизмам самовосстановления почв по сравнению с механическими методами очистки (т. е. с применением бульдозеров, экскаваторов, снимающих плодородный слой вместе с нефтью) [13].

¹³ Постановление Правительство Пермского края от 20.12.2018 г. № 813-п «Об утверждении региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края и Порядка их применения» (с изм. на 23.12.2020 г.).

Однако никаких экологических исследований для обоснования резкого изменения нормативов ДОСНП в Республике Коми с превышением рекомендуемых в стандарте ГОСТ Р 57447-2017 концентраций нефти и нефтепродуктов в почве (20–50 г/кг), исключающих риск миграции нефтепродуктов на соседние территории и водные объекты, не проводилось. Более того, многолетний опыт ликвидации последствий крупнейшего и ставшего знаменитым разлива нефти в 1994 г. в Республике Коми на промысловом нефтепроводе «Возей – Головные сооружения» (когда, по экспертной оценке МЧС России, вылилось до 94 тыс. т нефти с площадью загрязнения земель 270 га и выходом нефтяного пятна на акваторию Баренцева моря) не свидетельствует о наличии достаточного потенциала самоочищения [3].

Вероятно, что такое изменение нормативов ДОСНП в Республике Коми обусловлено исключительно финансовыми интересами нефтедобывающих компаний, которые и без жёстких требований по восстановлению качества нефтезагрязнённых

земель несут большие финансовые потери в связи с постоянными разливами нефти. Это происходит как из-за особенностей добываемой нефти, так и по причине изношенности промысловых трубопроводов, а также из-за несвоевременной ликвидации разливов, вплоть до попадания нефти в водные объекты¹⁴.

Тем не менее, несмотря на весьма разнородные уровни установленных нормативов ДОСНП без учёта региональных особенностей, можно предположить некую зависимость значений обоснованных нормативов ДОСНП для отдельных категорий земель и типов почв в зависимости от зонально-обусловленного потенциала их самоочищения (рис. 1). При этом установленные нормативы не всегда коррелируют с природным потенциалом самоочищения ландшафтов. Это свидетельствует о недостаточном правовом регулировании в части установления региональных нор-

¹⁴ Крупные экологические аварии 2023 года // Агентство нефтегазовой информации: [сайт]. URL: <https://clck.ru/3QdxMг> (дата обращения: 06.03.2025).



Рис. 1 / Fig. 1. Сопоставление значений нормативов ДОСНП для земель промышленности, энергетики, транспорта и иного несельскохозяйственного назначения по регионам России (по данным табл.1) и потенциала самоочищения их ландшафтов от органических загрязнений / Comparison of the values of the permissible residual content of petroleum products for industrial, energy, transport and other non-agricultural lands by regions of Russia (according to Table.1) and the potential for self-purification of landscapes from organic pollutants in these regions

Источник: сформировано автором по: Россия. Потенциал самоочищения ландшафтов от органических загрязняющих веществ // Каталог векторных карт: [сайт]. URL: <https://clck.ru/LcpsK> (дата обращения 04.05.2025)

мативов ДОСНП и фрагментарности научно-методического обеспечения, используемого для их обоснования.

В отдельных субъектах РФ приняты рекомендации по применению ДОСНП, не являющиеся правовыми актами. Например, в Ленинградской области нормативы ДОСНП получили положительное заключение экологической экспертизы, но не были утверждены, соответственно, они не обязательны для применения на стадии рекультивации и при оценке достаточности выполненных работ [5].

В некоторых регионах России, где качество земель имеет общегосударственное значение с учётом многообразия видов их использования (например, на черноморском побережье Краснодарского края), проводятся необходимые исследования допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в почвах с учётом местных особенностей [11], но региональные органы не берут на себя ответственность по установлению региональных нормативов ДОСНП.

В соответствии с ранее упомянутыми приказом Минприроды России от № 574¹⁵ на территории субъектов Российской Федерации, в которых не введены нормативы ДОСНП, могут быть использованы значения нормативов ДОСНП других регионов, исходя из однотипности климатических, ландшафтных, почвенных и иных природных условий. В некоторых исследованиях анализируются процедуры их применения в регионах, не имеющих утверждённых региональных нормативов ДОСНП [14].

Однако приказ Минприроды России, которым утверждены эти рекомендации, не является обязательным к использованию правовым актом. К тому же, согласно Федеральному закону № 414-ФЗ «Об общих принципах организации публичной власти в субъектах Российской Федерации», акты исполнительного органа

субъекта РФ обязательны к исполнению только в этом субъекте РФ и не подлежат исполнению в других субъектах РФ.

В силу отсутствия официально установленных нормативов ДОСНП в большинстве субъектов РФ принимаются произвольные решения о рекультивации нефтезагрязнённых земель, а оценка результативности проведённых работ осуществляется без должного научного обоснования.

Таким образом, целесообразна разработка укрупнённых природно-зональных нормативов по категориям земель (с корректировкой по типам почв). Конечно, их наличие не должно означать исключения возможности установления более детальных и более жёстких региональных нормативов на основе результатов специальных исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным инструментом государственного регулирования восстановления качества земель после нефтяного загрязнения является нормирование содержания нефти и нефтепродуктов в почвах с установлением критериев оценки достаточности рекультивационных работ (как для восстановления возможности использования земель по их целевому назначению, так и для устранения рисков миграции нефтепродуктов на соседние территории и акватории). Такой вид нормирования позволяет принимать решения о выборе методов рекультивации, а также оценивать результативность проведённых работ по восстановлению загрязнённых земель.

Фактически государственное регулирование восстановления качества земель различных категорий путём установления в субъектах РФ допустимого остаточного содержания нефти и продуктов (ДОСНП) носит ограниченный характер, что обусловлено отсутствием единой федеральной правовой базы, определяющей обязательность такого нормирования.

В большинстве субъектов РФ дифференциация требований к восстановлению земель с учётом природно-географических факторов и целевого использования земель отсутствует, вследствие чего прини-

¹⁵ Приказ МПР России от 12.09.2002 г. № 574 "Об утверждении Временных рекомендаций по разработке и введению в действие нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ»: [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=10195> (дата обращения: 04.10.2023).

маются необоснованные решения в отношении работ по рекультивации и оценки их результативности.

Исходя из перечня выявленных проблем, целесообразно формирование единой федеральной системы нормативно-правового обеспечения в отношении нормирования допустимого уровня нефтяного загрязнения земель с возможным установлением зонально-ландшафтных нормативов ДОСНП, но без ограничения прав субъектов РФ по установлению более детальных и более жёстких нормативов на основе результатов специальных исследований. Нормирование должно производиться с учётом целевого назначения земель и местных факторов природно-географической среды, влияющих на потенциал самоочищения почв от нефти и нефтепродуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонинова Н. Ю., Корнилков С. В., Кузнецова Я. А., Шубина Л. А. Экологические аспекты рекультивации отвалов вскрышных пород // Проблемы недропользования. 2024. № 1. С. 57–66. DOI: 10.25635/2313-1586.2024.01.057
2. Бабина Ю. В. Обязательные требования по предупреждению, локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов // Справочник эколога. 2022. № 3. С. 90–104.
3. Бабина Ю. В. Реформирование законодательства в области предотвращения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов // Экология производства. 2020. № 11. С. 40–51. DOI: 10.33465/2078-3981-2020-196-11-40-51
4. Бабина Ю. В. Условия и направления рекультивации нарушенных земель в промышленности // Справочник эколога. 2023. № 10. С. 80–92.
5. Бакина Л. Г., Капелькина Л. П., Чугунова М. В. и др. О разработке региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Ленинградской области // Региональная экология. 2010. № 1-2. С. 33–40.
6. Барсегян С. Г., Монахов П. А. Новое регулирование отношений в области предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № 3. С. 75–81. DOI: 10.54234/CST.19968493.2021.18.3.69.15.76
7. Бузмаков С.А., Дзюба Е.А. Определение допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах для обеспечения экологической безопасности и рекультивации земель при добыче нефти в Пермском крае // Экология и промышленность России. 2025. Т. 29. № 3. С. 42–47. DOI: 10.18412/1816-0395-2025-3-42-47
8. Ваганов Е. А., Михайлюта С. В., Завопуев В. В. Оценка загрязнения почвы в районах нефтегазовых месторождений северных территорий Красноярского края // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 10. С. 4–5.
9. Высоцкая А. А., Медведков А. А. Информационные ресурсы для оценки экологического потенциала геосистем (на примере территории Енисейского Севера) // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2023. Т. 29. Ч. 1. С. 20–33. DOI: 10.35595/2414-9179-2023-1-29-20-33
10. Геннадиев А. Н., Пиковский Ю. И. Карты устойчивости почв к загрязнению нефтепродуктами и полициклическими ароматическими углеводородами: метод и опыт составления // Почвоведение. 2007. № 1. С. 80–92.
11. Гайворонский В. Г., Кузина А. А., Колесников С. И., Минникова Т. В. и др. Способ определения экологически безопасного остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в почвах // Гигиена и санитария. 2023. Т. 102. № 9. С. 987–992. DOI: 10.47470/0016-9900-2023-102-9-987-992
12. Дзюба Е. А. Нормативы допустимого остаточного содержания нефти и продуктов её трансформации в почвах Пермского края и других регионах России // Антропогенная трансформация природной среды. 2019. № 5. С. 31–37.
13. Дзюба Е. А. Разработка нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов её трансформации (ДОСНП) в почве после проведения рекультивационных работ: обзор опыта субъектов РФ // Антропогенная трансформация природной среды. 2018. № 4. С. 142–148.
14. Ищенко Е. П., Губа А. С. Особенности применения нормативов допустимого остаточного содержания нефти в почве // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2023. № 4. С. 60–64. DOI: 10.33285/2411-7013-2023-4(313)-60-64
15. Кубарев П. Н., Шайдуллина И. А., Латыпова В. З. и др. Обоснование нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Республики Татарстан после проведения ре-

- культивационных и других восстановительных работ для земель промышленности // Нефтяное хозяйство. 2019. № 7. С. 55–59. DOI: 10.24887/0028-2448-2019-7-55-59
16. Мухамадуллин Ф. Ф., Рыбникова Л. С. Эколого-экономическая оценка технологий рекультивации земель, загрязненных аварийными разливами нефти (на примере Западной Сибири) // Теория и практика мировой науки. 2023. № 6. С. 56–60.
 17. Петров А. М., Зайнулгабидинов Э. Р., Сунгатуллина Л. М. и др. Разработка нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Республики Татарстан для земель сельскохозяйственного назначения // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 23. С. 129–135.
 18. Петров А. М., Шагидуллин Р. Р., Иванов Д. В. и др. Обоснование допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Чувашской Республики // Российский журнал прикладной экологии. 2015. № 1. С. 54–57.
 19. Трофимов С. Я., Ковалева Е. И., Аветов Н. А., Толпешта И. И. Исследования нефтезагрязненных почв и перспективные подходы к их ремедиации // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2023. № 4. С. 83–93. DOI: 10.55959/MSU0137-0944-17-2023-78-4-83-93
 20. Шагидуллин Р. Р., Латыпова В. З., Иванов Д. В. и др. Нормирование допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах // Георесурсы. 2011. № 5. С. 2–5.
 21. Шрам В. Г., Безбородов Ю. Н., Ковалева М. А., Шупранов Д. А., Агафонов Е. Д. и др. Аспекты нормативно-правового регулирования в области экологического контроля объектов нефтяной промышленности Красноярского края // Экология и промышленность России. 2023. № 8. С. 65–71. DOI: 10.18412/1816-0395-2023-8-65-71
 22. Яковлев А. С., Никулина Ю. Г. Экологическое нормирование допустимого остаточного содержания нефти в почвах земель разного хозяйственного назначения // Почвоведение. 2013. № 2. С. 234–239. DOI: 10.7868/S0032180X13020159
 23. Medvedkov A. A. Response of middle-taiga permafrost landscapes of Central Siberia to global warming in the late 20th and early 21st centuries // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2016. Vol. 48. Art. e012009. DOI: 10.1088/1755-1315/48/1/012009
- ## REFERENCES
1. Antoninova N. Yu., Kornilkov S. V., Kuznetsova Ya. A., Shubina L. A. Environmental aspects of reclamation of overburden dumps. In: *Problemy nedropolzovaniya* [Problems of Subsoil Use], 2024, no. 1, pp. 57–66. DOI: 10.25635/2313-1586.2024.01.057
 2. Babina Yu. V. [Mandatory requirements for the prevention, localization, and elimination of oil and oil product spills]. In: *Spravochnik ekologa* [Ecologist's Handbook], 2022, no. 3, pp. 90–104
 3. Babina Yu. V. [Reforming legislation in the field of prevention and response to oil and oil product spills]. In: *Ekologiya proizvodstva* [Production ecology], 2020, no. 11, pp. 40–51. DOI: 10.33465/2078-3981-2020-196-11-40-51
 4. Babina Yu. V. [Conditions and directions of reclamation of disturbed lands in industry]. In: *Spravochnik ekologa* [Ecologist's Handbook], 2023, no. 10, pp. 80–92.
 5. Bakina L. G., Kapelkina L. P., Chugunova, M. V., et al. [On the development of regional standards for the permissible residual content of oil and its transformation products in soils of the Leningrad Region]. In: *Regionalnaya ekologiya* [Regional ecology], 2010, no. 1-2, pp. 33–40.
 6. Barsegyan S. G., Monakhov P. A. [New regulation of relations in the field of prevention and elimination of oil and oil product spills]. In: *Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti* [Civil Safety Technologies], 2021, vol. 18, no. 3, pp. 75–81. DOI: 10.54234/CST.19968493.2021.18.3.69.15.76
 7. Buzmakov S. A., Dzyuba E. A. [Determination of the Permissible Residual Content of Oil and Its Transformation Products in Soils to Ensure Environmental Safety and Land Reclamation during Oil Production in the Perm Krai]. In: *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and Industry of Russia], 2025, vol. 29, no. 3, pp. 42–47. DOI: 10.18412/1816-0395-2025-3-42-47
 8. Vaganov E. A., Mikhailyuta S. V., Zavoruyev V. V. [Assessment of soil pollution in the areas of oil and gas fields in the northern territories of Krasnoyarsk Krai]. In: *Okhrana okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental Protection in the Oil and Gas Complex], 2013, no. 10, pp. 4–5.
 9. Vysotskaya A. A., Medvedkov A. A. Information resources for assessing the environmental potential of geosystems (on the example of the territory of the Yenisei North). In: *InterCarto. InterGIS*, 2023, vol. 29-1, pp. 20–33. DOI: 10.35595/2414-9179-2023-1-29-20-33
 10. Gennadiev A. N., Pikovsky Yu. I. [Maps of soil resistance to pollution by oil products and polycyclic aromatic hydrocarbons: method and

- experience of compilation]. In: *Pochvovedeniye* [Soil Science], 2007, no. 1, pp. 80–92.
11. Gaivoronsky V. G., Kuzina A. A., Kolesnikov S. I., Minnikova T. V., et al. Method for Determining Environmentally Safe Residual Content of Oil and Oil Products in Soils. In: *Gigiyena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation], 2023, vol. 102, no. 9, pp. 987–992. DOI: 10.47470/0016-9900-2023-102-9-987-992
 12. Dzyuba E. A. [Standards for the Permissible Residual Content of Oil and Its Transformation Products in Soils of the Perm Krai and Other Regions of Russia]. In: *Antropogennaya transformatsiya prirodnoy sredy* [Anthropogenic Transformation of the Natural Environment], 2019, no. 5, pp. 31–37.
 13. Dzyuba E. A. [Development of standards for the permissible residual content of oil and its transformation products (PRC) in soils after reclamation work: a review of the experience of constituent entities of the Russian Federation]. In: *Antropogennaya transformatsiya prirodnoy sredy* [Anthropogenic transformation of the natural environment], 2018, no. 4, pp. 142–148.
 14. Ishchenko E. P., Guba A. S. [Features of the Application of Standards for Permissible Residual Oil Content in Soils]. In: *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental Protection in the Oil and Gas Complex], 2023, no. 4, pp. 60–64. DOI: 10.33285/2411-7013-2023-4(313)-60-64
 15. Kubarev P. N., Shaidullina I. A., Latypova V. Z., et al. [Justification of the standards for the permissible residual content of oil and its transformation products in the soils of the Republic of Tatarstan after reclamation and other restoration work for industrial lands]. In: *Neftyanoye khozyaystvo* [Oil Industry], 2019, no. 7, pp. 55–59. DOI: 10.24887/0028-2448-2019-7-55-59
 16. Mukhamadullin F. F., Rybnikova L. S. [Ecological and economic assessment of technologies for the reclamation of lands contaminated by emergency oil spills (on the example of Western Siberia)]. In: *Teoriya i praktika mirovoy nauki* [Theory and practice of world science], 2023, no. 6, pp. 56–60.
 17. Petrov A. M., Zainulgabidinov E. R., Sungatullina L. M., et al. [Development of standards for the permissible residual content of oil and its transformation products in soils of the Republic of Tatarstan for agricultural lands]. In: *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University], 2011, no. 23, pp. 129–135.
 18. Petrov A. M., Shagidullin R. R., Ivanov D. V., et al. [Justification of the permissible residual content of oil and its transformation products in soils of the Chuvash Republic]. In: *Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii* [Russian Journal of Applied Ecology], 2015, no. 1, pp. 54–57.
 19. Trofimov S. Ya., Kovaleva E. I., Avetov N. A., Tolpeshta I. I. [Studies of oil-contaminated soils and promising approaches to their remediation]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 17: Pochvovedeniye* [Bulletin of Moscow University. Series 17: Soil Science], 2013, no. 4, pp. 83–93. DOI: 10.55959/MSU0137-0944-17-2023-78-4-83-93
 20. Shagidullin R. R., Latypova V. Z., Ivanov D. V., et al. [Standardization of permissible residual content of oil and its transformation products in soils]. In: *Georesursy* [Georesources], 2011, no. 5, pp. 2–5.
 21. Shram V. G., Bezborodov Yu. N., Kovaleva M. A., et al. [Aspects of normative-legal regulation in the field of environmental control of oil industry facilities in Krasnoyarsk Krai]. In: *Ekologiya i promyshlennost Rossii* [Ecology and industry of Russia], 2023, no. 8, pp. 65–71. DOI: 10.18412/1816-0395-2023-8-65-71
 22. Yakovlev A. S., Nikulina, Yu. G. [Environmental standards for permissible residual oil content in soils of lands of different economic purposes]. In: *Pochvovedeniye* [Soil Science], 2013, no. 2, pp. 234–239. DOI: 10.7868/S0032180X13020159
 23. Medvedkov A. A. Response of middle-taiga permafrost landscapes of Central Siberia to global warming in the late 20th and early 21st centuries. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2016, vol. 48, art. e012009. DOI: 10.1088/1755-1315/48/1/012009

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Бабина Юлия Витальевна (г. Москва) — доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник отдела физической географии и проблем природопользования Института географии Российской академии наук;
e-mail: babinajulia@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8188-9651

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Yulia B. Babina (Moscow) — PhD (Economy), Leading Researcher, Department of Physical Geography and Environmental Management Problems, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences;
e-mail: babinajulia@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8188-9651

Научная статья
УДК 911.9: 502.62
DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-67-82

ТИПИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ БЕЛОГРАДЧИШСКИХ СКАЛ (БОЛГАРИЯ) ПО ВИЗУАЛЬНО-ЭСТЕТИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

© СС ВУ Калущкова Н. Н.¹, Лозбенева Э. А.²

¹ *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: nat_nnk@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5725-6371*

² *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: elina7-sheremet@mail.ru; ORCID 0000-0002-8668-2182*

Поступила в редакцию 28.05.2025

После доработки 19.09.2025

Принята к публикации 25.09.2025

Аннотация

Цель. Провести типизацию ландшафтных комплексов по их визуально-эстетическим качествам методами дистанционного зондирования на примере природной достопримечательности Белоградчишских скал.

Процедура и методы. Эстетическая оценка ландшафтных комплексов проводилась в полевых условиях на основе маршрутной съёмки и съёмки с БПЛА высокого разрешения. В отличие от полевых маршрутов или наблюдений в отдельных видовых точках дистанционные методы обеспечивают сплошную площадную съёмку территории. Были определены 15 показателей, которые позволяют провести балльную визуально-эстетическую оценку каждой из 1130 точек с шагом 80 м на основе комбинированной цифровой модели рельефа (SRTM DEM + DTM с БПЛА). Визуально-эстетическое качество ландшафтных комплексов в ранге урочищ оценивалось по совокупности обзорных точек в их пределах с расчётом долей точек с разной степенью эстетической привлекательности. Это дало основание для типизации комплексов в ранге урочищ по степени однородности визуально-эстетических качеств в пределах их ландшафтных границ. Для ландшафтных комплексов одного генетического типа, которые характеризовались неблизкими оценками визуально-эстетического качества, был проведен статистический анализ факторов, которые могут обуславливать неоднородность оценок ландшафтных комплексов. Оценки разнятся в зависимости от высотного положения данного комплекса, сомкнутости древостоя и положения относительно соседних комплексов. С учетом этих факторов можно разделить типы урочищ на подтипы, которые характеризуются однородностью в отношении их визуально-эстетического качества.

Результаты. Выделены и картографированы типы и подтипы ландшафтных комплексов территории природной достопримечательности Белоградчишские скалы, которые обладают однородностью визуально-эстетического качества в пределах их границ.

Теоретическая и/или практическая значимость. Предлагается методика составления карты типизации ландшафтных комплексов по визуально-эстетической ценности.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, съёмка с БПЛА, визуально-эстетическая оценка ландшафтов, Белоградчишские скалы

Благодарности. Исследование выполнено в рамках Государственного задания географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова № 121051300176-1 «Факторы и процессы пространственно-временной организации природных и антропогенных ландшафтов».

Для цитирования:

Калуцкова Н. Н., Лозбенева Э. А. Типизация ландшафтных комплексов Белоградчишских скал (Болгария) по визуально-эстетическим характеристикам // Географическая среда и живые системы. 2025. № 3. С. 67–82. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-67-82

Original Article

CLASSIFICATION OF LANDSCAPE COMPLEXES OF BELOGRADCHISH ROCKS (BULGARIA) BY VISUAL AND AESTHETIC CHARACTERISTICS© CC BY N. Kalutskova¹, E. Lozbeneva²¹ Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russian Federation

e-mail: nat_nnk@mail.ru; ORCID 0000-0001-5725-6371

² Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russian Federation

e-mail: elina7-sheremet@mail.ru; ORCID 0000-0002-8668-2182

Received 28.05.2025

Revised 19.09.2025

Accepted 25.09.2025

Abstract

Aim. Classification of landscape complexes based on their visual and aesthetic qualities using remote sensing methods, using the Belogradchish Rocks natural landmark as an example.

Methodology. An aesthetic assessment of landscape complexes was conducted in the field using route surveys and high-resolution UAV imaging. Unlike field routes or observations at individual viewpoints, remote sensing methods provide a continuous areal survey of the territory. Fifteen indicators were identified that allow for a visual and aesthetic assessment of any of 1,130 points at 80-meter intervals using a combined digital elevation model (SRTM DEM + DTM with UAV). The visual and aesthetic quality of landscape complexes classified as tracts was assessed based on a set of observation points within their boundaries, calculating the proportions of points with varying degrees of aesthetic appeal. This provided the basis for classifying tract complexes based on the degree of homogeneity of visual and aesthetic qualities within their landscape boundaries. For landscape complexes of the same genetic type that were characterized by disparate assessments of visual and aesthetic quality, a statistical analysis of the factors that may cause heterogeneity in landscape complex assessments was conducted. Estimates vary depending on the elevation of the complex, the density of the stand, and its position relative to neighboring complexes. Taking these factors into account, tract types can be divided into subtypes, which are characterized by uniformity in their visual and aesthetic qualities.

Results. The types and subtypes of landscape complexes of the Belogradchish Rocks natural landmark territory, which have uniformity of visual and aesthetic quality within their boundaries, have been identified and mapped.

Research implications. A methodology for compiling a map of landscape complexes based on their visual and aesthetic value is proposed.

Keywords: Remote sensing, UAV photography, visual and aesthetic assessment of landscapes, Belogradchik Rocks

Acknowledgment. The study was carried out within the framework of the State Assignment of the Faculty of Geography of Lomonosiv Moscow State University No. 121051300176-1 "Factors and processes of spatio-temporal organization of natural and anthropogenic landscapes".

For citation:

Kalutskova N. N., Lozbeneva E. A. Classification of landscape complexes of Belogradchish rocks (Bulgaria) by visual and aesthetic characteristics. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2025, no. 3, pp. 67–82. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-67-82

ВВЕДЕНИЕ

Ландшафт в классическом понимании представляет собой обширную территорию, выделяемую по свойственному только ему сочетанию морфологических частей — комплексов более низкого ранга (местностей, урочищ и т. д.). В отличие от ландшафта, который может состоять из очень контрастных комплексов, последние отличаются большей однородностью в почвенно-растительном покрове, поскольку они формируются на генетически однородной геолого-геоморфологической поверхности (склон балки, речная терраса и т. д.). Эти относительно однородные ландшафтные комплексы имеют вполне определённые визуальные свойства, из которых и складывается характерный для данного ландшафта «пейзаж».

Термин «ландшафт» появился в российской географической науке в начале XX в. в качестве синонима понятия «пейзаж» в монографиях геолога А. П. Нечаева [14], географов А. А. Борзова [3] и В. П. Семёнова-Тян-Шанского [17], которые одними из первых назвали ландшафт объектом географии, считая этот термин синонимом пейзажа, что отражено и в названии их произведений (Нечаев А. П. «Картины Родины» (1905), Борзов А. А. «Картины по географии России» (1908)). В обоих произведениях авторы описывают типичные ландшафты России (моренные, карстовые, лессовые-овражные, речные долинные и др.) почти в импрессионистском стиле, призывая к воображению читателей. Авторы подчёркивали, что в ландшафт включают только видимые предметы, в то время как, например, почвы не являются элементом ландшафта как пейзажа. Главное и наиболее известное произведение пейзажно-ландшафтной географии «Район и страна» (1928) принадлежало В. П. Семёнову-Тян-Шанскому, в котором он предложил целую программу научного исследования пейзажей, включая инструментальную съёмку характерных звуков, запахов и цветовой палитры каждого типа ландшафта [8].

Эти построения не получили поддержки со стороны других российских учёных, и к тематике визуально-эстетических свойств

ландшафтов отечественные географы вернулись спустя несколько десятилетий [15]. Приоритетным направлением стала объективизация визуально-эстетических оценок ландшафта. Было показано, что целостная оценка визуально-эстетического качества ландшафта эффективно моделируется на основании совокупности элементарных параметров наблюдаемого комплекса, многие из которых могут быть количественно измерены. Таким образом, разложением целостного образа ландшафта на элементарные показатели доказывалось возможность объективизации его эстетической оценки.

Такая методика впервые была предложена литовскими географами К. И. Эрингисом и А.-Р.А. Будрюнасом [19]. Большинство последующих исследований в области эстетической оценки природных комплексов ориентировалось на этот подход [1; 4; 5; 6; 7; 10 др.]. В качестве примера приведём работу А. Ю. Бибаевой [2]. Каждый ландшафтный контур оценивается по качеству пейзажа, который открывается с репрезентативной видовой площадки. Качество пейзажей оценивается по совокупности индикаторов, характеризующих рельеф (расчленённость, выраженность высотной поясности, вектор визуального восприятия, многоплановость, заслоняющая роль элементов рельефа и др.), климата (прозрачность атмосферы, обуславливающая дальность видимости, и др.), растительности (высота растительных ярусов, сомкнутость и обилие, цветовой аспект и фактура, заслоняющий эффект и др.), наличия поверхностных вод, а также антропогенных преобразований. В результате на ландшафтной карте все выделенные комплексы ранжируются в отношении качества, открывающего с них пейзажа. Для оценки качества пейзажей использовались фотографии, полученные с видовых площадок.

Новый этап развития исследований в области эстетической оценки ландшафтов связан с использованием дистанционных методов, которые обеспечивают сплошную площадную съёмку в отличие от полевых маршрутов или наблюдений в отдельных видовых точках [9; 16; 20; 21; 22; 23; 24]. Эти исследования отвечают на во-

прос «насколько различно визуально-эстетическое восприятие в пределах одного комплекса?». Предполагается, что каждый ландшафтный комплекс должен обладать определённой своими визуально-эстетическими характеристиками в силу внутренней однородности его компонентного состава.

Такой анализ был проведён нами на примере природной достопримечательности «Белоградчишские скалы» (Болгария). Результатом стала карта, показывающая типы и подтипы ландшафтных комплексов, которые характеризуются близкими визуально-эстетическими характеристиками в своих границах.

ТЕРРИТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Территория исследования Белоградчишские скалы является природной достопримечательностью в системе охраняемых территорий Республики Болгарии и номинирована в Европейскую сеть геопарков [12]. По результатам общеевропейского интернет-голосования 2009 г., Белоградчишские скалы попали в список финалистов из 77 объектов по выбору «новых чудес света».

Белоградчишские скалы представляют собой грядовые предгорья западных Предбалкан. Природная уникальность террито-

рии связана с особым геологическим строением. В ядре крупного Белоградчишского антиклинория Предбалканской морфометрической зоны вскрываются и выходят на поверхность древние докембрийские и палеозойские породы, периферия антиклинория обрамлена карбонатными мезозойскими отложениями [25].

Ландшафтная структура территории разнообразна (рис. 1).

Наиболее аттрактивными урочищами являются комплексы останцов, сложенных красноцветными терригенными отложениями, которые доминируют на этой территории. Вершинные поверхности останцов часто пикообразны, но некоторые имеют плоский характер и слабо наклонены. Растительность представлена мохово-лишайниковым покровом, почвы почти не развиты. Между останцами заложены урочища теснин. Повышенная влажность приводит к формированию здесь преимущественно буковых лесов.

Отдельно выделяются урочища вершинных поверхностей и урочища склонов гряд. Вершинные поверхности гряд имеют субгоризонтальный характер. Из-за дефицита влаги и высокого среднегодового притока тепла сформировались луговые и степные сообщества (златобородник, мятлик и др.). Отдельные деревья из дуба скального, ясеня горного растут только по трещинам, где есть дополнительный приток влаги.

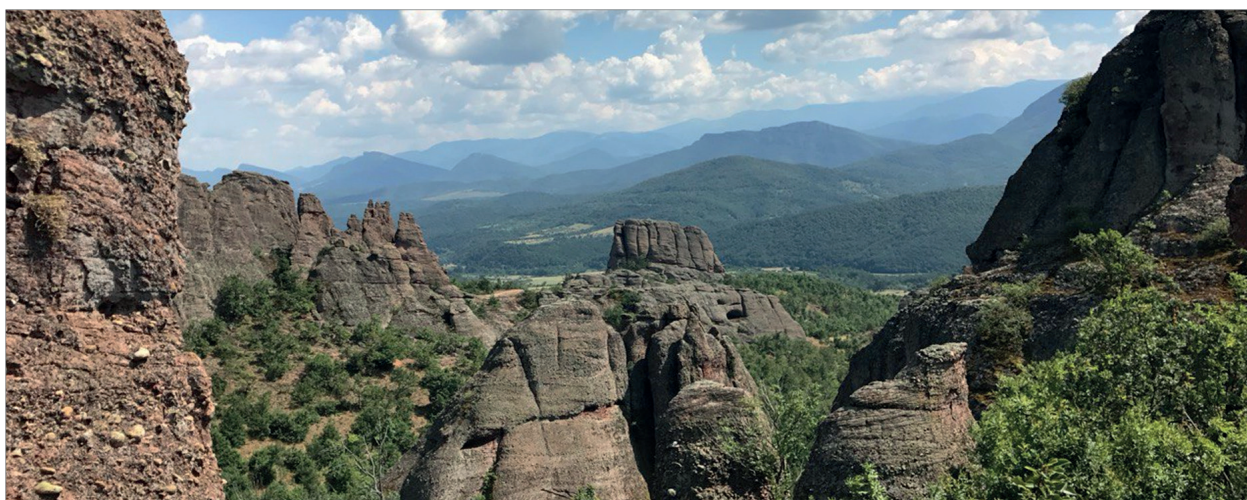


Рис. 1 / Fig. 1. Панорамный вид Белоградчишских скал / Panoramic view of the Belogradchik Rocks

Источник: фото Э. А. Лозбенева

Склоновые урочища отличаются большим разнообразием. Выделяется несколько типов склонов. Очень крутые склоны имеют наиболее сложный и пересечённый рельеф. Господствуют дуб-цер и дуб скальный, которые растут часто на обнажённых участках. Чаше встречаются урочища крутых склонов. Здесь также доминируют дубовые леса, под которыми формируются литозёмы (рис. 2). Эти склоны в 60-х гг. прошлого века местами были искусственно облесены сосной обыкновенной, которая хорошо прижилась, однако подрост отсутствует. Наибольшие площади занимают урочища покатых склонов. Хорошо выражены вогнутые склоны, которые являются водосборами для нижележащих эрозионных форм. Также выделяются выпуклые и прямые склоны. На оптимально увлажнённых склонах господствуют дубовые леса на горно-бурых почвах. На наиболее увлажнённых участках в почвах формируется глеевый горизонт.

Интересными являются урочища делювиальных шлейфов. Буковые леса этих урочищ тянутся узкой полосой вдоль подножий крупных останцов. Почвы отличаются повышенным увлажнением. Очень

хорошо выделяются молодые поверхности педиментации. Они занимают пространства между скальными выходами и являются продуктами разрушения горных пород. Долгое время они использовались в качестве пастбищ, сейчас активно зарастают тёрном и ежевикой.

На территории исследуемого участка выделяются 3 типа эрозионных форм: лощины, балки и овраги. Лощины имеют слабо выработанный профиль. Овраги – также молодые образования, наследующие и прорезающие днища более древних балок (рис. 3). Днища довольно сильно врезаны на несколько метров. По склонам в условиях избыточного увлажнения и большой затенённости произрастают дубово-буковые, дубово-грабово-буковые леса. Балки, напротив, имеют широкий U-образный профиль. Используются местным населением под виноградники [11].

Оценка эстетической привлекательности выделенных ландшафтных комплексов на территории исследования проводилась непосредственно в полевых условиях в ходе маршрутной съёмки. Были определены 15 элементарных визуальных показателей, которые оценивались на основе



Рис. 2 / Fig. 2. Урочища крутых склонов под дубовыми лесами / Steep slopes under oak forests

Источник: фото Н. Н. Калуцковой



Рис. 3 / Fig. 3. Овраги под буковыми лесами / Ravines under beech forests

Источник: фото Н. Н. Калуцковой

данных аэрофотосъёмки высокого разрешения с БПЛА.

Оценка каждого показателя осуществлялась с использованием индивидуальных ГИС-моделей, состоящих из последовательных связанных процессов геообработки данных в соответствии с разработанной балльной системой [18]. Для балльной оценки все показатели были разделены на 2 группы: *качественные* показатели — описывающие ценность компонентов в пейзаже, и *количественные* — описывающие признаки обилия объектов в пейзаже. Качественные показатели оценивались по их наличию от 0 (при отсутствии) до 2 баллов. Показателям с количественными характеристиками присваивались баллы в зависимости от угла обзора с точек наблюдения (от 1 до 4) [9; 13].

К качественным показателям относятся:

1. доминанта в пейзаже;
2. глубина и разнообразие перспектив;
3. ненарушенность пейзажа;
4. наличие водных объектов;
5. общая лесистость пейзажа.

К количественным показателям относятся:

1. многоплановость;
2. поясность;
3. обилие горных вершин;
4. обилие горных вершин на линии горизонта;
5. обилие останцов;
6. обилие залесённых горных вершин;
7. обилие различных древостоев;
8. оптимальное количество открытых пространств;
9. оптимальное количество антропогенных объектов (населённых пунктов, усадеб и отдельных построек);
10. силуэтность антропогенных объектов на линии горизонта.

После автоматизированной оценки эстетических показателей и верификации полученных результатов с маршрутными наблюдениями была проведена оценка визуально-эстетического качества всей территории Белоградчишских скал. Оценка осуществлялась на основе комбинированной цифровой модели рельефа (SRTM DEM + DTM с БПЛА) для всей территории исследования по регулярной сетке с шагом 80 м. Оптимальное расстояние между модельными точками было определено эмпирическим путём с учётом максимального охвата территории.

В общей сложности автоматически было выделено около 1 130 модельных точек (рис. 4а). Каждая из точек была оценена по уже указанным 15 показателям, баллы которых затем суммировались в интегральную оценку их видового качества.

В зависимости от интегральных баллов эстетической оценки было проведено зонирование территории по степени эстетической привлекательности открывающихся пейзажных видов с потенциальных обзорных точек: низкая — менее 30 баллов, средняя — 31–34 балла, высокая — 35–38 баллов и особая — более 39 баллов (рис. 4б).

Следующий этап заключался в анализе, насколько выделенные ландшафтные комплексы являются определёнными в визуально-эстетическом отношении. Отрицательный результат мог быть связан с тем, что отдельные ландшафтные выделы, относящиеся к одному тому же типу урочища, характеризовались бы существенно

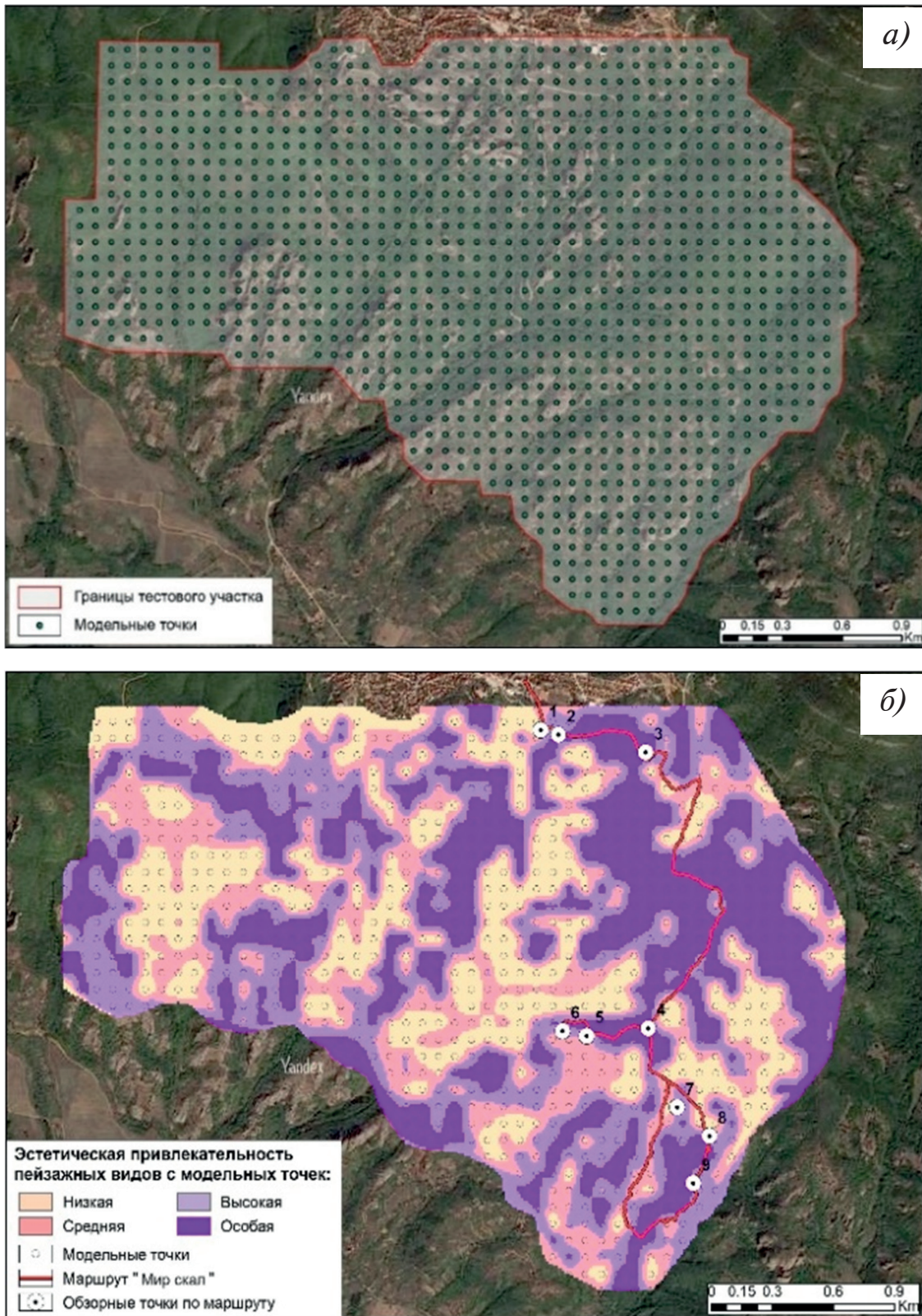


Рис. 4 / Fig. 4. *а* – регулярная сетка с модельными точками обзора в пределах территории исследования; *б* – зонирование территории по степени эстетической привлекательности пейзажных видов / *а* – regular grid with model viewpoints within the study area; *б* – zoning of the area according to the degree of aesthetic attractiveness of landscape views

Источник: составлено авторами

разными оценками их качества или в пределах одного урочища оценки слишком варьировали, что делало бы интегральную оценку их визульно-эстетического качества очень условной.

Для этих целей все выделенные 58 видов ландшафтных комплексов были объединены в 18 типов, учитывая их геоморфологи-

ческие различия (вершинные поверхности, склоны и т. д.) и различия растительного покрова (дубовые, грабовые леса и т. д.) (рис. 5а). Визуально-эстетическое качество этих типов оценивалось по совокупности обзорных точек в их пределах с расчётом долей точек с разной степенью эстетической привлекательности (рис. 5б).

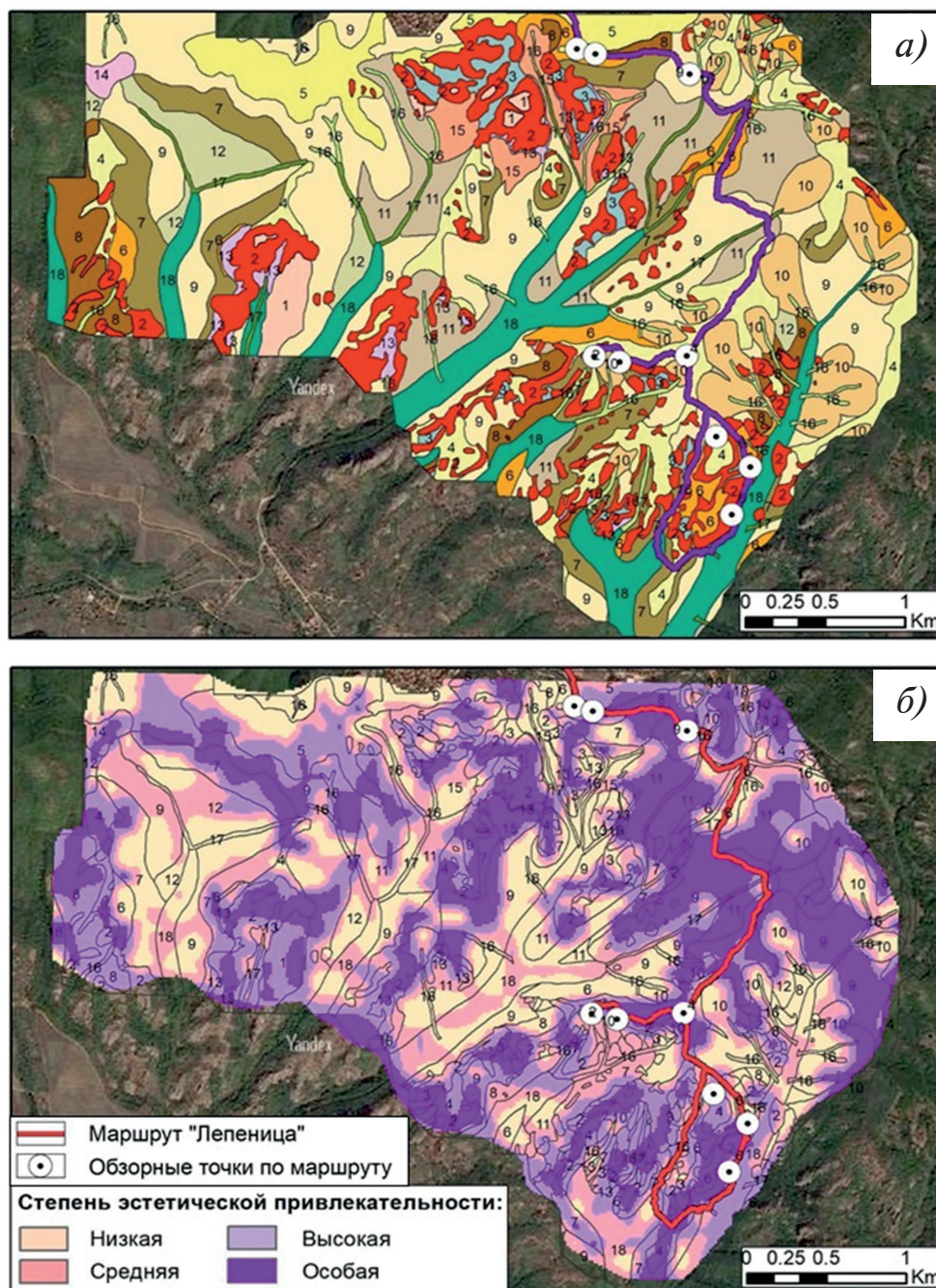


Рис. 5 / Fig. 5. а – типы урочищ природной достопримечательности Белоградчишские скалы (описание урочищ на рис. 9б) ; б – эстетическая привлекательность пейзажных видов с обзорных точек основных типов урочищ / а – types of natural landmarks of the Belogradchishka Rocks (description of natural landmarks in Fig. 9b); б – aesthetic appeal of landscape views from observation points of the main types of natural landmarks

Источник: составлено авторами

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:
ТИПИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТНЫХ
КОМПЛЕКСОВ**

Сопоставление карты типов ландшафтных комплексов в ранге урочищ и полученной оценки визуально-эстетического качества модельных точек показывает, что только для половины типов урочищ (9 из 18) точки эстетической привлекательности получили очень близкие значения (рис. 5б). К ним относятся, например, останцы, в пределах которых более 60% обзорных точек были отмечены как точки особой эстетической ценности. Поэтому этот тип урочищ был полностью отнесён к категории особой эстетической ценности. В качестве второго примера можно назвать урочища лощин. Для них максимальное количество обзорных точек (68%) показало низкую степень эстетической привлекательности. Этот тип был отнесён к категории низкой эстетической привлекательности.

Но, например, для типа урочищ крутых склонов гряд под дубовыми лесами на литозёмах 39% обзорных точек оказались очень высокой эстетической привлекательности, 12% – высокой, 32% – средней и 17% – низкой. Поэтому требовалось установить факторы, которые определяют это различие в оценках визуально-эстетического качества таких типов урочищ. На основании анализа данных эти факторы

были определены. К ним относятся: высотное положение, характеристики растительного покрова (сомкнутость древостоя и породный состав) и положение относительно других комплексов.

Высотное положение обзорных точек в значительной степени влияет на эстетическую оценку. Была применена шкала разделения высотных уровней с разницей в 30 м (от 340 до 650 м н.у.м.). Для каждого уровня были определены доли обзорных точек с определенной степенью аттрактивности открывающихся пейзажных видов (рис. 6).

Анализ изменения характера растительного покрова, а именно сомкнутости крон древостоя, также оказывает существенное влияние на визуально-эстетическое качество ландшафтного комплекса (рис. 7). С увеличением сомкнутости крон древостоя возрастает доля обзорных точек с более низкой аттрактивностью открывающихся пейзажных видов. При этом должен учитываться породный состав.

Большое влияние на эстетическую оценку оказал и третий параметр – положение урочищ относительно соседних комплексов (рис. 8). Один и тот же тип урочищ в зависимости от близкого расположения других комплексов может быть полностью или частично «закрытым». Поэтому наиболее высокие баллы эстетической оценки получили природные комплексы с открытыми панорамными видами. Гораздо меньшей степенью эстетической привле-

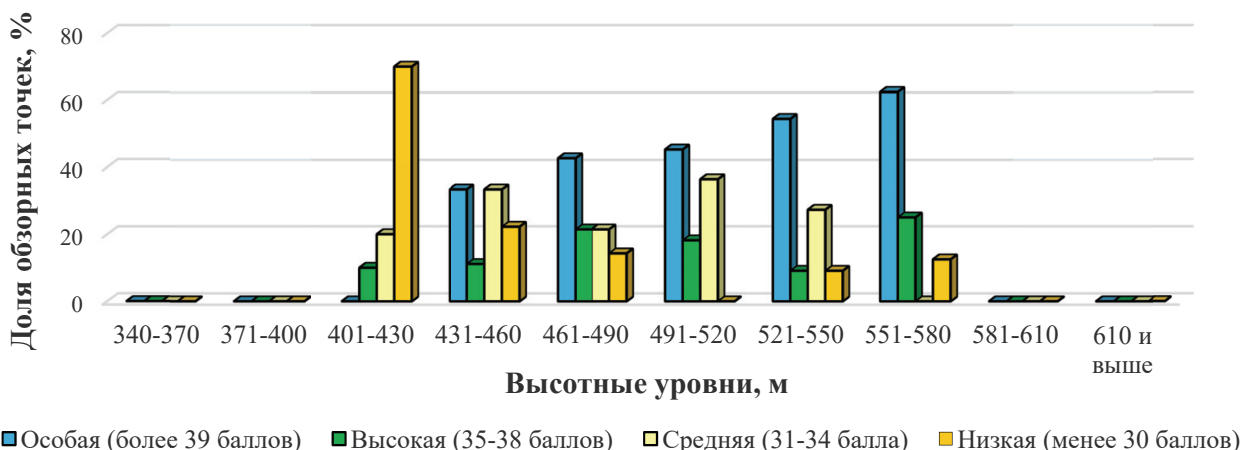


Рис. 6 / Fig. 6. Соотношение обзорных точек по высотным уровням на примере покатых склонов гряд (прямых) под дубовыми лесами / The ratio of observation points by altitude levels, using the example of gentle slopes of ridges (straight) under oak forests

Источник: составлено авторами

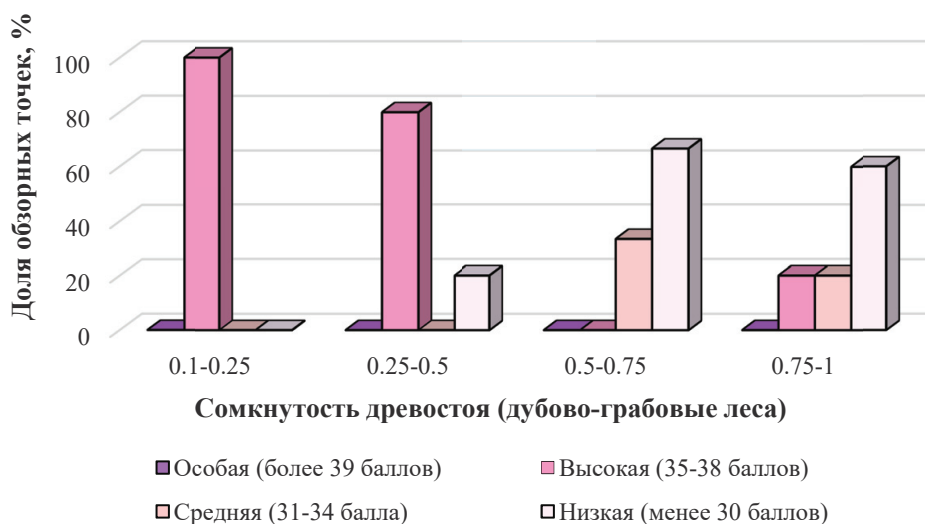


Рис. 7 / Fig. 7. Влияние характеристик растительного покрова на эстетические оценки на примере вершинных поверхностей гряд под дубово-грабовыми лесами / The influence of vegetation characteristics on aesthetic evaluations, using the example of the top surfaces of ridges under oak-hornbeam forests

Источник: составлено авторами

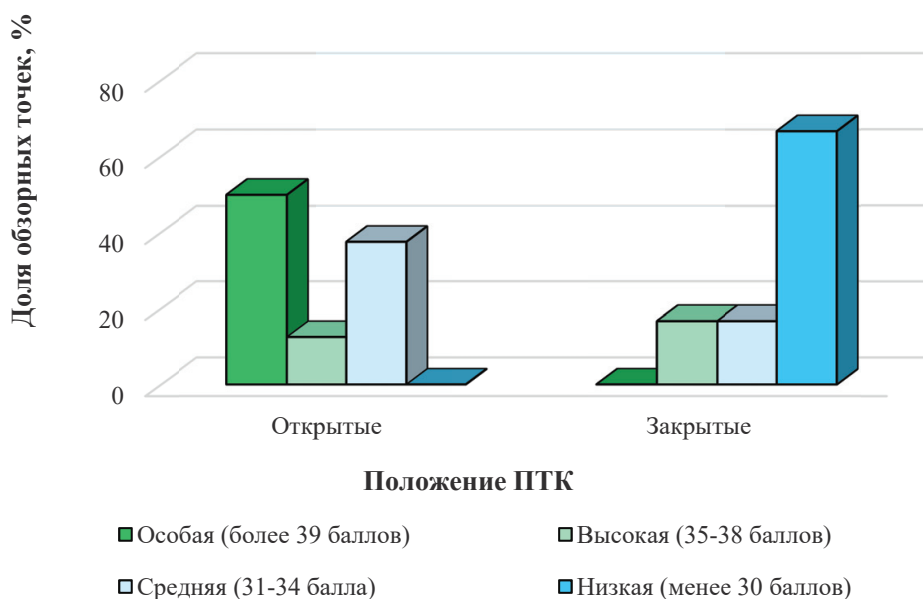


Рис. 8 / Fig. 8. Особенности эстетических оценок в зависимости от положения природных комплексов на примере делювиальных шлейфов под буковыми лесами / Peculiarities of aesthetic assessments depending on the position of natural complexes, using the example of deluvial plumes under beech forests

Источник: составлено авторами

кательности обладают закрытые урочища, «зажатые» между скальными останцами, которые ограничили свободное восприятие пейзажных видов.

Такой анализ позволил провести деление типов ландшафтов с неоднозначной визуально-эстетической оценкой на под-

типы, которые уже имеют определённое визуально-эстетическое качество. В результате получена ландшафтно-эстетическая классификация урочищ.

В целом было выделено 29 типов и подтипов (в случае неоднозначности оценок) урочищ (рис. 9а–9б). К ним относятся

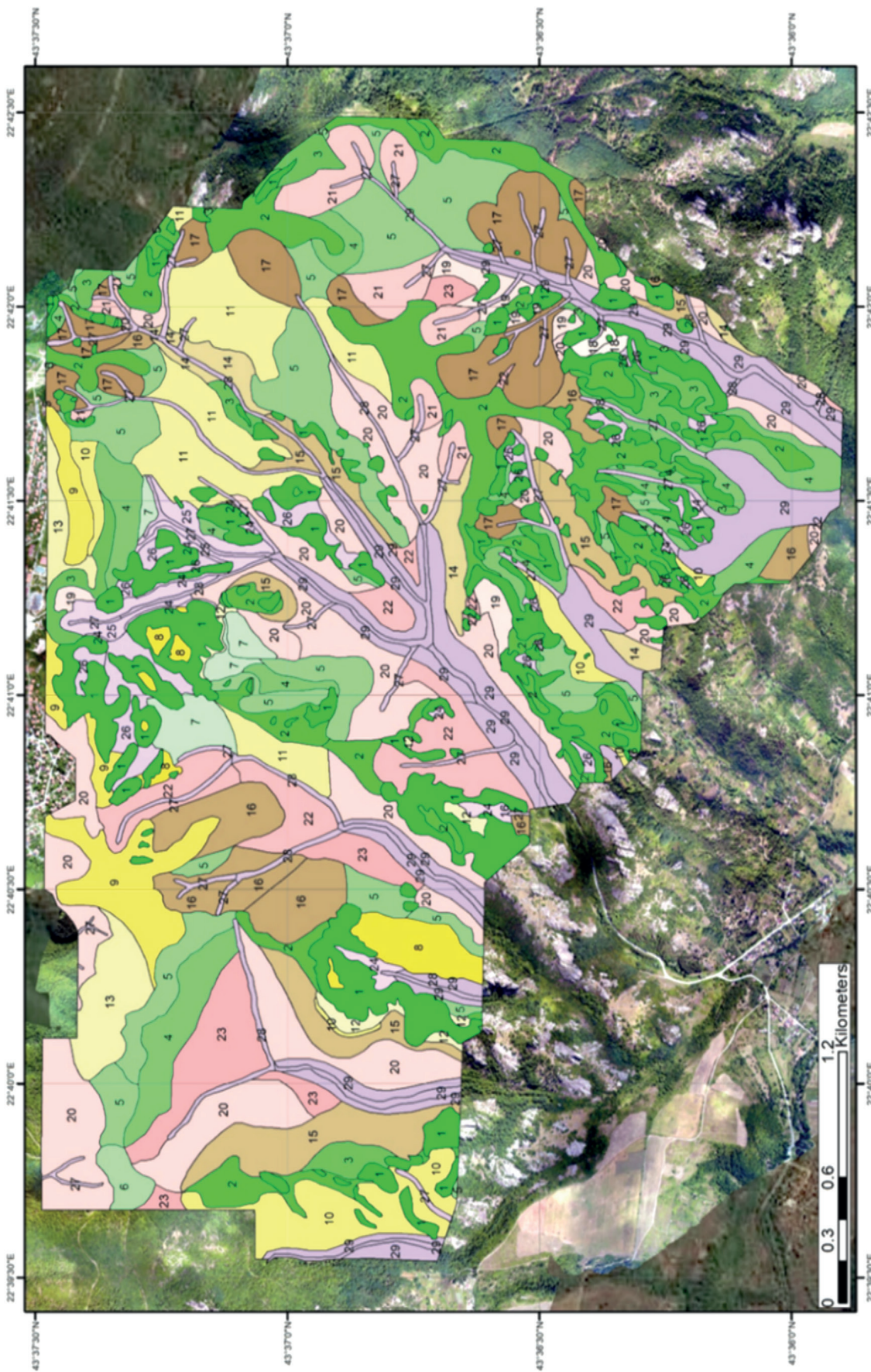


Рис. 9а / Fig. 9a. Типизация ландшафтных комплексов Белоградчишских скал по визуально-эстетической ценности / Typification of the Belogradchik rock landscape complexes by visual and aesthetic value

Источник: составлено авторами

I. ПТК ОСОБОЙ ВИЗУАЛЬНО-ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

- 1 Нерасчлененные комплексы склонов и вершинных поверхностей останцов верхнего высотного уровня с редким мохово-лишайниковым покровом, открытые
- 2 Вершинные поверхности гряд верхнего высотного уровня под золотобородниково-разнотравными лугами и дубовыми редколесьями, открытые
- 3 Очень крутые склоны гряд верхнего высотного уровня под разреженными дубовыми лесами и сосновыми посадками, открытые
- 4 Крутые склоны гряд верхнего высотного уровня под разреженными лесами из дуба скального с грабинником, открытые
- 5 Покатые прямые склоны гряд верхнего высотного уровня под дубовыми и дубово-сосновыми разреженными лесами, открытые
- 6 Седловины верхнего высотного уровня под злаково-клеверовыми лугами, открытые
- 7 Слабонаклонные поверхности педиментации нижнего высотного уровня под злаково-высокотравными лугами и зарослями акации, открытые

II. ПТК ВЫСОКОЙ ВИЗУАЛЬНО-ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

- 8 Плоские и пологонаклонные вершинные поверхности останцов верхнего высотного уровня под мохово-лишайниковым покровом и редкими дубами, открытые
- 9 Вершинные поверхности гряд верхнего высотного уровня под сосновыми разреженными посадками, открытые
- 10 Крутые склоны гряд верхнего высотного уровня под разреженными грабово-дубовыми лесами и сосновыми посадками, открытые
- 11 Пологие склоны гряд верхнего высотного уровня под разреженными дубовыми лесами, открытые
- 12 Делювиальные шлейфы верхнего высотного уровня, под разреженными буковыми лесами, открытые

III. ПТК СРЕДНЕЙ ВИЗУАЛЬНО-ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

- 13 Вершинные поверхности гряд верхнего высотного уровня под сомкнутыми дубово-грабовыми лесами, открытые
- 14 Очень крутые склоны гряд нижнего высотного уровня, под дубовыми и ясеневыми сомкнутыми лесами, открытые
- 15 Крутые склоны гряд нижнего высотного уровня, под сомкнутыми лесами из дуба скального с грабинником, открытые
- 16 Покатые прямые склоны гряд нижнего высотного уровня под злаковыми лугами и разреженными дубовыми лесами, открытые
- 17 Покатые вогнутые склоны гряд нижнего высотного уровня под разреженными дубовыми лесами с грабинником, открытые

IV. ПТК НИЗКОЙ ВИЗУАЛЬНО-ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

- 18 Очень крутые склоны гряд верхнего высотного уровня под разреженными дубовыми и грабово-дубовыми лесами, закрытые
- 19 Крутые склоны гряд нижнего высотного уровня под разреженными грабово-дубовыми лесами, закрытые
- 20 Покатые прямые склоны гряд нижнего высотного уровня под сомкнутыми дубовыми лесами, открытые
- 21 Покатые вогнутые склоны гряд нижнего высотного уровня, под сомкнутыми дубовыми и грабово-дубовыми лесами, открытые
- 22 Пологие склоны гряд нижнего высотного уровня под разреженными дубовыми, дубово-грабовыми и дубово-сосновыми лесами, открытые
- 23 Пологие склоны гряд нижнего высотного уровня под разреженными зарослями из терна и ежевики, открытые
- 24 Делювиальные шлейфы нижнего высотного уровня под сомкнутыми буковыми лесами, закрытые
- 25 Слабонаклонные поверхности педиментации нижнего высотного уровня под разреженными буковыми лесами, закрытые
- 26 Теснины между останцов нижнего высотного уровня под сомкнутыми дубовыми, дубово-грабовыми и буковыми лесами, закрытые
- 27 Лощины нижнего высотного уровня под сомкнутыми дубово-буковыми и буковыми мертвопокровными лесами, закрытые
- 28 Комплексы склонов и днищ оврагов нижнего высотного уровня под сомкнутыми дубово-грабовыми и дубово-буковыми мертвопокровными лесами, закрытые
- 29 Комплексы склонов и днищ балок нижнего высотного уровня под сомкнутыми дубово-буковыми лесами и буковыми лесами, закрытые

Рис. 96 / Fig. 96. Условные обозначения к карте «Типизация ландшафтных комплексов Белоградчишских скал по визуальной и эстетической ценности» / Legend to the map Typification of landscape complexes of Belogradchish rocks by visual and aesthetic value

Источник: составлено авторами

природные комплексы особой, высокой, средней и низкой визуально-эстетической ценности.

Анализ карты показал, что особая визуально-эстетическая ценность присуща почти 1/3 территории исследования (34%). Это наиболее открытые урочища, занимающие самые верхние высотные уровни (выше 500 м): остроконечные останцы, вершинные поверхности гряд, очень крутые и крутые склоны. Здесь практически отсутствует древесный покров, исключения оставляют отдельные дубы по расщелинам. Большинство эстетических показателей было оценено максимальным количеством баллов.

Высокая визуально-эстетическая ценность отмечена для 16% территории исследования. Примерами служат урочища останцов с плоскими вершинными поверхностями и урочища крутых склонов гряд. Они также занимают верхние высотные уровни, хотя и несколько ниже по высоте. Важной характеристикой является наличие разреженного древостоя (дубовые леса, сосновые посадки). За счёт высотного положения эти ландшафтные комплексы отличаются открытостью для наблюдателя.

Примерно такую же площадь (15%) занимают комплексы средней визуально-эстетической ценности, расположенные на нижнем высотном уровне. Как правило, это склоны различной крутизны под довольно сомкнутым древесным покровом.

Комплексы низкой визуально-эстетической ценности по площади занимают также 1/3 территории (35%). Во многом такая оценка в «эстетической тени» объясняется закрытостью урочищ и положением в пределах нижнего высотного уровня. К ним относятся делювиальные шлейфы, поверхности педиментации и эрозионные формы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование территории Белоградчишских скал на основе дистанционной съемки позволило провести площадную (с шагом 80 м) визуально-эстетическую оценку всех типов ландшафтных комплек-

сов в ранге урочищ. Выяснено, что половина типов урочищ (9 из 18) обладают однородными характеристиками их визуально-эстетического качества в пределах их границ. Для остальных типов урочищ полученные оценки обзорных точек показывают значительные расхождения.

Статистический анализ эстетических оценок всех модельных точек (1130) позволил определить, что восприятие в пределах одного комплекса может сильно различаться из-за 3 дифференцирующих факторов: высотного положения, характеристики растительного покрова (полнота древостоя и породный состав) и положения относительно других комплексов в ландшафте. Эти факторы послужили основанием выделения подтипов урочищ, которые характеризуются однородными оценками визуально-эстетического качества в пределах их границ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева В. Л. Оценка аттрактивности ресурсов учебно-экологических троп // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2022. № 2. С. 94–104. DOI: 10.52065/2519-402X-2022-258-2-94-104
2. Бибаева А. Ю. Эстетическая оценка ландшафтов на региональном уровне (на примере Центральной экологической зоны Байкальской природной территории) // География и природные ресурсы. 2022. № 2. С. 169–176. DOI: 10.15372/GIPR20220218
3. Борзов А. А. Картины по географии России. М.: Гросман и Кнебель. 1908. 192 с.
4. Вдовюк Л. Н., Мотошина А. А. Методические приемы оценки эстетических свойств ландшафтов Тюменской области // Вестник Тюменского государственного университета. 2013. № 4. С. 58–66.
5. Горбунов Р. В., Табунщик В. А., Горбунова Т. Ю. Нерешенные теоретические и методологические вопросы при эстетической оценке ландшафтов // Географический вестник. 2020. № 3. С. 6–22. DOI: 10.17072/2079-7877-2020-3-6-22
6. Дирин Д. А., Попов Е. С. Оценка пейзажно-эстетической привлекательности ландшафтов: методологический обзор // Известия Алтайского государственного университета. 2010. № 3. С. 120–124.
7. Кочуров Б. И., Бучацкая Н. В. Оценка эстетического потенциала ландшафта // Юг

- России: экология и развитие. 2007. № 4. С. 25–34.
8. Калуцкова Н. Н., Дронин Н. М. Научные подходы к исследованию пейзажей в отечественном ландшафтоведении в начале XX в. / Исторический подход в географии и геоэкологии: мат-лы конф. Петрозаводск: ПетрГУ, 2023. С. 457–462. DOI: 10.33933/rshu/g1c23-74
 9. Калуцкова Н. Н., Лозбенева Э. А. Оценка эстетических свойств равнинных ландшафтов дистанционными методами зондирования Земли (на примере Музея-заповедника «Куликово поле») // Известия Русского географического общества. 2022. Т. 155. № 5-6. С. 47–59. DOI: 10.31857/S0869607122050056
 10. Ладик Е. И., Прохорова Т. Р. Оценка эстетической привлекательности пейзажей при планировании рекреационных зон (на примере Белгородской области // Техническая эстетика и дизайн-исследования. 2020. Т. 2. № 1. С. 36–50.
 11. Калуцкова Н. Н., Смержок М. А. Применение ГИС для создания геопарка «Белоградчишские скалы» (Болгария) // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2012. Т. 18. С. 322–326.
 12. Калуцкова Н. Н., Синьовски Д., Дронин Н. М., Шеремет Э. А. Опыт номинирования геологических парков в глобальную сеть ЮНЕСКО // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2019. № 2. С. 80–93. DOI: 10.18384/2310-7189-2019-2-80-93
 13. Лозбенева Э. А., Калуцкова Н. Н. Использование данных дистанционного зондирования для оптимизации туристско-рекреационных маршрутов на территории геопарков // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Серия Естественные и точные науки. 2023. Т. 17. № 1. С. 50–59. DOI: 10.31161/1995-0675-2023-17-1-50-59
 14. Нечаев А. П. Картины Родины. Типичные ландшафты России в связи с ее геологическим прошлым. СПб.: Товарищество И. Д. Сытина и Ко. 1905. 105 с.
 15. Николаев В. А. Феномен пейзажа // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2002. № 6. С. 12–19.
 16. Ротанова И. Н., Васильева О. А. Оценка эстетической привлекательности ландшафтов проектируемого природного парка «Предгорье Алтая» с применением геоинформационных технологий / Наука и туризм: стратегии взаимодействия. 2017. Вып. 7. С. 29–36.
 17. Семенов-Тянь-Шанский В. П. Район и страна. М-Л.: Государственное изд-во, 1928. 312 с.
 18. Шеремет Э. А., Дехнич В. С., Калуцкова Н. Н. Возможности применения ГИС-технологий для оценки визуальных свойств ландшафтов при организации геопарков // Известия Русского географического общества. 2020. Т. 152. № 6. С. 69–78. DOI: 10.31857/S0869607120060063
 19. Эрингис К. И., Бударюнас А.-Р. А. Сущность и методика детального эколого-эстетического исследования пейзажей // Экология и эстетика ландшафта. Вильнюс: Минтис, 1975. С. 107–160.
 20. Dai Y. Exploring Metrics to Establish an Optimal Model for Image Aesthetic Assessment and Analysis // Journal of Imaging. 2022. Vol. 8. DOI: 10.3390/jimaging8040085
 21. Ivanovic M., Lukic T., Milentijevic N., Bojovic V., Valjarevic A. Assessment of geosites as a basis for geotourism development: A case study of the Toplica District, Serbia // Open Geosciences. 2023. Vol. 15. DOI: 10.1515/geo-2022-0589
 22. Mundher R., Abu Bakar S., Maulan S., Yusof M.J.M., Al-Sharaa A., et al. Aesthetic Quality Assessment of Landscapes as a Model for Urban Forest Areas: A Systematic Literature Review // Forests. 2022. Vol. 13. DOI: 10.3390/f13070991
 23. Palmer J. F. The contribution of a GIS-based landscape assessment model to a scientifically rigorous approach to visual impact assessment // Landscape Urban Planning. 2019. Vol. 189. P. 80–90. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2019.03.005
 24. Sahraoui Y., Clauzel C., Foltete J.-C. A metrics-based approach for modeling covariation of visual and ecological landscape qualities // Ecological Indicators. 2021. Vol. 123. P. 1–12. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.107331
 25. Sinnyovsky D., Tronkov D. Belogradchik Rocks, Bulgaria: Geological Setting, Genesis and Geoconservation Value // Geoheritage. 2012. Vol. 4. № 3. P. 153–164. DOI: 10.1007/s12371-011-0048-7

REFERENCES

1. Andreeva V. L. [Assessment of the attractiveness of the resources of educational and environmental trails]. In: *Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoye khozyaystvo, prirodopol'zovaniye i pererabotka vozobnovlyayemykh resursov* [Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, Natural Resource Management and Renewable Resource Processing], 2022, no. 2, pp. 94–104. DOI: 10.52065/2519-402X-2022-258-2-94-104

2. Bibaeva A. Yu. [Aesthetic assessment of landscapes at the regional level (on the example of the Central Ecological Zone of the Baikal Natural Territory)]. In: *Geografiya i prirodnnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2022, no. 2, pp. 169–76. DOI: 10.15372/GIPR20220218
3. Borzov A. A. *Kartiny po geografii Rossii* [Paintings on the geography of Russia]. Moscow, Grosman and Knebel Publ., 1908. 192 p.
4. Vdovyuk L. N., Motoshina A. A. [Methodological techniques for assessing the aesthetic properties of landscapes of the Tyumen region]. In: *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Tyumen State University], 2013, no. 4, pp. 58–66.
5. Gorbunov R. V., Tabunshchik V. A., Gorbunova T. Yu. [Unresolved theoretical and methodological issues in the aesthetic assessment of landscapes]. In: *Geograficheskiy vestnik* [Geographical Bulletin], 2020, no. 3, pp. 6–22. DOI: 10.17072/2079-7877-2020-3-6-22
6. Dirin D. A., Popov E. S. [Assessment of landscape-aesthetic attractiveness of landscapes: methodological review]. In: *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta* [News of Altai State University], 2010, no. 3, pp. 120–124
7. Kochurov B. I., Buchatskaya N. V. [Assessment of the aesthetic potential of the landscape]. In: *Yug Rossii: ekologiya i razvitiye* [South of Russia: ecology and development], 2007, no. 4, pp. 25–34.
8. Kalutskova N. N., Dronin N. M. [Scientific approaches to the study of landscapes in domestic landscape science at the beginning of the 20th century]. In: *Istoricheskiy podkhod v geografii i geoekologii* [Historical approach in geography and geoecology]. Petrozavodsk: PetrSU Publ., 2023, pp. 457–462. DOI: 10.33933/rshu/g1c23-74
9. Kalutskova N. N., Lozbeneva E. A. [Assessment of the aesthetic properties of lowland landscapes by remote Earth sensing methods (on the example of the Kulikovo Field Museum-Reserve)]. In: *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva* [News of the Russian Geographical Society], 2022, vol. 155, no. 5-6, pp. 47–59. DOI: 10.31857/S0869607122050056
10. Ladik E. I., Prokhorova T. R. [Assessment of the aesthetic attractiveness of landscapes when planning recreational areas (on the example of the Belgorod region)]. In: *Tekhnicheskaya estetika i dizayn-issledovaniya* [Technical aesthetics and design research], 2020, 2-1, 36–50.
11. Kalutskova N. N., Smorzok M. A. [The use of GIS to create the Belogradchish Rocks geopark (Bulgaria)]. In: *InterKarto. InterGIS*, 2012, no. 18, pp. 322–326.
12. Kalutskova N. N., Sinovsky D., Dronin N. M., Sheremet E. A. [Experience in nominating geological parks to the UNESCO global network]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblasnogo universiteta. Seriya: Yestestvennyye nauki* [Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural Sciences], 2019, no. 2, pp. 80–93. DOI: 10.18384/2310-7189-2019-2-80-93
13. Lozbeneva, E. A. & Kalutskova, N. N. (2023). The use of remote sensing data to optimize tourist and recreational routes on the territory of geoparks. In: *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya Yestestvennyye i tochnyye nauki* [News Dagestan State Pedagogical University. Natural and Exact Sciences series], 2023, vol. 17, no. 1, pp. 50–59. DOI: 10.31161/1995-0675-2023-17-1-50-59
14. Nechaev A. P. *Kartiny Rodiny. Tipichnyye landshafty Rossii v svyazi s yeye geologicheskim proshlym*. [Pictures of the Motherland. Typical landscapes of Russia due to its geological past]. St. Petersburg: Partnership of I. D. Sytin and Co Publ., 1905. 105 p.
15. Nikolaev V. A. [The phenomenon of landscape]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 2002, no. 6, pp. 12–19.
16. Rotanova I. N., Vasilyeva O. A. [Assessment of the aesthetic attractiveness of the landscapes of the designed natural park "Foothills of Altai" using geographic information technologies]. In: *Nauka i turizm: strategii vzaimodeystviya* [Science and tourism: interaction strategies], 2017, no. 7, pp. 29–36.
17. Semenov-Tyan-Shansky V. P. *Rayon i strana* [District and country]. Moscow-Leningrad, State Publishing House, 1928. 312 p.
18. Sheremet E. A., Dekhnich V. S., Kalutskova N. N. [The possibilities of using GIS technologies to assess the visual properties of landscapes in the organization of geoparks]. In: *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva* [News of the Russian Geographical Society], 2020, vol. 152, no. 6, pp. 69–78. DOI: 10.31857/S0869607120060063
19. Eringis K. I., Budryunas A.-R. A. [Essence and methodology of a detailed ecological and aesthetic study of landscapes]. In: *Ekologiya i estetika landshafta* [Ecology and aesthetics of the landscape]. Vilnius: Mintis Publ., 1975, pp. 107–160.
20. Dai Y. Exploring Metrics to Establish an Optimal Model for Image Aesthetic Assessment and Analysis. In: *Journal of Imaging*, 2022, vol. 8. DOI: 10.3390/jimaging8040085

21. Ivanovic M., Lukic T., Milentijevic N., Bojovic V., Valjarevic A. Assessment of geosites as a basis for geotourism development: A case study of the Toplica District, Serbia. In: *Open Geosciences*, 2023, vol. 15. DOI: 10.1515/geo-2022-0589
22. Mundher R., Abu Bakar S., Maulan S., Yusof M.J.M., Al-Sharaa A., et al. Aesthetic Quality Assessment of Landscapes as a Model for Urban Forest Areas: A Systematic Literature Review. In: *Forests*, 2022, vol. 13. DOI: 10.3390/f13070991
23. Palmer J. F. The contribution of a GIS-based landscape assessment model to a scientific-ly rigorous approach to visual impact assessment. In: *Landscape Urban Planning*, 2019, vol. 189, pp. 80–90. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2019.03.005
24. Sahraoui Y., Clauzel C., Foltete J.-C. A metrics-based approach for modeling covariation of visual and ecological landscape qualities. In: *Ecological Indicators*, 2021, vol. 123, pp. 1–12. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.107331
25. Sinnyovsky D., Tronkov D. Belogradchik Rocks, Bulgaria: Geological Setting, Genesis and Geoconservation Value. In: *Geoheritage*, 2012, vol. 4, no. 3, pp. 153–164. DOI: 10.1007/s12371-011-0048-7

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Калуцкова Наталия Николаевна (г. Москва) — кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и ландшафтоведения географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: nat_nnk@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5725-6371

Лозбенева Элина Алексеевна (г. Москва) — кандидат географических наук, инженер кафедры физической географии и ландшафтоведения географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: elina7-sheremet@mail.ru; ORCID 0000-0002-8668-2182

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nataliya N. Kalutskova (Moscow) — PhD (Geography), Assoc. Prof., Department of Physical Geography and Landscape Science, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: nat_nnk@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5725-6371

Elina A. Lozbeneva (Moscow) — PhD (Geography), Engineer, Department of Physical Geography and Landscape Science, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: elina7-sheremet@mail.ru; ORCID 0000-0002-8668-2182

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЛАНДШАФТОВ И БИОИНДИКАЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Научная статья

УДК 581.95+502.4(574.5)

DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-83-100

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ФАУНЫ РЕДКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ УЗБЕКИСТАНА

© СС ВУ Кашкаров Р. Д.¹, Митропольская Ю. О.²

¹ *Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

e-mail: roman.kashkarov@iba.uz; ORCID: 0000-0003-4757-3036

² *Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

e-mail: yuliya.mitropolskaya27@gmail.com; ORCID: 0009-0009-5019-1996

Поступила в редакцию 13.05.2025

После доработки 12.08.2025

Принята к публикации 25.08.2025

Аннотация

Цель. Продемонстрировать возможности оценки современного состояния фаун в разрезе административных областей с применением стандартных подходов как инструмента для выявления наиболее острых природоохранных проблем и определения путей их решения.

Процедура и методы. В соответствии с наиболее признанными взглядами на систематику таксонов составлены актуальные видовые списки наземных позвоночных животных Узбекистана. Для всей территории Узбекистана, с учётом существующих международных классификаций, подготовлен фиксированный двухуровневый список основных типов экосистем. Составлены оригинальные карты экосистем и местообитаний. Для оценки значимости фаунистического разнообразия административных областей страны использован разработанный авторами комплекс индикаторов.

Результаты. Инвентаризация фауны позвоночных животных с использованием стандартных подходов позволила выявить современный видовой состав редких млекопитающих в разрезе 3 сопредельных административных областей восточной части Узбекистана – Ташкентской, Сырдарьинской и Джизакской. Проведён сравнительный анализ сходства и различий фаун редких млекопитающих исследованных административных областей по 10-балльной шкале с использованием 4 индикаторов. Выявлены особенности и закономерности территориального распределения видов.

Теоретическая и/или практическая значимость. Инвентаризация и оценка состояния фаун в разрезе административных областей с использованием стандартных подходов является первым опытом такой работы для Узбекистана и Центральной Азии. Результаты исследований послужат основой для обновления видовых очерков очередного издания Красной книги Республики Узбекистан, обоснования природоохранных статусов и статусов угроз видов, предотвращению или смягчению воздействий на них негативных факторов, разработки и осуществления мероприятий по их сохранению и восстановлению.

Ключевые слова: инвентаризация фауны, мониторинг биоразнообразия, популяция, редкие виды млекопитающих, типы местообитаний, устойчивое использование

Благодарности: Работа выполнена в 2018–2024 гг. в рамках фундаментальных научных исследований лаборатории позвоночных животных Института зоологии Академии наук Республики Узбекистан по теме «Инвентаризация и оценка современного состояния фауны наземных позвоночных животных и разработка научно-практических рекомендаций по её устойчивому использованию».

Для цитирования:

Кашкаров Р. Д., Митропольская Ю. О. Анализ современного состояния фауны редких млекопитающих восточной части Узбекистана // Географическая среда и живые системы. 2025. № 3. С. 83–100. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-83-100

Original Article

ANALYSIS OF THE CURRENT STATUS OF THE FAUNA OF RARE MAMMALS OF EASTERN PART OF UZBEKISTAN**R. Kashkarov¹, Yu. Mitropolskaya²**

¹ *Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Tashkent, Republic of Uzbekistan
e-mail: roman.kashkarov@iba.uz; ORCID: 0000-0003-4757-3036*

² *Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Tashkent, Republic of Uzbekistan
e-mail: yuliya.mitropolskaya27@gmail.com; ORCID: 0009-0009-5019-1996*

Received 13.05.2025

Revised 12.08.2025

Accepted 25.08.2025

Abstract

Aim. Demonstrate the ability to assess the current status of faunas in administrative areas using standardised approaches as a tool for identifying the most pressing conservation problems and determining how to address them

Methodology. In accordance with the most recognised views on taxon systematics, up-to-date species lists of terrestrial vertebrates of Uzbekistan were compiled. A fixed two-level list of the main types of ecosystems was prepared for the whole territory of Uzbekistan, taking into account the existing international classifications. Original maps of ecosystems and habitats have been compiled. A set of indicators developed by the authors was used to assess the significance of faunal diversity of administrative regions of the country.

Results. Inventory of vertebrate fauna using standard approaches allowed to identify the current species composition of rare mammals in the section of 3 adjacent administrative regions of the eastern part of Uzbekistan, Tashkent, Syrdarya and Jizzak. A comparative analysis of similarities and differences of rare mammal faunas of the studied administrative regions on a 10-point scale using 4 indicators was carried out. Peculiarities and regularities of territorial distribution of species were revealed.

Research implications. The inventory and assessment of fauna status in the context of administrative regions using standardised approaches is the first experience of such work for Uzbekistan and Central Asia. The results of the research will serve as a basis for updating the species sketches of the next edition of the Red Data Book of the Republic of Uzbekistan, substantiating conservation and threatened species statuses, preventing or mitigating negative impacts on them, and developing and implementing measures for their conservation and restoration.

Keywords: fauna inventory, biodiversity monitoring, population, rare mammal species, habitat types, sustainable use

Acknowledgments. The work was carried out in 2018–2024 within the framework of fundamental scientific research of the laboratory of vertebrate animals of the Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan on the theme «Inventory and assessment of the current state of the fauna of terrestrial vertebrate animals and development of scientific and practical recommendations for its sustainable use».

For citation:

Kashkarov R. D., Mitropolskaya Yu. O. Analysis of the current status of the fauna of rare mammals of eastern part of Uzbekistan. In: Geographical Environment and Living Systems, 2025, no. 3, pp. 83–100. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-83-100

ВВЕДЕНИЕ

В условиях интенсивного экономического развития Узбекистана возрастают антропогенные нагрузки на природные ландшафты и биоресурсы. Это сокращает площади естественных экосистем страны, приводит к деградации мест обитания, сокращению численности видов. Вопросы сохранения и устойчивого использования компонентов биоразнообразия приобретают все более актуальный характер.

В целях обеспечения сохранения и устойчивого использования биоразнообразия, осуществления комплекса мер по снижению темпов деградации естественных экосистем, восстановления редких и исчезающих видов Кабинетом министров Республики Узбекистан принят ряд постановлений¹.

В этих базовых документах определены приоритетные направления и действия для сохранения и устойчивого использования фаунистического разнообразия в Узбекистане: развитие системы охраняемых природных территорий; ведение национальной Красной книги; государственное регулирование пользования объектами животного мира и ведение кадастра животного мира; мониторинг биоразнообразия. Основой всех перечисленных действий являются инвентаризация и оценка современного состояния фауны. Они позволяют разработать систему мониторинга как инструмента для сохранения и устойчивого использования биоразнообразия.

Первыми работами по инвентаризации фауны Узбекистана еще в середине XX столетия стали масштабные исследования Института зоологии Академии наук Узбекской ССР по основным географическим районам республики. По результатам этих

исследований были опубликованы 6 фаунистических сводок: по Голодной степи (1962 г.) [10], по югу Узбекистана (1964 г.) [1], по Каршинской степи (1967 г.) [18], по хребту Нуратау (1970 г.) [20], по пустыне Кызылкум (1971 г.) [27] и по Ферганской долине (1974 г.) [2]. Эти основополагающие работы до настоящего времени не потеряли своей актуальности.

Однако за прошедшие 50 лет природные территории Узбекистана подверглись значительной антропогенной трансформации. Одновременно изменились система территориальной охраны и методы природопользования. В настоящее время охрану и контроль за использованием ресурсов биоразнообразия осуществляют 12 областных управлений Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан. В дополнение к этому основные научные кадры сосредоточены в областных вузах, сотрудники которых обладают необходимым потенциалом для проведения инвентаризации фауны и разработки системы мониторинга в своих областях.

Таким образом, охрана и использование биоресурсов в Узбекистане имеют четкую административную структуру. И для всех без исключения областей республики необходима ревизия современного состояния фауны как основа системы долгосрочного мониторинга и анализа происходящих изменений.

В 2018 г. в лаборатории позвоночных животных Института зоологии Академии наук Республики Узбекистан впервые для страны под руководством авторов данной статьи были разработаны стандартные подходы к инвентаризации и оценке современного состояния фауны в разрезе административных областей республики [7].

В предлагаемой статье, впервые для Узбекистана, проводится сравнительный анализ состояния популяций редких видов млекопитающих по основным стандартным показателям, полученным в ходе исследований трёх областей восточной части Узбекистана. Цель исследования – продемонстрировать значимость данного подхода для выявления наиболее острых природоохранных проблем и определения путей их решения.

¹ Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан №ПКМ–484 от 11 июня 2019 года «Об утверждении Стратегии по сохранению биоразнообразия в Республике Узбекистан на период 2019–2028 годы» [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/docs/4372841> (дата обращения: 05.02.2025).

Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан №ПКМ–737 от 5 сентября 2019 года «О совершенствовании системы мониторинга окружающей природной среды в Республике Узбекистан» [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/ru/docs/4502814> (дата обращения: 05.02.2025).

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И ОЦЕНКЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ФАУНЫ

Основой для инвентаризации и оценки современного состояния фауны различных регионов Узбекистана являются списки видов, перечни типов местообитаний и существующих воздействий (угроз). Эти 3 составляющие должны быть совместимыми и сравнимыми между собой.

На момент начала инвентаризации общие списки позвоночных животных для Узбекистана содержались только в 2 публикациях [9; 13] и были далеко не полными. Поэтому на первом этапе исследований нами были подготовлены обновлённые видовые списки наземных позвоночных животных Узбекистана с учётом всех доступных опубликованных и ведомственных данных и в соответствии с современными, наиболее признанными взглядами на систематику таксонов [3; 11; 14; 24]. Каждому виду был присвоен 4-значный идентификационный номер (ID), первая цифра которого обозначает класс: 1 – рыбы, 2 – амфибии, 3 – рептилии, 4 – птицы, 5 – млекопитающие; следующие 3 цифры – это порядковый номер вида в систематическом списке. Указаны национальные и международные природоохранные статусы² и категории угроз [8; 15; 17]. В частности, современный список млекопитающих Узбекистана включает в себя 109 видов.

На втором этапе для всей территории Узбекистана был разработан фиксированный двухуровневый список из 8 основных типов экосистем, включающих 22 типа местообитаний. За основу списка взяты существующие международные классификации – Habitats Classification Scheme IUCN (Version 3.1) [5] и Перечень биомов и местообитаний *BirdLife International* [12], адаптированные к ландшафтным, климатическим, экосистемным и фаунистическим особенностям страны [19] (табл. 1).

Для целей инвентаризации и оценки состояния фауны исследованных адми-

нистративных областей в соответствии с данным списком были составлены оригинальные карты экосистем и местообитаний. Для определения границ различных местообитаний использовались официальные картографические материалы [4; 6; 23; 26], а также визуальная интерпретация космоснимков высокого разрешения в программе Google Earth.

Для целей проекта также был использован стандартный список основных угроз, приводящих к потере биоразнообразия [21].

По итогам исследований 2018–2024 гг. нами был разработан комплекс из 8 индикаторов для оценки значимости фаунистического разнообразия административных областей страны [16]. В настоящей статье для анализа фаун редких видов млекопитающих использованы 4 индикатора.

ТЕРРИТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ДАННЫЕ ДЛЯ АНАЛИЗА

В 2018–2024 гг. инвентаризация фауны позвоночных животных в рамках научных исследований лаборатории, была проведена в 3 сопредельных административных областях восточной части Узбекистана – Ташкентской, Сырдарьинской и Джизакской (рис. 1).

Фактически все 3 области представляют единую природную территорию на востоке страны площадью более 40 000 км², включающую в себя большое разнообразие ландшафтов, подверженных различным типам и степени антропогенных воздействий (рис. 1–3).

Ташкентская область Узбекистана, общей площадью 15 250 км², в своей юго-западной части представлена равнинными участками в междуречье двух крупных рек – Чирчика и Ахангарана, впадающих в Сырдарью. Большая часть этой территории – более 4 700 км² представляет собой равнинные агроландшафты. Более 10 000 км² северо-восточной части области занимают отроги горной системы Западного Тянь-Шаня – хребты Каржантау, Угамский, Пскемский, Майдантальский, Таласский Кураминский и Чаткальский, с обширными низкогорьями (адырами). Диапазон высот территории области – от 270

² IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019–2 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iucn-redlist.org> (дата обращения: 18.03.2025).

Таблица 1 / Table 1

Основные типы экосистем (I–VIII) и местообитаний (1–22) Узбекистана / Main types of ecosystems (I–VIII) and habitats (1–22) Uzbekistan

I. Пустыни	
1. Песчаные пустыни	Песчаные массивы различного типа (барханные, грядовые, всхолмленные и т. д.) – основной ландшафт пустыни Кызылкум
2. Щебнистые пустыни	Основные ландшафты плато Устюрт и части пустыни Кызылкум
3. Глинистые пустыни	Равнинные участки бассейнов рек Кашкадарья и Сырдарья – Каршинская и Голодная степь
4. Солончаковая пустыня	Засоленные участки впадин и бессточных котловин пустыни Кызылкум, плато Устюрт, дельты реки Амударья и др.
5. Останцовые возвышенности	Низкие сухие горы пустыни Кызылкум и северной оконечности Гиссаро-Алая
6. Обрывы и чинки	Плато Устюрт и края крупных солончаковых впадин пустыни Кызылкум
II. Речные долины	
7. Пойменные местообитания	Участки вдоль рек Амударья, Сырдарья, Заравшан, Чирчик, Ахангаран, Кашкадарья и их притоков
8. Песчаные массивы	Участки наносных речных песков по берегам крупных рек (Дальверзинский массив, Язьяванские пески и др.)
III. Водоемы	
9. Водоемы и прибрежные территории	Водохранилища, озёра и заболоченные территории различного происхождения, с прибрежной растительностью
IV. Предгорья	
10. Подгорные равнины и адыры	Глинистые предгорья Западного Тянь-Шаня и Памиро-Алая
V. Низкогорья	
11. Низкогорья	Древесно-кустарниковые местообитания и саваноиды ниже пояса горного леса
VI. Среднегорья	
12. Горный лиственный лес и лесосады	
13. Арчовый лес	
14. Среднегорные луга	Открытые травянистые и луговые склоны среднего пояса гор
15. Скалы и осыпи	Выходы коренных пород в пределах среднего пояса гор
VII. Высокогорья	
16. Субальпийские луга:	Открытые луговые пространства выше горного леса, с высокотравной растительностью и арчовым стлаником
17. Альпийские луга	Низкотравные луга и нагорные ксерофиты
18. Нивальный пояс	Ледники и скальники в водораздельной части хребтов
VIII. Антропогенные территории	
19. Населенные пункты	Населённые пункты всех типов и урбанизированные территории
20. Пахотные земли	Территории, занятые под сельскохозяйственные культуры, включая богарные посевы
21. Сады и виноградники	
22. Неудобья	Залежные земли и участки вдоль оросительных каналов, межи полей

Источник: составлено авторами по [5; 15; 19]



Рис. 1 / Fig. 1. Территория исследований – Ташкентская (1), Сырдарьинская (2) и Джизакская (3) области восточной части Узбекистана / Study area – Tashkent (1), Syrdarya (2) and Jizzak (3) regions of the eastern part of Uzbekistan

Источник: составлено авторами

до 3 980 м н.у.м. На территории области нами выделено 16 основных типов местообитаний позвоночных животных (рис. 2). В 2018–2020 гг. полевые исследования были проведены на 270 пунктах и охватили практически все типы местообитаний; в электронную базу данных было внесено 2 047 записей о всех известных для данной территории встречах млекопитающих. По результатам этих исследований, фауна млекопитающих Ташкентской области включает 68 видов 6 отрядов и 21 семейства.

Современная площадь Сырдарьинской области – 4 280 км². Территория полностью равнинная, диапазон высот от 250 до 400 м н.у.м., представлена естествен-

ными понижениями – Джетысайской и Сардобинской впадинами, небольшими озерами. В восточной части находятся речные террасы р. Сырдарья. Здесь расположены сопутствующие этому ландшафту старицы, небольшие водоёмы, отдельные массивы приречных песков и участки тугайного леса. Это наиболее освоенная из всех административных областей. Порядка 3 700 км² области составляют агроландшафты т. н. Голодной степи. На территории области нами выделено 9 основных типов местообитаний позвоночных животных (рис. 3). В 2021–2024 гг. здесь было обследовано 80 пунктов в пределах всех типов местообитаний. В электронную

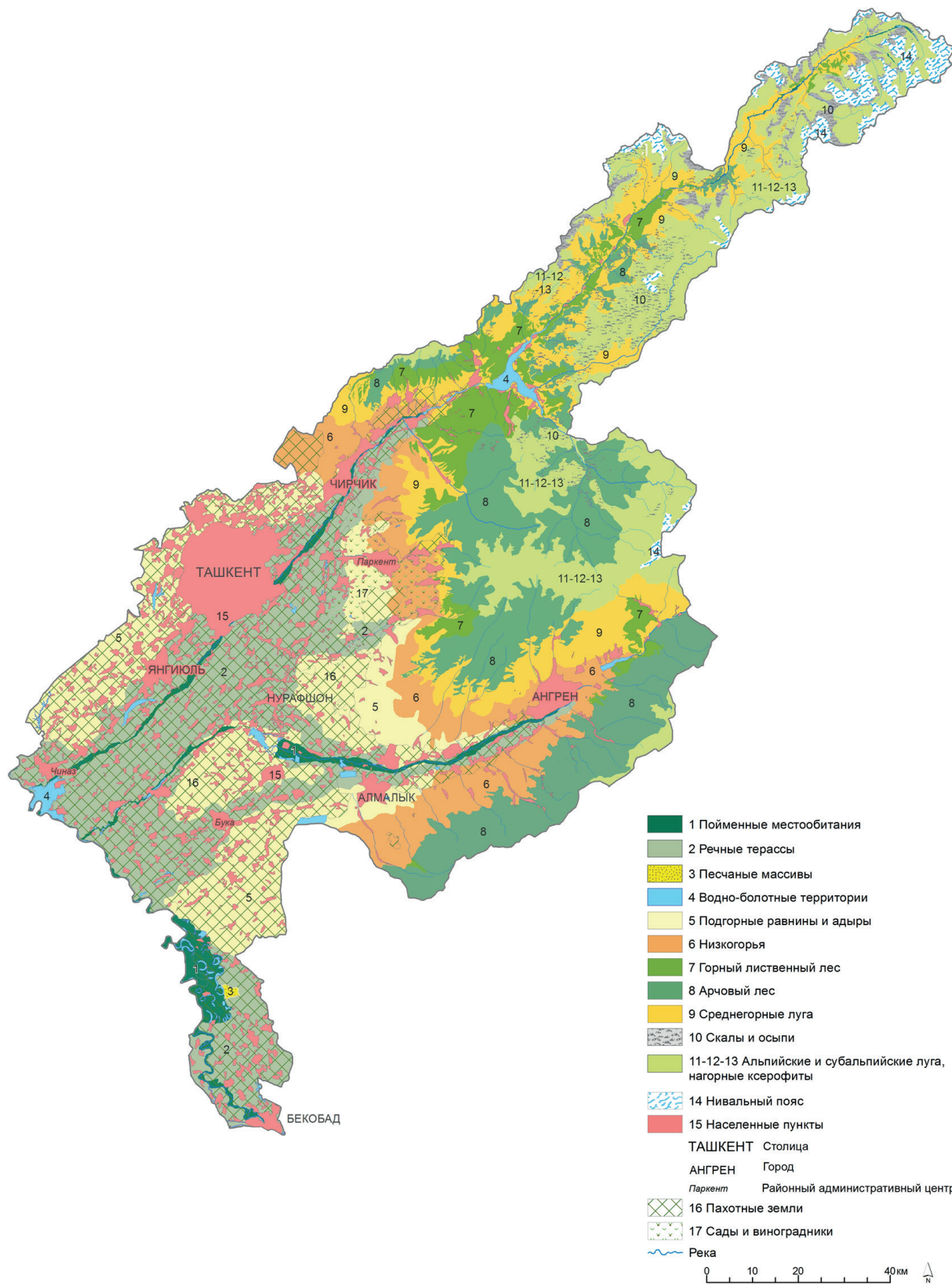
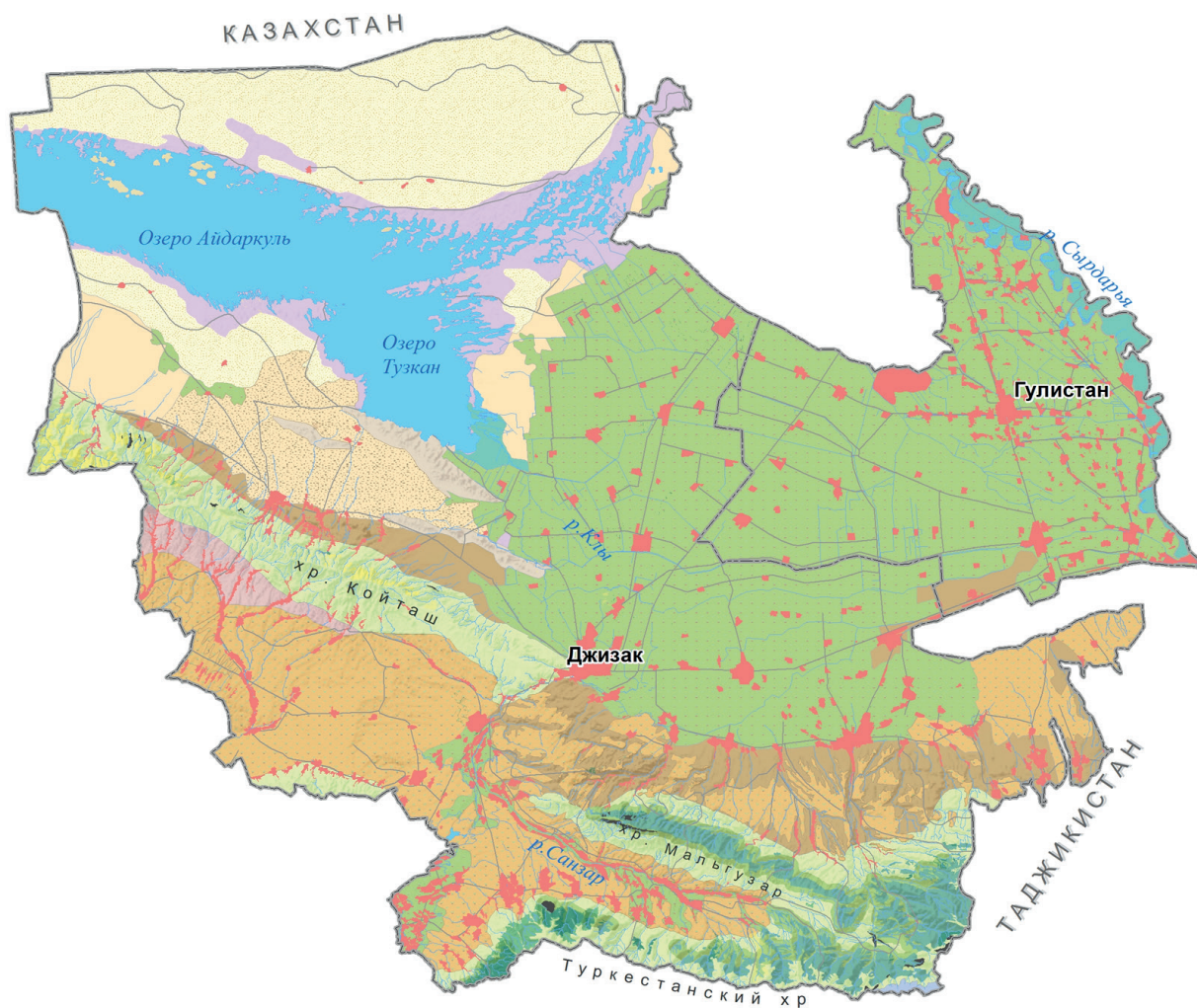


Рис. 2 / Fig. 2. Основные типы местообитаний Ташкентской области / Main habitat types of Tashkent region

Источник: [4; 6]



Местообитания Джизакской и Сырдарьинской области

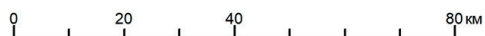


Рис. 3 / Fig. 3. Основные типы местообитаний Сырдарьинской и Джизакской областей / Main habitat types of Syrdarya and Jizzak regions

Источник: [4; 6]

базу данных было внесено 330 записей о всех известных для области встречах млекопитающих. В настоящее время в пределах Сырдарьинской области зарегистрировано 38 видов млекопитающих 6 отрядов и 15 семейств.

Площадь Джизакской области составляет 21 210 км². В отличие от Сырдарьинской, значительная часть территории Джизакской области (более 4 500 км²) представлена предгорьями и среднегорьями западной части Туркестанского хребта и хребтом Нуратау. Площадь северной подгорной равнины хребта Нуратау составляет около 1 600 км². В этих типах ландшафтов земледелие, как наиболее разрушающее антропогенное воздействие, практически отсутствует, основным является выпас скота. Более 3600 км² северной части области занимают водно-болотные угодья Айдар-Арнасайской системы озёр и около 2 100 км² – восточная часть пустыни Кызылкум. Порядка 6 000 км² области от северного подножия Туркестанского хребта до южного побережья Айдар-Арнасайской системы озёр занимает общая с Сырдарьинской областью территория – Голодная степь. Это обширная равнинная часть, превращённая за прошедшие 50 лет в типичные агроландшафты. Территория

области включает 20 типов местообитаний позвоночных животных (рис. 3). В 2021–2024 гг. здесь обследовано 255 пунктов во всех основных типах местообитаний. В электронную базу данных встреч млекопитающих внесено 968 записей. Современное видовое разнообразие млекопитающих Джизакской области представлено 67 видами 6 отрядов и 19 семейств.

Таким образом, с использованием стандартных подходов получен обширный материал по фауне и состоянию мест обитаний видов позвоночных животных для 3 административных областей восточной части Узбекистана.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ФАУН РЕДКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ТАШКЕНТСКОЙ, СЫРДАРЬИНСКОЙ И ДЖИЗАКСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

Результаты проведённой инвентаризации показали, что современная фауна млекопитающих Ташкентской, Сырдарьинской и Джизакской областей достоверно включает 15 редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, относящихся к 5 отрядам (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Современный список, природоохранные статусы и статусы угрозы редких и находящихся под угрозой исчезновения видов млекопитающих на территории исследований / Modern list and conservation statuses of rare, threatened and endangered mammal species of the study area

№	Научное название	Русское название Английское название	Природоохранный статус				Обитание в области		
			UzRDB	IUCN	CITES	CMS	Ташкентская	Сырдарьинская	Джизакская
<i>MAMMALIA</i> – МЛЕКОПИТАЮЩИЕ – MAMMALS									
Отряд <i>INSECTIVORA</i> – НАСЕКОМОЯДНЫЕ – INSECTIVORES									
Семейство <i>ERINACEIDAE</i> – ЕЖОВЫЕ – HEDGEHOGS									
1	<i>Hemiechinus hypomelas</i> Brandt, 1836	Длинноиглый ёж Brandt's Hedgehog	3(NT)				–	–	+

№	Научное название	Русское название Английское название	Природоохранный статус				Обитание в области		
			UzRDB	IUCN	CITES	CMS	Ташкентская	Сырдарьинская	Джизакская
Отряд CHIROPTERA – РУКОКРЫЛЫЕ – КЎРШАПАЛАКЛАР – BATS									
Семейство RHINOLOPHIDAE – ПОДКОВОНОСЫЕ – HORSESHOE BATS									
2	<i>Rhinolophus hipposideros</i> Bechstein, 1800	Малый подковонос Lesser Horseshoe Bat	2(VU:D)			II	+	–	+
Семейство VESPERTILIONIDAE – ГЛАДКОНОСЫЕ – EVENING BATS									
3	<i>Otonycteris hemprichi</i> Peters, 1859	Белобрюхий стрелоух Hemprich's Long-eared Bat	2(VU:R)				–	▼	+
Семейство MOLOSSIDAE – СКЛАДЧАТОГУБЫЕ									
4	<i>Tadarida teniotis</i> Rafinesque, 1814	Широкоухий складчатогуб Free-tailed Bat	2(VU:R)			II	+	–	–
Отряд RODENTIA – ГРЫЗУНЫ – RODENTS									
Семейство SCIURIDAE – БЕЛИЧЬИ – SQUIRRELS									
5	<i>Marmota menzbieri</i> Kashkarov, 1925	Сурок Мензбира Menzbier's marmot	1(EN)	VU			+	–	–
Семейство ALLACTAGIDAE – ЛОЖНОТУШКАНЧИКОВЫЕ									
6	<i>Allactaga vinogradovi</i> Argyropulo, 1951	Тушканчик Виноградова Vinogradov's Jerboa	2(VU:R)				–	–	+
Отряд CARNIVORA – ХИЩНЫЕ – CARNIVORES									
Семейство CANIDAE – ПСОВЫЕ – CANIDS									
7	<i>Vulpes corsac</i> Linnaeus, 1768	Корсак Corsac Fox	2(VU:D)				+	+	+
8	<i>Cuon alpinus</i> Pallas, 1811	Красный волк Dhole	–	EN	II		+?	–	–
Семейство MUSTELIDAE – КУНЬИ – MUSTELIDS									
9	<i>Mustela eversmanni</i> Lesson, 1827	Степной хорёк Steppe Polecat	2(VU:D)				+	+	+
10	<i>Vormela peregusna</i> Guldenstaedt, 1770	Перевязка Marbled Polecat	2(VU:D)	VU			+	+	+
Семейство URSIDAE – МЕДВЕЖЬИ – BEARS									
11	<i>Ursus arctos isabellinus</i> Horsfieldi, 1826	Тяньшанский бурый медведь Tien Shan Brown Bear	2(VU:R)			I	+	–	+
Семейство FELIDAE – КОШАЧЬИ – CATS									
12	<i>Felis manul</i> Pallas, 1776	Манул Pallas's Cat	4(DD)	NT	II		+?	–	–
13	<i>Caracal caracal</i> Schreber, 1776	Каракал Caracal	1(CR)			I	–	–	+?
14	<i>Lynx lynx isabellinus</i> Blyth, 1847	Туркестанская рысь Turkestan Lynx	2(VU:D)			II	+	–	+
15	<i>Panthera uncia</i> Schreber, 1775	Снежный барс Snow Leopard	1(CR)	VU	I	I	+	–	+

№	Научное название	Русское название Английское название	Природоохранный статус				Обитание в области		
			UzRDB	IUCN	CITES	CMS	Ташкентская	Сырдарьинская	Джизакская
Отряд ARTIODACTYLA – ПАРНОКОПЫТНЫЕ – EVEN-TOED UNGULATES									
Семейство BOVIDAE – ПОЛОРОГИЕ – BOVIDS									
16	<i>Gazella subgutturosa</i> Guldenstaedt, 1780	Джейран Goitered Gazelle	2(VU:D)	VU		II	–	▼	+
17	<i>Ovis ammon severtzovi</i> Nasonov, 1914	Баран Северцова Severtsov's (Kyzylkum) Argali	2(VU:D)	NT	II	II	–	–	+
18	<i>Ovis ammon karelini</i> Severtzov, 1873	Тяньшанский горный баран Tien Shan Argali	4(DD)	NT	II	II	+	–	–
Всего видов			15	9	9	6	10	3	12

Условные обозначения:

- + – наличие вида на территории области;
- +? – наличие вида в области требует подтверждения;
- ▼ – вид исчез с территории области

Источник: составлено авторами

Как видно из таблицы, 10 видов млекопитающих, достоверно обитающих в Ташкентской области, занесены в национальную Красную книгу³, в т. ч. 5 видов имеют статусы глобально уязвимых [8]. Например, красный волк (*Cuon alpinus*) относится к уязвимому виду на глобальном уровне, но в национальную Красную книгу не включен, т. к. за последние 80 лет на территории страны встречи с ним отмечены не были, и современное обитание вида в области требует подтверждения. Также требует подтверждения обитание в области манула, включённого в национальную Красную книгу и уязвимого на глобальном уровне. В Сырдарьинской области в настоящее время зарегистрировано 3 вида млекопитающих, включённых в национальную Красную книгу. Среди них только 1 вид – перевязка (*Vormela peregusna*) – является уязвимым на глобальном уровне. 2 вида – белобрюхий стрелоух и джейран – исчезли за последние 50 лет с территории области в связи с антропогенной

трансформацией местообитаний. 12 видов млекопитающих Джизакской области занесены в национальную Красную книгу. 4 из них также являются уязвимыми на глобальном уровне. Обитание ещё 1 редкого вида – каракала (*Caracal caracal*) – требует уточнения.

Сравнительный анализ состояния фаун редких млекопитающих, исследованных административных областей восточной части Узбекистана, был проведён по 4 индикаторам по 10-балльной шкале⁴ (табл. 3):

1. *Экосистемная репрезентативность* – представленность (количество) различных местообитаний на территории исследований и их доля от всех местообитаний страны;

2. *Индекс редких видов* – доля краснокнижных видов млекопитающих исследу-

³ IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019–2 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iucnredlist.org> (дата обращения: 18.03.2025).

⁴ Балльная оценка эквивалентна процентному соотношению и использована авторами для простоты и наглядности. Например, общее количество млекопитающих, занесённых в Красную книгу Узбекистана, составляет 32 вида (100% = 10 баллов); соответственно, общее количество млекопитающих Ташкентской области, занесённых в Красную книгу Узбекистана составляет 10 видов (31,2% = 3,1 балла).

Таблица 3 / Table 3

Оценка состояния фауны редких млекопитающих Ташкентской, Джизакской и Сырдарьинской областей / Assessment of rare mammal fauna of Tashkent, Jizzak and Syrdarya regions

Индикатор	Базовый показатель (Узбекистан)		Ташкентская область		Сырдарьинская область		Джизакская область	
	Абс.	Баллы	Абс.	Баллы	Абс.	Баллы	Абс.	Баллы
Экосистемная репрезентативность	22	10	16	7,2	9	4,1	20	9,1
Индекс редких видов	32	10	10	3,1	3	0,9	12	3,7
Индекс глобально угрожаемых видов	22	10	4	1,8	1	0,5	4	1,8
Уровень охраны фауны	6321 тыс. га	10	67,66 тыс. га	3,1	0	0	68,7 тыс. га	2,3
Средний показатель в баллах		10		3,8		1,4		4,2

Источник: составлено авторами

дуемой территории от общего количества видов, включённых в Красную книгу Узбекистана;

3. *Индекс глобально угрожаемых видов* – доля глобально угрожаемых видов исследуемой территории от общего числа видов Узбекистана, занесённых в список глобально угрожаемых видов МСОП;

4. *Уровень охраны фауны* – доля совокупной площади охраняемых природных территорий (ОПТ) I–IV категорий исследуемой территории, по сравнению с общей долей ОПТ в целом для страны.

Итоговые средние показатели состояния фаун редких видов млекопитающих для Ташкентской и Джизакской областей достаточно близки – 3,8 и 4,2 балла соответственно. Большое разнообразие экосистем (экосистемная репрезентативность) этих областей обуславливает большое разнообразие и высокие индексы редких видов в фауне этих территорий. Экосистемная репрезентативность Ташкентской области ниже Джизакской области почти на 2 балла, поскольку здесь естественно отсутствуют ландшафты пустынь и останцовых низкогорий.

Для фауны Сырдарьинской области итоговый средний показатель составляет 1,4 балла. Равнинный рельеф и высокий уровень хозяйственного освоения этой области закономерно определяют значительно более низкую экосистемную репре-

зентативность и малое количество редких видов в фауне.

Уровень охраны фауны – важный показатель ее устойчивости. Общая площадь ОПТ республики составляет 14,08% от общей площади страны [22], или 10 баллов. Для Ташкентской области этот показатель составляет 3,1 балла, для Джизакской области – 2,3 балла. В Сырдарьинской области ОПТ I–IV категорий отсутствуют, что в совокупности с интенсивным сельскохозяйственным освоением крайне негативно отражается на состоянии фауны и ограничивает возможности для восстановления экосистем и мест обитаний.

Использование стандартного списка типов местообитаний (табл. 1) позволило также проанализировать особенности территориального распределения редких и глобально угрожаемых видов млекопитающих в разрезе административных областей.

Территория Ташкентской области более чем на 60% состоит из предгорных и горных ландшафтов. Порядка 30% территории, в основном равнинные участки и предгорья области, трансформированы в агроландшафты и промышленные зоны. Исторически 8 из 10 обитающих в области редких и угрожаемых млекопитающих являются типично горными видами – малый подковонос, широкоухий складчатогуб, сурок Мензбира, перевязка, тяньшанский

Таблица 4 / Table 4

Распределение редких млекопитающих по основным типам экосистем Ташкентской, Сырдарьинской и Джизакской областей / Distribution of rare mammals in the main types of ecosystems of Tashkent, Syrdarya and Jizzak regions

Основные типы естественных экосистем (I–VIII) и местообитаний (1–22)	Виды		
	Ташкентская область	Сырдарьинская область	Джизакская область
I. Пустыни			
1. Песчаные пустыни	Местообитания отсутствуют	Местообитания отсутствуют	перевязка, каракал, джейран
2. Щебнистые пустыни	Местообитания отсутствуют	Местообитания отсутствуют	—
3. Глинистые пустыни	Местообитания отсутствуют	степной хорёк, перевязка, корсак	длинноиглый ёж, корсак, степной хорёк, перевязка, джейран
4. Солончаковая пустыня	Местообитания отсутствуют	—	—
5. Останцовые возвышенности	Местообитания отсутствуют	Местообитания отсутствуют	малый подковонос, длинноиглый ёж
6. Обрывы и чинки	Местообитания отсутствуют	Местообитания отсутствуют	Местообитания отсутствуют
II. Речные долины			
7. Пойменные местообитания	степной хорёк	степной хорёк, перевязка	перевязка
8. Песчаные массивы	—	—	Местообитания отсутствуют
III. Водоёмы			
9. Водоёмы и прибрежные территории	степной хорёк	степной хорёк, перевязка	перевязка
IV. Предгорья			
10. Подгорные равнины и адыры	кормак, степной хорёк	Местообитания отсутствуют (полностью освоены)	длинноиглый ёж, бело-брюхий стрелоух, тушканчик Виноградова, корсак, степной хорёк, перевязка, баран Северцова
V. Низкогорья			
11. Древственно-кустарниковые места обитания ниже пояса горного леса	малый подковонос	Местообитания отсутствуют	длинноиглый ёж, малый подковонос, белобрюхий стрелоух, баран Северцова
VI. Среднегорья			
12. Горный лиственный лес и лесосады	малый подковонос, туркестанская рысь, Тяньшанский бурый медведь	Местообитания отсутствуют	длинноиглый ёж, малый подковонос, Тяньшанский бурый медведь, туркестанская рысь, баран Северцова
13. Арчовый лес	малый подковонос, туркестанская рысь, Тяньшанский бурый медведь	Местообитания отсутствуют	Тяньшанский бурый медведь
14. Среднегорные луга	Тяньшанский бурый медведь	Местообитания отсутствуют	Тяньшанский бурый медведь

Основные типы естественных экосистем (I–VIII) и местообитаний (1–22)	Виды		
	Ташкентская область	Сырдарьинская область	Джизакская область
15. Скалы и осыпи	Широкоухий складчатогуб, снежный барс	Местообитания отсутствуют	баран Северцова
VII. Высокогорья			
16. Субальпийские луга	сурок Мензбира, крас- ный волк, тяньшан- ский бурый медведь, перевязка, туркестан- ская рысь, снежный барс, тяньшанский горный баран,	Местообитания отсутствуют	тяньшанский бурый медведь, туркестанская рысь, снежный барс
17. Альпийские луга	сурок Мензбира, красный волк, пере- вязка, тяньшанский бурый медведь, снеж- ный барс, тяньшан- ский горный баран,	Местообитания отсутствуют	тяньшанский бурый медведь, снежный барс
18. Нивальный пояс	снежный барс	Местообитания отсутствуют	снежный барс
VIII. Антропогенные территории			
19. Населённые пункты	–	степной хорёк, перевязка	степной хорёк, перевязка
20. Пахотные земли	–	–	–
21. Сады и виноградники	–	–	–
22. Неудобья	степной хорёк	степной хорёк, перевязка	степной хорёк, перевязка

Источник: составлено авторами

бурый медведь, туркестанская рысь, снежный барс, тяньшанский горный баран.

Эти виды обитают в среднем и верхнем поясах гор, где антропогенные воздействия проявляются значительно слабее. 2 вида – корсак и степной хорёк – являются равнинными обитателями. Для этих видов известны единичные встречи на неосвоенных участках адыров и залежных землях (неудобьях).

В отличие от Ташкентской области, горные ландшафты Джизакской области занимают только 30% ее территории, порядка 40% – водно-болотные угодья и пустыня. 30% представлено агроландшафтами Голодной степи. Ландшафтные особенности оказывают значительное влияние на видовой состав и распределение редких млекопитающих этой области. Только 3 вида являются типичными обитателями среднегорий и высокогорий: тяньшанский бурый медведь,

туркестанская рысь и снежный барс. 8 видов (длинноиглый ёж, белобрюхий стрелоух, тушканчик Виноградова, корсак, степной хорек, перевязка, каракал, джейран) – типично равнинные, в основном пустынные обитатели, частично проникающие в нижний и средний пояса гор. В равнинной части области они распространены достаточно широко, в основном на подгорных равнинах и адырах, благодаря наличию здесь непригодных для освоения территорий.

До середины XX столетия, начала интенсивного освоения, современная территория Сырдарьинской области была частью солончаковой и глинистой полупустыни, известной под названием Голодная степь или Мирзачуль. Расположенная у подножия отрогов западной части Туркестанского хребта и хребта Нуратау Голодная степь простиралась на север до обширного солончака Айдар и пустыни Кы-

зылкум, на северо-востоке ограничивалась долиной р. Сырдарьи. Исторически териофауна этой территории была представлена равнинными видами — обитателями пустынь и речных долин. В настоящее время более 85% площади Сырдарьинской области превращено в агроландшафты. Фрагменты сохранившихся природных территорий области — это водно-болотные угодья юго-восточной оконечности Чардаринского водохранилища, тугайные местообитания вдоль р. Сырдарьи, неудобья, прибрежные заросли вокруг искусственно созданных водоёмов. К 1970-м годам, в результате охоты и тотального освоения целины, с территории Сырдарьинской области полностью исчез джейран, ранее многочисленный в равнинной юго-западной части Хавастского района [25].

До настоящего времени здесь сохранились 3 редких видов млекопитающих — корсак, степной хорёк и перевязка, изредка встречающиеся в пойменных местах обитания, в неудобьях и даже в сельских населённых пунктах. При этом у степного хорька и перевязки на исследованных территориях наблюдается ряд отличий в использовании местообитаний. Так, в Джизакской и Сырдарьинской областях оба эти вида, кроме пойменных участков и неудобий, также отмечаются в сельских населённых пунктах. В Ташкентской же области степной хорек обитает только в естественных стациях и в неудобьях, а перевязка в равнинной части области исторически отсутствует. Здесь обитает высокогорная, вероятно эндемичная, форма этого вида, связанная с поселениями реликтового суслика и сурка Мензбира.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большая часть редких видов животных являются стенобионтами и, соответственно, хорошими индикаторами состояния местообитаний. Особенно ярко это выражено у млекопитающих — важных компонентов экосистем, достаточно консервативных в территориальном плане благодаря особенностям своей биологии.

Как показали наши исследования, видовой состав и состояние редких и угро-

жаемых млекопитающих определяется естественными ландшафтными особенностями и историческим характером развития хозяйственной деятельности.

Так, в фауне Джизакской области представлены типичные обитатели пустынных ландшафтов — длинноиглый ёж, тушканчик Виноградова и джейран, по естественным причинам отсутствующие в Ташкентской области. В то же время в фауне Ташкентской области присутствуют 3 глобально угрожаемых эндемика Западного Тянь-Шаня, типичные обитатели высокогорий — сурок Мензбира, тяньшанский горный баран и уникальная высокогорная форма перевязки. В Джизакской области 2 эндемичных вида: обитатель низкогорий и среднегорий баран Северцова и подгорных равнин — тушканчик Виноградова. Общими для всех областей являются типичные обитатели подгорных равнин и предгорий — корсак и степной хорёк, среднего и верхнего поясов гор — тяньшанский бурый медведь, туркестанская рысь и снежный барс.

Разнородность естественных ландшафтов является важным условием для сохранения фаун. Это нужно учитывать при планировании создания новых и/или при выборе приоритетных для развития существующих ОПТ. Важным индикатором устойчивости региональных фаун является уровень территориальной охраны.

В заключении отметим, что результаты исследований по современному состоянию редких видов Ташкентской, Сырдарьинской и Джизакской областей послужат основой обновления очерков для очередного издания Красной книги Республики Узбекистан, обоснования природоохранного статуса и статусов угроз видов, предотвращению или смягчению воздействий на них негативных факторов, разработки и осуществления мероприятий по их сохранению и восстановлению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиханов Б., Акчура Ф., Насритдинов А. Экологический атлас Узбекистана. Ташкент: ЮНЕСКО, 2007. 48 с.
2. Ананьева Н. Б., Боркин Л. Я., Даревский И. С., Орлов Н. Л. Энциклопедия

- природы России. Земноводные и пресмыкающиеся. М.: АБФ, 1998. 576 с.
3. Асилбекова Х., Яруллина З., Плоцен М., Шеримбетов Х. и др. Национальный доклад о состоянии окружающей среды: Узбекистан. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iisd.org/system/files/2024-02/uzbekistan-state-of-the-environment-ru.pdf> (дата обращения: 05.06.2025).
 4. Атлас почвенного покрова Республики Узбекистан. Ташкент: Госкомземгеокадастр, 2010. 44 с.
 5. Важнейшие орнитологические территории / под ред. Р. Д. Кашкарова и др. Ташкент: Общество охраны птиц Узбекистана, 2008. 192 с.
 6. Географический атлас Узбекистана / под ред. С. А. Арабова. Ташкент: Госкомземгеокадастр, 2012. 190 с.
 7. Дубинин В. Б. К вопросу о фауне и экологии млекопитающих Хавастского района Ташкентской области УзССР // Труды Института зоологии и паразитологии АН УзССР. Т. 3. Ташкент: Фан, 1954. С. 171–185.
 8. Животный мир Голодной степи / отв. ред. В. В. Яхонтов. Ташкент: Изд. Фан, 1962. 175 с.
 9. Захидов Т. З. Биоценозы пустыни Кызылкум. Ташкент: Фан, 1971. 303 с.
 10. Красная книга Республики Узбекистана. Т. 2. Животные. Ташкент: Chinog ENK, 2019. 378 с.
 11. Кашкаров Р. Д., Митропольская Ю. О., Грицына М. А., Тен А. Г., Абдураупов Т. В. Фауна и система мониторинга позвоночных животных Ташкентской области: комплект информационно-методических материалов для природопользователей. Ташкент: Фан, 2020. 503 с.
 12. Коблик Е. А., Архипов В. Ю. Фауна птиц стран Северной Евразии в границах бывшего СССР: списки видов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 171 с.
 13. Лаханов Ж. Л. Узбекистоннинг умурткали хайвонлари аниқлағичи. Тошкент, 1988. 158 с.
 14. Летиер Э. Тематическое исследование всемирного наследия Центральной Азии. Приоритетные объекты для номинирования на включение в Список всемирного наследия на основании критериев (ix) и (x) [Электронный ресурс]. URL: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-003-Ru.pdf> (дата обращения: 20.04.2025).
 15. Митропольская Ю. О. Оценка антропогенных воздействий на фауну млекопитающих для разработки мер по их сохранению и устойчивому использованию. Ташкент: АН РУз, 2017. 43 с.
 16. Митропольская Ю., Тальских В. Обзор планирования в области сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия в Узбекистане. Ташкент, 2015. 59 с.
 17. Салихбаев Х. С., Карпенко В. П., Кашкаров Д. Ю., Остапенко М. М., Петрова А. А. и др. Экология, меры охраны и рациональное использование позвоночных животных Каршинской степи. Ташкент: Фан, 1967. 172 с.
 18. Шерназаров Э. Ш., Вашетко Э. В., Крейцберг Е. А., Быкова Е. А., Хуршут Э. Э. Позвоночные животные Узбекистана. Ташкент: Фан РУз, 2006. 174 с.
 19. Экология позвоночных животных хребта Нуратау / отв. ред. Г. С. Султанов. Ташкент: Фан, 1970. 175 с.
 20. Экология и хозяйственное значение позвоночных животных юга Узбекистана (бассейн Сурхандарьи) / отв. ред. О. П. Богданов. Ташкент: Фан, 1964. 158 с.
 21. Павлинов И. Я. Систематика современных млекопитающих. М.: Издательство Московского университета, 2006. 297 с.
 22. Позвоночные животные Ферганской долины / отв. ред. Г. С. Султанов. Ташкент: Фан, 1974. 216 с.
 23. Appendices I and II of the Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS), 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cms.int/en/page/appendix-i-ii-cms> (дата обращения: 28.03.2025).
 24. Checklist of CITES Species. A reference to the appendices to the convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Genève: CITES Secretariat, 1998. 312 p.
 25. Frost D. R. Amphibian Species of the World: an Online Reference [Электронный ресурс]. URL: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html> (дата обращения: 10.05.2025).
 26. Habitats Classification Scheme (Version 3.1) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iucnredlist.org/resources/habitat-classification-scheme> (дата обращения: 18.04.2025).
 27. Mitropolskaya Yu., Kashkarov R. Complex of indicators as basis for assessment of significance of different territories of Uzbekistan for conservation of faunistic diversity of mammals: // E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 555. Art. 04004. DOI: 10.1051/e3sconf/202455504004

REFERENCES

1. Alikhanov B., Akchura F., Nasritdinov A. *Ekologicheskiy atlas Uzbekistana* [Ecological

- Atlas of Uzbekistan]. Tashkent: UNESCO, 2007. 48 p.
2. Ananyeva N. B., Borkin L. Ya., Darevsky I. S., Orlov N. L. *Entsiklopediya prirody Rossii. Zemnovodnyye i presmykayushchiyesa* [Encyclopedia of Nature of Russia. Amphibians and Reptiles]. Moscow: ABF, 1998. 576 p.
 3. Asilbekova H., Yarullina Z., Plotsen M., Sherimbetov H., et al. *Natsionalnyy doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy: Uzbekistan* [National Report on the State of the Environment: Uzbekistan]. Available at: <https://www.iisd.org/system/files/2024-02/uzbekistan-state-of-the-environment-ru.pdf> (accessed: 05.06.2025).
 4. *Atlas pochvennogo pokrova Respubliki Uzbekistan* [Atlas of Soil Cover of the Republic of Uzbekistan]. Tashkent: Goskomzemgeokadastr Publ., 2010. 44 p.
 5. Kashkarov R. D., et al., eds. *Vazhneyshiye ornitologicheskiye territorii* [The most important ornithological areas]. Tashkent: Uzbekistan Bird Conservation Society, 2008. 192 p.
 6. Arabov S. A., ed. *Geograficheskiy atlas Uzbekistana* [Geographical atlas of Uzbekistan]. Tashkent: Goskomzemgeokadastr, 2012. 190 p.
 7. Dubinin V. B. [On the fauna and ecology of mammals of the Khavast district of the Tashkent region of the Uzbek SSR]. In: *Trudy Instituta zoologii i parazitologii AN UzSSR. T. 3* [Transactions of the Institute of Zoology and Parasitology of the Academy of Sciences of the Uzbek SSR. Vol. 3]. Tashkent: Fan, 1954, pp. 171–185.
 8. Yakhontov V. V., ed. *Zhivotnyy mir Golodnoy stepi* [Animal world of the Hungry Steppe]. Tashkent: Fan Publ., 1962. 175 p.
 9. Zakhidov T. Z. *Biotsenozy pustyni Kyzylkum* [Biocenoses of the Kyzylkum Desert]. Tashkent: Fan, 1971. 303 p.
 10. *Krasnaya kniga Respubliki Uzbekistana. T. 2. Zhivotnyye* [Red Data Book of the Republic of Uzbekistan. Vol. 2. Animals]. Tashkent: Chinnor ENK, 2019. 378 p.
 11. Kashkarov R. D., Mitropolskaya Yu. O., Gritsyna M. A., Ten A. G., Abduraupov T. V. *Fauna i sistema Diptikhov pozvonochnykh zhivotnykh Tashkentskoy oblasti: komplekt informatsionno-metodicheskikh materialov dlya prirodopolzovateley* [Fauna and Monitoring System of Vertebrate Animals of the Tashkent Region: A Set of Information and Methodological Materials for Nature Users]. Tashkent: Fan, 2020. 503 p.
 12. Koblik E. A., Arkhipov V. Yu. *Fata ptits stran Severnoy Yevrazii na granitsakh byvshego SSSR: sovpadeniye vidov* [Bird Fauna of Northern Eurasian Countries within the Borders of the Former USSR: Species Lists]. Moscow: KMK Scientific Publications Partnership, 2014. 171 p.
 13. Lakhanov Zh. L. *Uzbekistonning umurtkali khayvonlari aniklagichi* [The World Heritage of Uzbekistan]. Tashkent, 1988. 158 p.
 14. Letier E. [Thematic study of the World Heritage of Central Asia. Priority properties for nomination for inscription on the World Heritage List based on criteria (ix) and (x). Available at: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-003-Ru.pdf> (accessed: 20.04.2025).
 15. Mitropolskaya Yu. O. *Otsenka antropogennykh vozdeystviy na faunu mlekopitayushchikh dlya razrabotki mer po ikh sokhraneniyu i us-toychivomu potrebleniyu* [Assessment of anthropogenic impacts on the mammalian fauna to develop measures for their conservation and sustainable use]. Tashkent: AN RUz Publ., 2017. 43 p.
 16. Mitropolskaya Yu., Talskikh V. *Obzor planirovaniya v oblasti sokhraneniya i ispol'zovaniya biologicheskogo raznoobraziya v Uzbekistane* [Review of planning in the field of conservation and sustainable use of biological diversity in Uzbekistan]. Tashkent, 2015. 59 p.
 17. Salikhbaev Kh. S., Karpenko V. P., Kashkarov D. Yu., Ostapenko M. M., Petrova A. A., et al. *Ekologiya, mery okhrany i razumnoye ispol'zovaniye pozvonochnykh zhivotnykh Karshinskoy stepi* [Ecology, conservation measures and rational use of vertebrate animals of the Karshi steppe]. Tashkent: Fan, 1967. 172 p.
 18. Shernazarov E. Sh., Vashetko E. V., Kreitsberg E. A., Bykova E. A., Khurshut E. E. *Pozvonochnyye zhivotnyye Uzbekistana* [Vertebrates of Uzbekistan]. Tashkent: Fan RUz, 2006. 174 p.
 19. Sultanov G. S., ed. *Ekologiya pozvonochnykh zhivotnykh khrebta Nuratau* [Ecology of Vertebrate Animals of the Nuratau Range]. Tashkent: Fan Publ., 1970. 175 p.
 20. Bogdanov O. P., ed. *Ekologiya i khozyaystvennoye znacheniye pozvonochnykh zhivotnykh yuga Uzbekistana (basseyn Surkhandari)* [Ecology and Economic Importance of Vertebrates of Southern Uzbekistan (Surkhandarya Basin)]. Tashkent: Fan Publ., 1964. 158 p.
 21. Pavlinov I. Ya. *Sistematika sovremennykh mlekopitayushchikh* [Taxonomy of Modern Mammals]. Moscow: Moscow University Publ., 2006. 297 p.
 22. Sultanov G. S., ed. *Pozvonochnyye zhivotnyye Ferganskoy doliny* [Vertebrates of the Fergana Valley]. Tashkent: Fan Publ., 1974. 216 p.
 23. *Appendices I and II of the Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Ani-*

- mals (CMS), 2017. Available at: <https://www.cms.int/en/page/appendix-i-ii-cms> (accessed: 28.03.2025).*
24. *Checklist of CITES Species. A reference to the appendices to the convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.* Genève: CITES Secretariat, 1998. 312 p.
25. Frost D. R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Available at: URL: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html> (accessed: 10.05.2025).
26. Habitats Classification Scheme (Version 3.1) Available at: URL: <https://www.iucnredlist.org/resources/habitat-classification-scheme> (accessed: 18.04.2025).
27. Mitropolskaya Yu., Kashkarov R. Complex of indicators as basis for assessment of significance of different territories of Uzbekistan for conservation of faunistic diversity of mammals. In: *E3S Web of Conferences*, 2024, vol. 555, art. 04004 DOI: 10.1051/e3s-conf/202455504004

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кашкаров Роман Данилович (г. Ташкент) – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории позвоночных животных Института зоологии Академии наук Республики Узбекистан;

e-mail: roman.kashkarov@iba.uz; ORCID: 0000-0003-4757-3036

Митропольская Юлия Олеговна (г. Ташкент) – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории позвоночных животных Института зоологии Академии наук Республики Узбекистан;

e-mail: yuliya.mitropolskaya27@gmail.com; ORCID: 0009-0009-5019-1996

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Roman D. Kashkarov (Tashkent) – PhD (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Vertebrate Animals, Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan;

e-mail: roman.kashkarov@iba.uz; ORCID: 0000-0003-4757-3036

Yuliya O. Mitropolskaya (Tashkent) – PhD (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Vertebrate Animals, Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan;

e-mail: yuliya.mitropolskaya27@gmail.com; ORCID: 0009-0009-5019-1996

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Научная статья
УДК 911(574-25) (043)
DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-6-101-119

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ КАЗАХСТАНА: СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

© СС ВУ Колдобская Н. А.¹, Джумагулова А. Е.²

¹ *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
г. Москва, Российская Федерация*

Университет МГУ-ППИ

г. Шэньчжэнь, КНР

e-mail: koldobskaya@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1628-5066

² *Независимый исследователь*

г. Астана, Республика Казахстан

e-mail: alina_d_2003@mail.ru

Поступила в редакцию 12.06.2025

После доработки 13.08.2025

Принята к публикации 25.08.2025

Аннотация

Цель. Разработка индекса качества городской среды и его расчёт для городов Казахстана с населением более 250 тыс. чел.

Процедура и методы. Изучен понятийный аппарат по вопросам городской среды и её качества, проведён анализ научных статей и книг, а также существующих методик по расчёту индексов качества городской среды и качества жизни. Составлена база данных по 18 показателям 4 блоков: экологичность, безопасность, комфортность и доступность, жилищные условия и благоустройство. На основе полученных данных составлен общий рейтинг качества городской среды, проведена верификация результатов, даны предложения по повышению качества городской среды.

Результаты. Разработан индекс качества городской среды на анализе 14 крупных городов Казахстана. На основе полученных результатов составлен рейтинг городов по уровню качества городской среды с разработкой рекомендаций по повышению его уровня.

Теоретическая и/или практическая значимость. В работе рассмотрены понятия и термины, изучены существующие методики и индексы, связанные с качеством городской среды. Осуществлён анализ публикаций по проблемам качества городской среды. Разработаны система показателей и методика оценивания качества городской среды. Проведён расчёт показателей на основе обработки и интерпретации полученных данных о качестве городской среды. По результатам оценки выявлены основные проблемы в городах, влияющие на качество городской среды и выработаны предложения по их минимизации с рекомендациями по применению успешных практик.

Ключевые слова: городское пространство, экология города, комфортность городской среды, методика оценки, рейтинг городов, Центральная Азия

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова по теме «Современная динамика и факторы социально-экономического развития регионов и городов России и стран Ближнего Зарубежья» (№ 121051100161-9).

Для цитирования:

Колдобская Н. А., Джумагулова А. Е. Оценка качества городской среды в крупных городах Казахстана: социально-экологические аспекты // Географическая среда и живые системы. 2025. № 3. С. 101–119. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-101-119

Original Article

**ASSESSMENT OF THE URBAN ENVIRONMENT QUALITY
IN LARGE CITIES OF KAZAKHSTAN: SOCIO-ECOLOGICAL ASPECTS**© CC BY N. Koldobskaya¹, A. Jumagulova²

¹ *Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russian Federation*

*Shenzhen MSU-BIT University,
Shenzhen, People's Republic of China
e-mail: koldobskaya@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1628-5066*

² *An Independent researcher
Astana, Republic of Kazakhstan
e-mail: alina_d_2003@mail.ru*

Received 12.06.2025

Revised 13.08.2025

Accepted 25.08.2025

Abstract

Aim. Development of the urban environment quality index and its calculation for cities of Kazakhstan with a population of more than 250 thousand people.

Methodology. Study of the conceptual framework on urban environment and its quality, search and analysis of scientific articles and books, as well as existing methods for calculating urban environment quality and quality of life indices. Development of an index, collection and design of a database for major cities in Kazakhstan. A database was compiled based on 18 indicators divided into 4 blocks: environmental friendliness, safety, comfort and accessibility, housing conditions and improvement. Based on the data obtained, a general rating of urban environment quality was compiled, the results were verified, and suggestions were made to improve the quality of urban environment.

Results. The urban environment quality index has been developed and calculated for 14 major cities in Kazakhstan. Based on the results obtained, a ranking of cities was compiled based on the quality of the urban environment, with recommendations for improving its quality.

Research implications. The paper considers concepts and terms, examines existing methods and indexes related to the quality of the urban environment. A content analysis of publications on the quality of the urban environment has been carried out. A system of indicators and a methodology for assessing the quality of the urban environment have been developed. The calculation of the indicators is based on the processing and interpretation of the data obtained on the quality of the urban environment. Based on the results of the assessment, the main problems in cities affecting the quality of the urban environment have been identified and proposals have been developed to minimize them with recommendations for the application of successful practices.

Keywords: urban space, urban ecology, comfort of the urban environment, assessment methodology, city rating, Central Asia

Acknowledgements. The study was conducted under the state assignment of the Faculty of Geography of Lomonosov Moscow State University on the topic “Current dynamics and factors of socio-economic development of regions and cities of Russia and neighboring countries” (№ 121051100161-9).

For citation:

Koldobskaya N. A., Jumagulova A. E. Assessment of the urban environment quality in large cities of Kazakhstan: socio-ecological aspects. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2025, no. 3, pp. 101–119. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-101-119

ВВЕДЕНИЕ

Городская среда является неотъемлемой частью повседневной жизни людей. Качество городской среды непосредственно влияет на качество жизни и благополучие населения, также является фактором привлечения новых жителей и туристов. Городская среда влияет на самоощущение человека, благодаря низкому уровню шума, загрязнения, преступности, высокой доступности зеленых зон и пр., человек меньше подвергается стрессу и живёт в комфортной обстановке.

Актуальность исследования заключается в ежегодном росте городского населения, что, в свою очередь, увеличивает спрос на услуги и потребность в качественной городской среде. Обеспечение качественной городской среды, которая в себе соединяет все объекты социальной и инженерной инфраструктуры в городе, становится главной задачей властей и градостроителей. Большое количество людей стремится в города, жизнь в городе дает возможность самовыражения, достижения статуса, благополучия, также предполагает активную социализацию и инкультуризацию личности [10].

В Республике Казахстан на начало 2024 г. 62,7% населения приходилось на города¹ (в Российской Федерации доля городского населения составляет 75%², в Республике Беларусь — 78%³, в Узбекистане — 51%⁴). За последние 10 лет в Казахстане

доля городского населения увеличилась на 7%.

Всего в Казахстане 91 город, из которых: 8 (Рудный, Экибастуз, Жанаозен, Темиртау, Кокшетау, Талдыкорган, Петропавловск, Туркестан) с населением 100–250 тыс. чел., 9 (Костанай, Актау, Семей, Кызылорда, Павлодар, Уральск, Усть-Каменогорск, Атырау, Тараз) с населением 250–500 тыс. чел., 2а (Караганда, Актобе) с населением около 1 млн чел., а также 3 города-миллионника — Шымкент, Астана и Алматы.

Учитывая динамику урбанизации в Казахстане, качество городской среды для более половины граждан играет и будет играть большую роль как один из составляющих факторов качества жизни.

Целью работы является разработка индекса качества городской среды и его расчёт для городов Казахстана с населением более 250 тыс. чел.

Анализ теоретических основ исследования заключался в выявлении подходов к определению городской среды и качества городской среды. Многие авторы определяют под городской средой совокупность условий, факторов, предметов, пространства и людей, а важным параметром являются взаимодействие между людьми и человеком и пространством. Ряд исследователей под городской средой понимают совокупность природных, архитектурно-планировочных, экологических [3], социально-культурных и других факторов, характеризующих среду обитания на определённой территории и определяющих комфортность проживания на этой территории [1; 7]. Также городская среда определяется как совокупность множества природных, социокультурных, архитектурно-планировочных, экологических и иных факторов, в которых обитает городской житель и которые определяют комфортность его проживания на данной территории [12]. Вместе с тем под городской средой понимается обитаемое про-

¹ Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан: [Электронный ресурс]. URL: <https://stat.gov.kz/ru/standard/metadata/real/> (дата обращения: 06.09.2024).

² Городское население России. Урбанизация // Foxford: [сайт]. URL: <https://clck.ru/3R8Yqv> (дата обращения: 09.10.2024).

³ О Республике Беларусь // БарГУ: [сайт]. URL: <https://clck.ru/3R8Ysx> (дата обращения: 09.10.2024).

⁴ Доля городского населения Узбекистана // Kursiv Media: [сайт]. URL: <https://uz.kursiv.media/2024-04-26/skolko-uzbekistanczev-zhivet-v-gorodah/> (дата обращения: 09.10.2024).

странство города в контексте средового поведения [23], социальных сценариев и событий общественной жизни [5].

Важно отметить, что функциональное зонирование может являться значимым фактором формирования комфортности городской среды, что особенно актуально для промышленных городов [6]. Таким образом, пространственная структура городской среды формируется средствами градостроительства, архитектуры, дизайна и имеет очевидное географическое и предметное выражение [5].

Можно выделить комплексность и многослойность исследований, посвящённых

качеству жизни в городе. Оценка рассматривается как интегральная характеристика, включая ориентацию на человека [14], на его удовлетворенность [16], комфорт и безопасность городской среды [15; 17]. Стоит также отметить, что под качеством понимают как субъективные показатели (восприятие), так и объективные (инфраструктуру, экологию). Авторы отмечают, что качество городской среды определяется её способностью удовлетворить потребности жителей [18], соответствовать нормам и стандартам (табл. 1).

Следующим этапом являлся поиск и анализ статей, публикаций, книг, а также

Таблица 1 / Table 1

Подходы к определению качества городской среды / Approaches to determining the quality of the urban environment

Автор	Определение термина «качество городской среды»	Показатели, на основании которых рассматривается
Е. Ю. Полякова, Н. И. Ляхова, О. А. Новикова	Отражает уровень гармоничности существования социума, определяет возможности развития человеческого потенциала в пределах городского пространства	Безопасность, комфортность, экологичность, идентичность, разнообразие, современность
И. Н. Ильина	Интегральная оценка развитости системы взаимодействий и взаимоотношений жителей города, своего рода гармоничность существования городского социума, определяющая уровень и возможности человеческого потенциала, формируемого в пределах городского пространства сообщества людей	Динамика численности населения, транспортная, инженерная, социальная инфраструктуры, природно-экологическая ситуация, доступность жилья, развитие жилищного сектора, демографические показатели населения, инновационная активность, кадровый потенциал, социальные параметры общества, благосостояние граждан, экономика города
Лун Лю, Э. А. Силва, Чуньян Ву, Хуэй Ван	Интегральные характеристики физических элементов городской застройки, которые влияют на восприятие и опыт человека в городской среде	Уровень здания: качество строительства и обслуживания фасада здания Уровень улицы: непрерывность уличной стены
Министерство регионального развития РФ, «Российский союз инженеров» и Госстрой РФ, А. С. Ахиезер	Способность городской среды удовлетворять объективные потребности и запросы жителей города в соответствии с общепринятыми в данный момент времени нормами и стандартами жизнедеятельности	—
Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ	Комплексная характеристика территории и ее частей, определяющая уровень комфорта повседневной жизни для различных слоев населения	Элементы озеленения, виды покрытий, ограждения, водные устройства, уличное коммунально-бытовое оборудование, техническое оборудование

Автор	Определение термина «качество городской среды»	Показатели, на основании которых рассматривается
Минстрой России и Стройкомплекс России. Национальный проект «Жильё и городская среда»	Совокупность материальных благ, которые по тем или иным основаниям должны быть предоставлены жителям	Жильё, благоустройство, качество питьевой воды, расселение аварийного жилья
Г. В. Осипов	Совокупность конкретных основополагающих условий, созданных человеком и природой в границах населенного пункта, которые оказывают влияние на уровень и качество жизнедеятельности человека	Социальная инфраструктура, экологическое состояние, жилищные условия, уровень безопасности, транспортная доступность, экономические показатели, социальные связи и участие, культурно-историческое наследие, уровень социальной справедливости
Р. Кавасме	Качество застроенной среды и уровень удовлетворенности жителей на основе их реального взаимодействия и взаимоотношений с застроенной средой обитания	—
В. И. Сарченко, С. А. Хиревич	Наиболее благоприятные условия жизнедеятельности людей, совокупность бытовых удобств, благоустроенности и экологической безопасности	Стабильность, здравоохранение, культура, окружающая среда, образование, инфраструктура
Е. А. Симонова	Совокупность конкретных основополагающих условий, созданных человеком и природой в границах населенного пункта, которые оказывают влияние на человеческий потенциал	Безопасность, комфортность, инфраструктура
Р. У. Биара, Д. Алкама, М. Набу	Определяется через комфорт и благополучие пользователей, которые включают как физические, так и психологические аспекты	Физические характеристики Социальное использования Комфорт
Р. В. Маранс	Многогранное понятие, охватывающее как объективные показатели (например, уровень преступности, загрязнения окружающей среды, данные о занятости), так и субъективные оценки (например, удовлетворённость, восприятие и чувства по поводу городской жизни). Они подчёркивают, что оно сочетает в себе эти объективные характеристики с субъективными реакциями жителей на окружающую среду	Объективные показатели: уровень загрязнения окружающей среды, уровень преступности, статистика занятости, стоимость жилья и другие поддающиеся измерению городские условия. Субъективные показатели: восприятие жителями безопасности, удовлетворённость общественным транспортом, оценка качества воздуха и общая удовлетворённость такими сферами жизни, как районы проживания, жильё и сообщество

Источник: составлено авторами по: [2; 4; 7; 8; 9; 11; 12; 14]

существующих методик по определению индекса качества городской среды, индекса качества жизни, индекса человеческого развития. Контент-анализ публикаций за последние 20 лет в электронных библиотеках и базах (КиберЛенинка, E-library,

ScienceDirect и др.) показал возрастающий интерес к теме качества городской среды. Наибольшее количество публикаций в E-library — 709. Во всех базах отмечается рост публикаций за период 2020–2022 гг., а также в 2024 г. для ScienceDirect.

Одним из движущих факторов может являться включение Индекса качества городской среды в индикаторы Национального проекта России по жилью и городской среде 2019 г. с утверждением методики его определения и закреплением среди статистических показателей. Отмечается рост статей, посвящённых оценке качества в целом и его отдельных показателей на уровне республик, регионов, городов т. д. В изучаемом периоде (2004–2024 гг.) заметный рост количества публикаций проявляется с 2013 г.

Данный этап позволил определить направления, по которым необходимо проводить оценку, выявить наиболее важные и часто используемые показатели для оценки, определить применимость зарубежных индексов к городам Казахстана.

В работе были рассмотрены методики и подходы к изучению качества городской среды, т. е. существующие индексы качества городской среды. Изучены и описаны 13 методик, в т. ч. направления, по которым оценивается городская среда, и охват индекса.

Можно выделить российские, зарубежные [19; 20; 21; 22; 24; 25] и казахстанские индексы. Особенностью российских индексов является многофакторность и большой охват, например, индекс от Минстроя РФ для 1 117 городов России. Индекса качества городской среды в Казахстане нет, но есть индекс человеческого развития, индекс качества жизни и индекс среды обитания, данные индексы составлялись для городов и областей Казахстана. В данных индексах рассматривались жильё, окружающая среда, экология, инфраструктура и городская структура. В зарубежных индексах более углубленно рассматривают безопасность нахождения в городе, личностную свободу, уровень социального неравенства, дискриминации по национальному признаку и т. д., также индексы по отдельным городам, например, по Пекину и Бешару, включают в себя информацию о стиле, текстурах, материалах стен, фасада, привлекательности, качества использования пространства, чувства безопасности, частоты посещений и т. д. (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Индексы качества городской среды / Urban environment quality indices

Название индекса	Автор	Основные направления	Охват
ИЧРУ	ПРООН Казахстан ¹	Здоровье, знания, уровень жизни, среда	14 областей + Астана, Алматы
Индекс среды обитания (ИСО)	ПРООН Казахстан	Услуги, жильё, экономика, экология, образование, инфраструктура	30 городов Казахстана
Индекс качества жизни	ПРООН Казахстан	Экономика, человеческие ресурсы, инфраструктура	25 городов Казахстана
Индекс качества жизни	ESG Альянс ²	Жилищные условия, доход, здоровье, образование, мобильность, благоустройство, экология, безопасность, активность, досуг, удовлетворённость	218 городов РФ
Индекс качества городской среды	Дом. РФ, Минстрой России	Жильё, озеленение, инфраструктура, уличная сеть, общественные пространства	1117 городов РФ
Оценка с применением ГИС	Попов А.А.	Транспорт, торговля, экология, объекты комфорта/дискомфорта	Москва

¹ Национальный доклад о человеческом развитии [Электронный ресурс]. URL: https://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2020/03/RUS_KAZ-NHDR2019_compressed.pdf (дата обращения: 04.10.2024).

² Национальный ESG Альянс: [сайт]. URL: <https://esg-a.ru/?ysclid=mb9wi0vfjr579599751> (дата обращения: 02.10.2024).

Название индекса	Автор	Основные направления	Охват
Индекс устойчивого развития	РУСАЛ ³	Среда, жильё, экология, здоровье, работа, досуг, права	42 МО РФ
Индекс устойчивых городов	Arcadis ⁴	Планета, человек, доход, прогресс	100 городов мира
Исследование Mercer	Mercer ⁵	Политика, экономика, культура, безопасность, образование, жильё, транспорт	450 городов мира
Индекс конкурентоспособности	Economist Intelligence Unit ⁶	Экономика, финансы, капитал, культура, экология	120 городов мира
Индекс качества городской среды	Лун Лю и др.	Качество и плотность застройки, фасады зданий	Пекин
Качество городской среды Бешара	Биара, Алкама, Набу	Архитектура, зелёные зоны, активность, безопасность	Бешар
Обзор качества городской жизни	Р. В. Маранс	Объективные и субъективные показатели среды	Детройт, Брисбен

Источник: составлено авторами по: [10; 13; 14; 25]

Тем самым отмечается разный подход к изучению качества городской среды, что во многом определяется наличием данных, информации и статистики. При анализе возможности применения российских и зарубежных методик для городов Казахстана было выявлено, что только порядка 1/3 показателей могут быть использованы для оценки городов Казахстана.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Основным этапом исследования является разработка авторского индекса качества городской среды, сбор и оформление базы данных для крупных городов Казахстана. Данные собирались из статистических источников, статей, публикаций, а также путём дешифрирования, расчётов в геоинформационных системах.

Были выбраны 4 основные группы факторов: экологичность, безопасность, комфортность и доступность, жилищные условия и благоустройство (рис. 1).

Для каждой группы были отобраны показатели; часть опубликована в виде статистических бюллетеней, часть рассчитывалась по данным из открытых источников, а часть собиралась методом оцифровки карт и анализа космоснимков. Для 14 городов Казахстана была составлена база данных по 18 показателям. Все показатели – актуальные и официальные и подобраны так, чтобы был максимальный охват всех блоков (табл. 3).

Группа 1. Экологичность

1.1. Доля водоёмов в площади города. Показатель характеризует обеспеченность города водными объектами и их доступность. Наличие водных объектов с учётом климата помогает в поддержании комфортного микроклимата в условиях городской среды:

$$X_{1.1} = \frac{\text{Площадь водоёмов на территории города (км}^2\text{)}}{\text{Площадь города (км}^2\text{)}} * 100\% \quad (1)$$

где:

$X_{1.1}$ – показатель «1.1. Доля водоёмов в площади города».

Источник данных: Google Earth и ArcGIS.

³ Индекс качества жизни и устойчивого развития городов и территорий РУСАЛа [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/3R8b6s> (дата обращения: 12.12.2024).

⁴ Arcadis. Improving quality of life // Arcadis: [сайт]. URL: <https://www.arcadis.com/> (дата обращения: 19.10.2025).

⁵ Рейтинг качества жизни в городах мира по версии Mercer // GTMarket.ru: [сайт]. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/mercer-quality-of-living-survey> (дата обращения: 26.01.2025).

⁶ Рейтинг конкурентоспособности городов мира // Гуманитарный портал: [сайт]. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/global-city-competitiveness-index> (дата обращения: 14.12.2024).

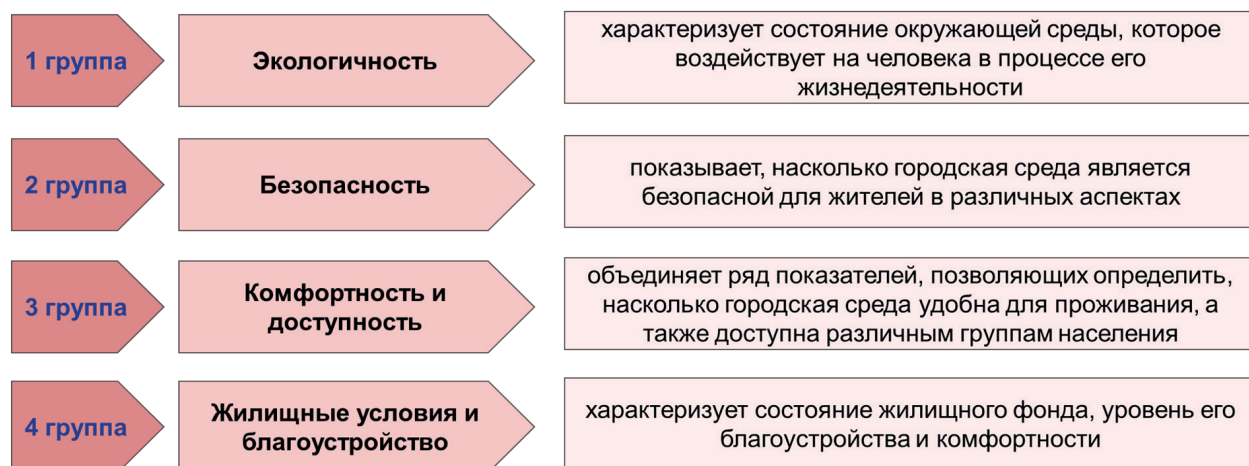


Рис. 1 / Fig. 1. Блоки показателей для оценки качества городской среды / Blocks of indicators for assessing the quality of the urban environment

Источник: составлено авторами

Таблица 3 / Table 3

Показатели качества городской среды и их характеристика / Urban environment quality indicators and their characteristics

№ и наименование показателя	Характер показателя	Исходная единица измерения
Группа 1. Экологичность		
1.1. Доля водоёмов в площади города	Положительный характер	%
1.2. Обеспеченность жителей зелёными насаждениями	Положительный характер	м ³ /чел
1.3. Уровень загрязнения атмосферного воздуха	Отрицательный характер	тонн/год
1.4. Состояние озеленения	Положительный характер	Безразмерный
1.5. Обеспеченность населения вывозом ТБО	Положительный характер	%
Группа 2. Безопасность		
2.1. Индекс преступности	Отрицательный характер	%
2.2. Уровень освещенности городских территорий	Положительный характер	%
2.3. Уровень ДТП	Отрицательный характер	ДТП/чел
2.4. Состояние дорожного покрытия	Отрицательный характер	%
Группа 3. Комфортность и доступность		
3.1. Индекс доступности общественного транспорта	Положительный характер	Кол-во/км
3.2. Доля озеленённых территорий общего пользования	Положительный характер	%
3.3. Обеспеченность ливневой канализацией	Положительный характер	%
3.4. Индекс доступности культурно-досуговой и спортивной инфраструктуры	Положительный характер	Безразмерный
3.5. Доля доступных объектов для маломобильных категорий	Положительный характер	%
Группа 4. Жилищные условия и благоустройство		
4.1. Доля проживающих в аварийном жилье	Отрицательный характер	%
4.2. Доля жилого фонда, обеспеченного центральным водоснабжением, канализацией и отоплением	Положительный характер	%
4.3. Доля стареющего жилого фонда	Отрицательный характер	%
4.4. Обеспеченность питьевой водой	Положительный характер	%

Источник: составлено авторами

1.2. Обеспеченность жителей зелёными насаждениями. Показывает, насколько общий объём зелёных насаждений в городе с учётом характера и вида растительности достаточен для обеспечения потребности каждого жителя. Элементы озеленения являются неотъемлемой частью городской среды, создавая тень, фильтрацию воздуха, обеспечивая комфорт и безопасность:

$$X_{1.2} = \frac{\text{Объём зелёных насаждений на территории города (м}^3\text{)}}{\text{Численность населения (чел)}} \quad (2)$$

где:

$X_{1.2}$ – показатель «1.2. Обеспеченность жителей зелёными насаждениями».

Источник данных: расчёт объёма зелёных насаждений проведён с помощью *Google Earth Engine*, в котором используются *Python* и *JavaScript*. *Google Earth Engine* позволяет легко использовать возможности облака *Google* для собственного геопространственного анализа.

1.3. Уровень загрязнения атмосферного воздуха. Показатель характеризует состояние атмосферного воздуха через объём выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Загрязнение воздуха является ключевой проблемой в современных городах с учетом постоянного технологического развития и автомобилизации.

Источник данных: статистический показатель Бюро национальной статистики

Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан.

1.4. Состояние озеленения. Показатель характеризует состояние и качество зелёных насаждений на территории города, учитывает не только парки, скверы, аллеи, но и всю внутригородскую территорию, что даёт более полное понимание о состоянии растительности:

$$X_{1.4} = NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (3)$$

где:

$X_{1.4}$ – показатель «1.4. Состояние озеленения».

Источник данных: космические снимки за август с интернет-ресурса *Earth Explorer*, обработка и расчёт индекса производится в программном обеспечении *ArcGIS*.

1.5. Обеспеченность населения вывозом ТБО. Показывает долю населения, обеспеченную услугами мусоровывозящих организаций от общей численности населения города. Вывоз мусора обеспечивает чистоту и удовлетворительное санитарное состояние городских пространств, особен-

но учитывая, что мусорные баки расположены внутри дворовых территорий, которые являются местами скопления местных жителей, а также детей. Своевременная уборка обеспечивается за счёт большого количества организаций, либо сотрудников и соответствующей техники в городе:

$$X_{1.5} = \frac{\text{Численность населения, обеспеченная вывозом ТБО (чел)}}{\text{Численность населения (чел)}} * 100\% \quad (4)$$

где:

$X_{1.5}$ – показатель «1.5. Обеспеченность населения вывозом ТБО».

Источник данных: статистический показатель Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан.

Группа 2. Безопасность

2.1. Индекс преступности. Учитывается ощущение безопасности жителями, из-

менение уровня преступности, возможность каких-либо ситуаций, серьёзность проблем в городе. Безопасное нахождение

в городе — один из важных показателей качества городской среды. Современному человеку важно комфортно ощущать себя в любое время суток и не бояться за свою жизнь, находясь на улице.

Источник данных: опросный метод жителей городов Казахстана платформой *Numbeo*.

2.2. Уровень освещённости городских территорий. Показатель характеризует долю города, освещаемую в темное время суток. Наличие освещения повышает безопасность и комфортность нахождения на улице всем группам населения, а также минимизация неосвещенных участков является одной из главных задач органов власти:

$$X2.2 = \frac{\text{Освещаемая площадь города (км}^2\text{)}}{\text{Площадь города (км}^2\text{)}} * 100\% \quad (5)$$

где:

X2.2 — показатель «2.2. Уровень освещённости городских территорий».

Источник данных: из официальных публикаций, статей в открытых интернет-источниках и средствах массовой информации.

2.3. Уровень ДТП. Показатель характеризует общий уровень безопасности в городе:

$$X2.3 = \frac{\text{Количество ДТП за год (шт)}}{\text{Численность населения (чел)}} \quad (6)$$

где:

X2.3 — показатель «2.2. Уровень ДТП».

Источник данных: Qamqor.Gov.kz — информационный сервис КПСиСУ ГП РК о количестве ДТП.

2.4. Состояние дорожного покрытия. Показывает, какая доля дорог в городе находится в неудовлетворительном состоянии, что оказывает негативный эффект на безопасность и комфортность передвижения жителей города.

Источник данных: из официальных публикаций, статей в открытых интернет-

источниках и средствах массовой информации.

Группа 3. Комфортность и доступность

3.1. Индекс доступности общественного транспорта. Показатель характеризует обеспеченность города автобусными остановками, что будет определять шаговую доступность:

$$X3.1 = \frac{\text{Количество остановок общественного транспорта (шт)}}{\text{Протяжённость дорог в городе (км)}} \quad (7)$$

где:

X3.1 — показатель «3.1. Индекс доступности общественного транспорта».

Источник данных: из официальных публикаций, статей в открытых интернет-источниках и средствах массовой информации.

3.2. Доля озеленённых территорий общего пользования. К озеленённым территориями общего пользования относятся парки, скверы, аллеи, ботанические сады и т. д. Данные территории должны находиться в хорошем состоянии, отвечать

всем требованиям, быть комфортными, доступными и безопасными для нахождения в них. Показатель определяет доступность населения к данным территориям, а также их отношение к общей площади города:

$$X3.2 =$$

$$\frac{\text{Площадь озеленённых территорий общего пользования на территории города (км}^2\text{)}}{\text{Площадь города (км}^2\text{)}} \quad (8)$$

где:

$X_{3.2}$ – показатель «3.2. Доля озеленённых территорий общего пользования».

Источник данных: Яндекс Карты, 2ГИС, расчеты проводятся в ArcGIS путем дешифрирования.

3.3. Обеспеченность ливневой канализацией. Данный показатель характеризует комфортность передвижения на улицах города, вне зависимости от погодных условий (дождь). В городском пространстве важна возможность добраться до необходимого места с максимальным комфортом и в безопасности:

$$X_{3.3} = \frac{\text{Протяжённость ливневой канализации (км)}}{\text{Площадь города (км}^2\text{)}} \quad (9)$$

где:

$X_{3.3}$ – показатель «3.3. Обеспеченность ливневой канализацией».

Источник данных: из официальных публикаций, статей в открытых интернет-источниках и средствах массовой информации.

3.4. Индекс доступности культурно-досуговой и спортивной инфраструктуры. Данный показатель характеризует степень разнообразия объектов в городе, что важно для комфортного пребывания в городе. В качестве культурно-досуговой и спортивной инфраструктуры были выбраны следующие объекты: театр, кинотеатр, стадион, концертный зал, выставочный зал, клуб, музей, парк, сквер, филармония, фитнес-центр, зоопарк, ботанический сад, библиотека. Для каждого рассматриваемого города рассчитывается количество всех объектов, далее через среднее арифметическое, среднее стандартное отклонение определяется коэффициент вариации (разнообразия):

$$X_{3.4} = \frac{\text{Среднее значение количества объектов}}{\text{Стандартное отклонение}} \quad (10)$$

где:

$X_{3.4}$ – показатель «3.4. Индекс доступности культурно-досуговой и спортивной инфраструктуры».

Источник данных: 2ГИС.

3.5. Доля доступных объектов для маломобильных категорий. Показатель характеризует доступность маломобильных групп населения в объекты инфраструктуры. Также данный показатель можно отнести к доступности объектов для пожилых людей, семей с колясками:

$$X_{3.5} = \frac{\text{Количество доступных для маломобильных категорий объектов (шт)}}{\text{Общее количество объектов в городе (шт)}} * 100\% \quad (2.11)$$

где:

$X_{3.5}$ – показатель «3.5. Доля доступных объектов для маломобильных категорий».

Источник данных: Яндекс Карты и информационный портал «Социальная защита лиц с инвалидностью» (INVA.gov.kz), на котором указаны доступные объекты города для людей с нарушениями слуха, зрения, опорно-двигательного аппарата и передвигающихся на инвалидных колясках.

Группа 4. Жилищные условия и благоустройство рийном жилье, что характеризует жилищные условия жителей. Также показатель определяет уровень внешнего оформления города, его привлекательность и безопасность:

4.1. Доля проживающих в аварийном жилье. Показатель характеризует долю населения города, проживающую в ава-

$$X_{4.1} = \frac{\text{Количество людей, проживающих в аварийном жилье (чел)}}{\text{Численность населения (чел)}} * 100\% \quad (12)$$

где:

$X_{4.1}$ – показатель «4.1. Доля проживающих в аварийном жилье».

Источник данных: статистический показатель Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан.

4.2. Доля жилищного фонда, обеспеченного центральным водоснабжением, канализацией, отоплением. Показатель характеризует благоустройство жилых домов необходимыми минимальными условиями для комфортной и безопасной жизни.

Источник данных: расчётный показатель по данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан.

$$X_{4.3} = \frac{\text{Количество домов, построенных до 1975 года (шт)}}{\text{Общее количество домов в городе (шт)}} * 100\% \quad (13)$$

где:

$X_{4.3}$ – показатель «4.3. Доля стареющего жилищного фонда».

Источник данных: расчётный показатель по данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан.

4.4. Обеспеченность питьевой водой. Показатель характеризует долю населения, обеспеченную питьевой водой из центрального водоснабжения:

$$X_{4.4} = \frac{\text{Количество людей, имеющих доступ к питьевой воды (чел)}}{\text{Численность населения (чел)}} * 100\% \quad (14)$$

где:

$X_{4.4}$ – показатель «4.4. Обеспеченность питьевой водой».

Источник данных: из официальных публикаций, статей в открытых интернет-источниках и средствах массовой информации.

Описанные выше показатели были подвергнуты анализу на предмет возможности их периодического (ежеквартального, ежегодного) оценивания в рамках мониторинга качества городской среды крупных городов Казахстана. С целью нормирования показателей был применён метод линейного масштабирования:

$$X_{norm} = (X - X_{min}) / (X_{max} - X_{min}) \quad (15)$$

где:

X – значение j показателя для каждого города;

X_{min} – наименьшее значение по показателю среди городов;

X_{max} – наибольшее значение по показателю среди городов.

Поскольку показатели, входящие в расчёт индекса качества городской среды,

4.3. Доля стареющего жилищного фонда.

Показатель характеризует долю жилого фонда старше 50 лет от более нового жилья (данный возраст учитывается при предоставлении ипотечного займа в связи со значительным износом, в большинстве банках Республики Казахстан). Также определяет внешний уровень оформления городского пространства, определяет привлекательность районов:

имеют различные единицы измерения, применяется специальная формула. Эта формула позволяет привести все показатели к единой шкале от 0 до 1 для каждого города. Такая нормализация необходима для корректного расчёта общей оценки по городам и последующего сравнения итоговых значений индекса.

Стоит отметить, что в зависимости от показателя ему присваивалось положительное или отрицательное значение. Общий индекс был рассчитан как сумма средних значений каждой группы факторов. Максимально – 4, минимально – 0.

С целью получения итоговой оценки для каждого города необходим расчёт индекса качества городской среде по формуле:

$$\text{ИКГС} = \sum_{i=1}^4 \left(\frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right) \quad (16)$$

где:

x_{ij} – значение j-го показателя в i-й группе;

n_i – количество показателей в i-й группе.

В числителе – значение каждого показателя по блокам индикаторов, а в знаменателе – число, соответствующее количеству показателей в блоке.

Сумма данных блоков соответствует показателю индекса качества городской среды в каждом исследуемом городе Республики Казахстан. В итоге составляются сводная таблица, графики, проведён факторный анализ.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ КАЗАХСТАНА

По разработанной методике был рассчитан индекс качества городской среды для городов Казахстана. В качестве объектов

исследования были выбраны 14 крупных городов Казахстана с численностью населения более 250 тыс. чел., являющиеся областными центрами: Костанай, Актау, Семей, Кызылорда, Уральск, Павлодар, Усть-Каменогорск, Атырау, Тараз, Караганда, Актобе; и города республиканского значения: Шымкент, Астана и Алматы.

Численность населения в городах Республики Казахстан изучалась по данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан на начало 2024 г. (рис. 2).

Рассчитанный рейтинг для объектов исследования представлен в таблице 4.

Городами с наилучшими показателями индекса являются Астана (2,8), Алматы (2,46), Костанай (2,42) и Уральск (2,42), наименьшие значения у Семей (1,88), Шымкента (1,74) и Тараза (1,44).

Наибольшие значения показателей отмечаются по группе «жилищные условия

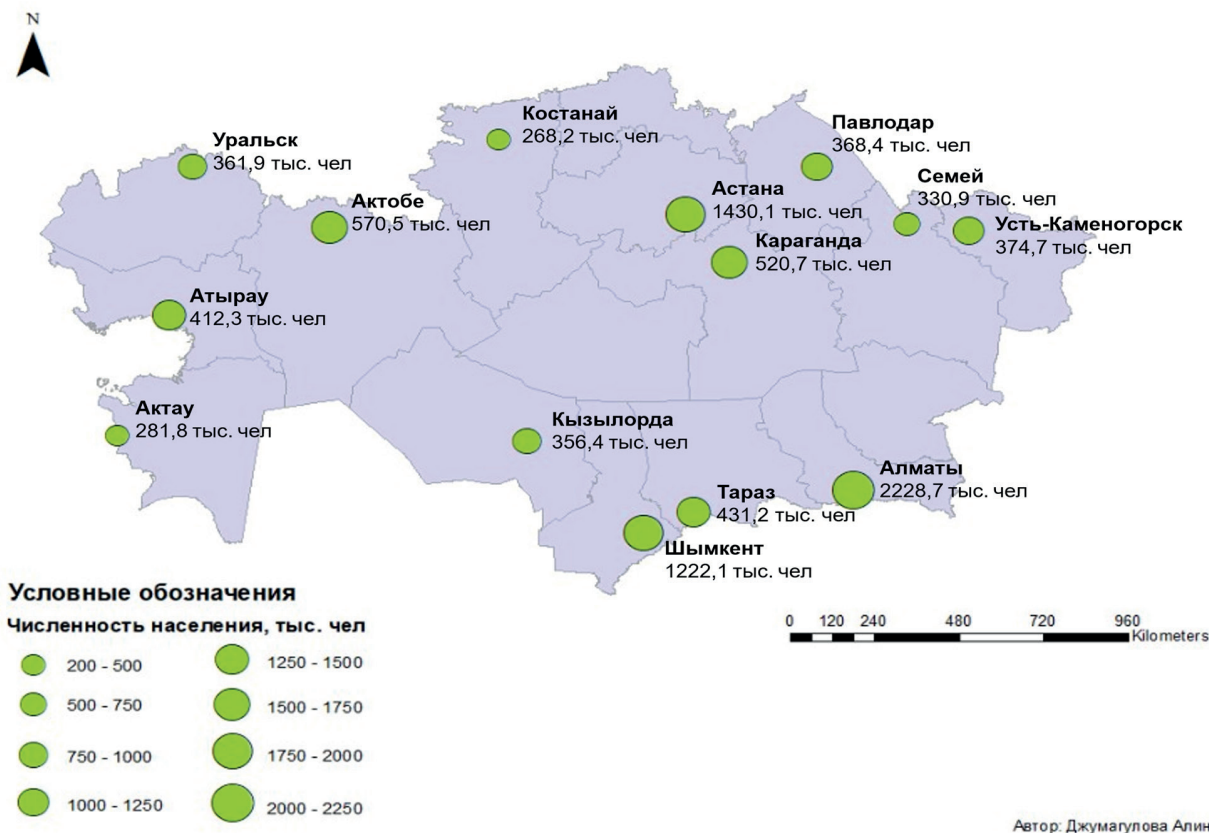


Рис. 2 / Fig. 2. Расположение объектов исследования / Location of research objects

Источник: составлено по данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан: [сайт]. <https://stat.gov.kz/ru> (дата обращения: 05.06.2025)

Таблица 4 / Table 4

Рейтинг городов по индексу качества городской среды / Rating of cities according to the Urban Environment Quality Index

Место в рейтинге	Город	Значение Индекса	в т. ч. по показателям:			
			Экологичность	Безопасность	Комфортность и доступность	Жилищные условия и благоустройство
1	Астана	2,80	0,66	0,85	0,52	0,77
2	Алматы	2,46	0,61	0,52	0,47	0,87
3	Костанай	2,42	0,78	0,73	0,21	0,71
4	Уральск	2,42	0,80	0,46	0,43	0,74
5	Усть-Каменогорск	2,28	0,81	0,59	0,19	0,70
6	Актау	2,21	0,44	0,58	0,34	0,85
7	Атырау	2,07	0,53	0,60	0,27	0,68
8	Кызылорда	2,07	0,29	0,65	0,60	0,52
9	Караганда	2,05	0,57	0,60	0,24	0,64
10	Павлодар	2,03	0,35	0,80	0,14	0,75
11	Актобе	2,02	0,55	0,51	0,18	0,76
12	Семей	1,88	0,77	0,29	0,14	0,69
13	Шымкент	1,74	0,35	0,55	0,16	0,68
14	Тараз	1,44	0,53	0,45	0,13	0,33

Источник: подсчитано авторами

и благоустройство» (рис. 3): наибольшее значение — у Алматы (0,87), наименьшее — у Тараза (0,33). Далее группа «безопасность» (среднее — 0,58): наибольшее значение — у Астаны (0,85), наименьшее — у Семей (0,29). По группе «экологичность» (среднее значение — 0,57): наибольшее значение — у Усть-Каменогорска (0,81), наименьшее — у Кызылорды (0,29). В группе «комфортность и доступность» среднее значение равно 0,29, что является наименьшим среди остальных групп, максимальное значение при этом у Кызылорды (0,6) и минимальное — у Тараза (0,13).

Анализ открытых источников (публикации на новостных сайтах, видео в социальных сетях, комментарии жителей городов) подтверждают результаты, полученные в ходе исследований.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ КАЗАХСТАНА

По результатам оценки качества городской среды для исследуемых городов Казахстана были определены рекоменда-

ции по её улучшению, а также по совершенствованию процессов самой оценки (табл. 5).

Так, в процессе анализа статистических данных выявилось, что многие важные показатели представлены только для областей в целом, а отдельно по городам и районам отсутствуют. Многие ценные для исследования показатели были представлены только в планах развития регионов/ городов, либо в новостных статьях. Поиск данной информации по всем возможным источникам значительно усложнял процесс.

Для оценки качества городской среды необходимо:

— ведение статистики по городам и районам, а не только по областям;

— показатели должны обновляться и актуализироваться ежегодно для сравнения в динамике, прослеживания изменений — улучшается ситуация или ухудшается.

Анализ показателей позволил выявить рекомендации и сформулировать предложения, как для администрации городов, так и для органов статистики. Качество городской среды зависит от нескольких составляющих: экологии, безопасности,

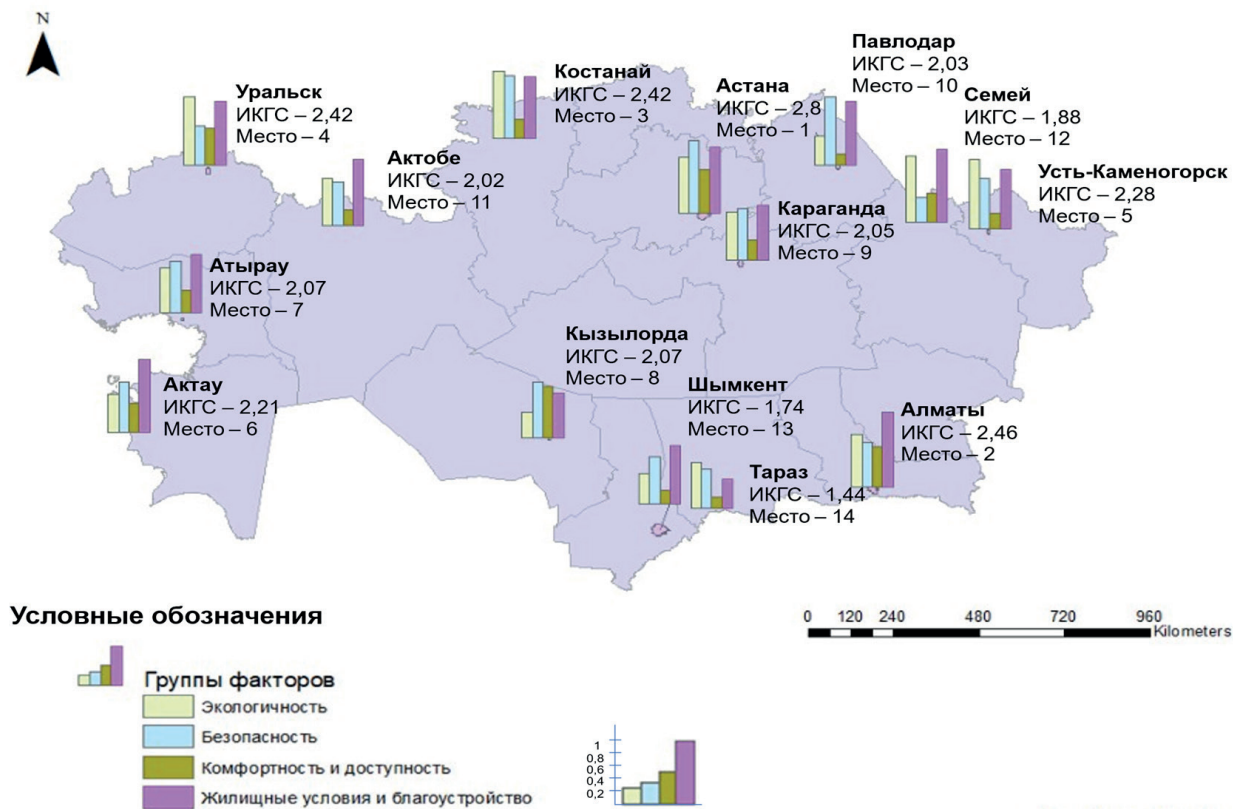


Рис. 3 / Fig. 3. Диаграммы структуры оценки качества городской среды по городам / Diagrams of the urban environment quality assessment structure by city

Источник: данные авторов

Таблица 5 / Table 5

Предложения по повышению качества городской среды в крупных городах Казахстана / Proposals for improving the quality of the urban environment in major cities of Kazakhstan

Направление	Основные проблемы	Рекомендации и меры	Примеры и успешные практики
Экологичность	Недостаток водоемов, зеленых насаждений, высокий уровень выбросов	Увеличить водоемы и озеленение, вести реестр зеленых насаждений, улучшить полив и уход, снижать выбросы, улучшить вывоз мусора	Акции «Таза Қазақстан» ¹ , проект «Жасыл ел», оцифровка реестров в Астане и Алматы
Безопасность	Плохое освещение, криминальные районы, дорожные аварии	Обеспечить освещение, камеры, патрулирование, улучшить дорожную инфраструктуру, развивать велосипедные и пешеходные пути	Программы «Vision Zero» ² , «Зеленые и безопасные улицы», проекты ООН в Алматы ³

¹ Итоги года: создание комфортной городской среды, реализация акции «Таза Қазақстан», успешных проектов по благоустройству дворов // Правительство Республики Казахстан: [сайт]. URL: <https://clck.ru/3R8euu> (дата обращения: 19.04.2025).

² В Алматы презентовали концепцию повышения безопасности дорожного движения Vision Zero // Центр развития города Алматы: [сайт]. URL: <https://clck.ru/3R8ezY> (дата обращения: 19.04.2025).

³ ПРООН совместно с Центром урбанистики Алматы Менеджмент Университета провели тактическую урбанистическую акцию на улицах Алматы // Программа развития Организации Объединенных Наций: [сайт]. URL: <https://www.undp.org/kazakhstan/press-releases/undp-jointly-centre-urbanism-almaty-management-university-held-tactical-urbanism-activity-streets-almaty> (дата обращения: 19.04.2025).

Направление	Основные проблемы	Рекомендации и меры	Примеры и успешные практики
Комфортность и доступность	Недостаток транспорта, зеленых зон, отсутствие безбарьерной среды	Увеличить количество и доступность общественного транспорта, равномерно распределить парки, обеспечить ливневую канализацию, оборудовать объекты для маломобильных	Программа «Smart Cities» ⁴ , планы развития регионов
Жилищные условия и благоустройство	Аварийное жилье, недостаток коммуникаций, изношенный жилфонд	Снизить аварийное жилье, улучшить централизованные коммуникации, развивать ремонт и обновление жилья, поддерживать ипотечные программы	Программы «Нұрлы жер» ⁵ , «7-20-25», «5-10-20», проекты по ремонту домов

Источник: составлено авторами

комфорта и доступности, жилищных условий и благоустройства.

Стоит отметить, что положительные инициативы, проекты, программы и акции проводятся в городах Казахстана. Необходима поддержка этих инициатив, применение в других городах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение социально-экологических аспектов оценки качества городской среды на примере крупных городов Казахстана позволило выявить основные проблемные вопросы, влияющие на оценку качества городской среды, включающую комфортность, безопасность, экологичность, доступность, жилищные условия жителей городов и особенности благоустройства. Многокомпонентность позволяет не только оценить качество городской среды, но и определить какой из факторов отрицательно/положительно и в какой степени влияет на качество городской среды для последующей корректировки, что придаёт методике прикладной характер.

В процессе разработки методики исследователи столкнулись с такими проблемами, как нехватка государственной статистической информации по направлению исследования в разрезе городов. Разработанная методика носит универсальный характер для оценки качества городской среды лю-

бых населённых пунктов, включая посёлки, села и др., в т. ч. и для других государств с доступной статистической информацией. Уникальность методики расчёта индекса качества городской среды на основе системы показателей подтверждена свидетельством о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 57499 от 05.05.2025 г.

Наряду с рекомендациями по повышению качества городской среды для исследуемых городов предложено усовершенствовать подходы и методологию государственной статистики. При рассмотрении методик расчёта индексов для городов России, Китая, международных рейтингов выявлено, что большая часть показателей отсутствует либо недоступна для городов Казахстана, многие важные показатели представлены только в разрезе областей в целом и не обновляются ежегодно для сравнения в динамике. Рекомендуются улучшение системы ведения статистики, расширение необходимого набора данных, которые должны быть предоставлены в разрезе городов.

ЛИТЕРАТУРА

- Агафонова А. В., Генералов В. П. О проблемах создания качественной жилой среды в крупных городах России // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство. Самара: СГТУ, 2021. С. 457–465.

⁴ Умные города // Электронное правительство Республики Казахстан: [сайт]. URL: <https://egov.kz/cms/ru/smart-cities> (дата обращения: 19.04.2025).

⁵ Государственная программа «Нұрлы жер» – доступное жилье // Findh.org: [сайт]. URL: <https://findh.org/1833-6-napravleniy-programmyi-n-rlyi-zher-dlya-priobreteniya-zhilya.html> (дата обращения: 19.04.2025).

2. Ахиезер А. С., Шомина Е. С., Яницкий О. Н. Экологические проблемы капиталистического города. М.: Наука, 1985. 184 с.
3. Битюкова В. Р. Социально-экологические проблемы развития городов России. М.: ЛЕНАНД, 2019. 456 с.
4. Ильина И. Н. Качество городской среды как фактор устойчивого развития муниципальных образований // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2015. № 5. С. 69–82.
5. Крашенинников А. В. Когнитивные модели городской среды. М.: КУРС, 2021. 209 с.
6. Медведков А. А., Никанорова А. Д., Шабалина Н. В. Функциональное зонирование города Кировска (Мурманская область) в условиях туристско-рекреационного освоения его территории // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2019. Т. 25. Ч. 2. С. 429–436 DOI: 10.35595/2414-9179-2019-2-25-429-436
7. Осипов Г. В. Измерение социальной реальности. Показатели и индикаторы. М.: ИСПИ РАН, 2011. 172 с.
8. Полякова Е. Ю., Ляхова Н. И., Новикова О. А. Методология оценки качества и комфортности городской среды // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2021. № 11 (Ч. 2). С. 303–308.
9. Попов Е. А. Городская среда как объект изучения в социологии // Социодинамика. 2019. № 9. С. 20–24.
10. Попов А. А. Оценка территориальной дифференциации качества городской среды г. Москвы: дис. ... канд. геогр. наук. М.: 2008. 233 с.
11. Сарченко В. И., Хиревич С. А. Детерминация экономической сущности формирования качественной городской среды // Проблемы современной экономики. 2016. по. 2. С. 182–186.
12. Токарева В. Н. Экология городской среды и факторы ее формирования // StudNet. 2022. № 6. С. 1–8.
13. Antrop M. Background concepts for integrated landscape analysis // Agriculture, Ecosystems and Environment. 2000. № 77. P. 17–28. DOI: 10.1016/S0167-8809(99)00089-4
14. Ayres R. U., Kneese A. V. Pollution and environmental quality // The Quality of the Urban Environment. Routledge, 2015. P. 33–71.
15. Blumenfeld H. Criteria for judging the quality of the urban environment. Canada, 1974. 14 p.
16. Bonaiuto M., Fornara F., Bonnes M. Perceived Residential Environment Quality in Middle- and Low-Extension Italian Cities // European Review of Applied Psychology. 2006. № 56. P. 23–34. DOI: 10.1016/j.erap.2005.02.011
17. Cutter S. L. Rating Places: A Geographer's View on Quality of Life. Washington, 1985. 76 p.
18. Hagerty M. R. Testing Maslow's hierarchy of needs: national quality-of-life across time // Social Indicators Research. 1999. № 46. P. 249–271.
19. Hudson P., Pocock D. Focal Problems in Geography: Images of the Urban Environment. London: Macmillan Press Ltd., 1978. 181 p.
20. Jian G. E., Kazunori H. Residential Environment Index System and Evaluation Model Established by Subjective and Objective Methods // Journal of Zhejiang University Science. 2004. № 5. P. 1028–1034. DOI: 10.1631/jzus.2004.1028
21. Khan M., Aftab S., Fakhruddin B. Quality of Urban Environment: A Critical Review of Approaches and Methodologies // Current Urban Studies. 2015. № 3. P. 368–384. DOI: 10.4236/cus.2015.34029
22. Mao Y. H., Fornara F., Manca S., Bonnes M., Bonaiuto M. Perceived Residential Environment Quality Indicators and Neighborhood Attachment: A Confirmation Study on a Chinese Sample in Chongqing // PsyCh Journal. 2015. № 4. P. 123–137.
23. Marans R. Quality of Urban Life Studies: An Overview and Implications for Environment-Behaviour Research // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2012. № 35. P. 9–22. DOI:10.1016/j.sbspro.2012.02.058.
24. McCrea R., Shyy T.-K., Stimson R. What is the Strength of the Link between Objective and Subjective Indicators of Urban Quality of Life? // Applied Research in Quality of Life. 2006. № 1. P. 79–96. DOI: 10.1007/s11482-006-9002-2
25. Newman P.W.G. Sustainability and cities: extending the metabolism model // Landscape Urban Plann. 1999. № 33. P. 219–226.

REFERENCES

1. Agafonova A. V., Generalov V. P. [On the Problems of Creating a High-Quality Living Environment in Large Cities of Russia]. In: *Traditsii i innovatsii v stroitelstve i arkhitekture. Arkhitektura i gradostroitelstvo* [Traditions and Innovations in Construction and Architecture. Architecture and Urban Development]. Samara: SSTU, 2021, pp. 457–465.
2. Akhiezer A. S., Shomina E. S., Yanitsky O. N. *Ekologicheskiye problemy kapitalisticheskogo goroda* [Environmental Problems of a Capitalist City]. Moscow: Nauka Publ., 1985. 184 p.
3. Bitjukova V. R. *Sotsialno-ekologicheskiye problemy razvitiya gorodov Rossii* [Social and Environmental Problems of Urban Development in Russia]. Moscow: LENAND Publ., 2019. 456 p.

4. Ilyina I. N. Quality of the Urban Environment as a Factor in Sustainable Development of Municipalities. In: *Imushchestvennyye otnosheniya v Rossiyskoy Federatsii* [Property Relations in the Russian Federation], 2015, no. 5, pp. 69–82.
5. Krasheninnikov A. V. *Kognitivnyye modeli gorodskoy sredy* [Cognitive Models of the Urban Environment]. Moscow: KURS, 2021. 209 p.
6. Medvedkov A. A., Nikanorova A. D., Shabalina N. V. Functional zoning of Kirovsk town (the Murmansk region) in conditions of tourist and recreational development of its territory. In: *InterKarto. InterGIS* [InterCarto. InterGIS], 2019, vol. 25 (part 2), pp. 429–436 DOI: 10.35595/2414-9179-2019-2-25-429-436
7. Osipov G. V. *Izmereniye sotsialnoy realnosti. Pokazateli i indikatory* [Measuring Social Reality. Indicators and Indicators]. Moscow: ISPI RAS Publ., 2011. 172 p.
8. Polyakova E. Yu., Lyakhova N. I., Novikova O. A. [Methodology for assessing the quality and comfort of the urban environment]. In: *Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], 2021, no. 11 (Part 2), pp. 303–308.
9. Popov E. A. [Urban environment as an object of study in sociology]. In: *Sotsiodinamika* [Sociodynamics], 2019, no. 9, pp. 20–24.
10. Popov A. A. *Otsenka differentsiatsii kachestva gorodskoy sredy g. Moskvy: dis. ... kand. geogr. nauk* [Assessment of territorial differentiation of the quality of the urban environment of Moscow: dissertation]. Moscow: 2008. 233 p.
11. Sarchenko V. I., Khirevich S. A. [Determining the economic essence of the formation of a high-quality urban environment]. In: *Problemy sovremennoy ekonomiki* [Problems of the modern economy], 2016, no. 2, pp. 182–186.
12. Tokareva V. N. [Ecology of the urban environment and factors of its formation]. In: *StudNet*, 2022, no. 6, pp. 1–8.
13. Antrop M. Background concepts for integrated landscape analysis. In: *Agriculture. Ecosystems and Environment*, 2000, no. 77, pp. 17–28. DOI: 10.1016/S0167-8809(99)00089-4
14. Ayres R. U., Kneese A. V. Pollution and environmental quality. In: *The Quality of the Urban Environment*. Routledge, 2015, pp. 33–71.
15. Blumenfeld H. Criteria for judging the quality of the urban environment. Canada, 1974. 14 p.
16. Bonaiuto M., Fornara F., Bonnes M. Perceived Residential Environment Quality in Middle- and Low-Extension Italian Cities. In: *European Review of Applied Psychology*, 2006, no. 56, pp. 23–34. DOI: 10.1016/j.erap.2005.02.011
17. Cutter S. L. *Rating Places: A Geographer's View on Quality of Life*. Washington, 1985. 76 p.
18. Hagerty M. R. Testing Maslow's hierarchy of needs: national quality-of-life across time. In: *Social Indicators Research*, 1999, no. 46, pp. 249–271.
19. Hudson P., Pocock D. *Focal Problems in Geography: Images of the Urban Environment*. London: Macmillan Press Ltd., 1978. 181 p.
20. Jian G. E., Kazunori H. Residential Environment Index System and Evaluation Model Established by Subjective and Objective Methods. In: *Journal of Zhejiang University Science*, 2004, no. 5, pp. 1028–1034. DOI: 10.1631/jzus.2004.1028
21. Khan M., Aftab S., Fakhruddin B. Quality of Urban Environment: A Critical Review of Approaches and Methodologies. In: *Current Urban Studies*, 2015, no. 3, pp. 368–384. DOI: 10.4236/cus.2015.34029
22. Mao Y. H., Fornara F., Manca S., Bonnes M., Bonaiuto M. Perceived Residential Environment Quality Indicators and Neighborhood Attachment: A Confirmation Study on a Chinese Sample in Chongqing. In: *PsyCh Journal*, 2015, no. 4, pp. 123–137.
23. Marans R. Quality of Urban Life Studies: An Overview and Implications for Environment-Behaviour Research. In: *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2012, no. 35, pp. 9–22. DOI:10.1016/j.sbspro.2012.02.058.
24. McCrea R., Shyy T.-K., Stimson R. What is the Strength of the Link between Objective and Subjective Indicators of Urban Quality of Life? In: *Applied Research in Quality of Life*, 2006, no. 1, pp. 79–96. DOI: 10.1007/s11482-006-9002-2
25. Newman P.W.G. Sustainability and cities: extending the metabolism model. In: *Landscape Urban Plann*, 1999, no. 33, pp. 219–226.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Колдобская Наталья Андреевна (г. Москва) — кандидат географических наук, доцент кафедры экономической и социальной географии России географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова; доцент географического факультета Университета МГУ-ППИ в Шэньчжэне; e-mail: koldobskaya@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1628-5066

Джумагулова Алина Евгеньевна (г. Астана) – независимый исследователь;
e-mail: alina_d_2003@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalia A. Koldobskaia (Moscow) – PhD (Geography), Assoc. Prof., Department of Economic and Social Geography of Russia, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University; Faculty of Geography, Shenzhen MSU-BIT University;
e-mail: koldobskaya@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1628-5066

Alina E. Jumagulova (Astana) – Independent Researcher;
e-mail: alina_d_2003@mail.ru

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья

УДК 911.9

DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-120-143

ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ АСПЕКТ

© СС ВУ Исаченко Т. Е.¹, Косарев А. В.²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
e-mail: tatiana.isachenko@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6945-7071

² Санкт-Петербургский государственный университет
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
e-mail: getman1984@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4803-4133

Поступила в редакцию 23.03.2025

После доработки 20.08.2025

Принята к публикации 05.09.2025

Аннотация

Цель. Проанализировать предпосылки расширения территорий, основной или сопутствующей функцией которых в условиях изменившихся приоритетов регионального развития в Российской Федерации становится обеспечение условий для туризма и рекреационной деятельности; выявить потенциальные проблемы и риски.

Процедура и методы. Исследование базируется на анализе практики туристско-рекреационного использования территорий в различных регионах России, проведённом в сопоставлении с изменениями, внесёнными в нормативные правовые документы федерального уровня за последние 5 лет. Соотнесение практики и законодательной базы позволило выявить актуальные и потенциальные проблемы и риски.

Результаты. Проведённый анализ показал, что за последние годы были ликвидированы терминологические несоответствия в кодексах и федеральных законах, касающиеся рекреационной деятельности; в правовых документах федерального уровня был расширен спектр территорий, для которых туристско-рекреационная функция закреплена в качестве основной или сопутствующей; существует ряд территорий, вовлечённых в обеспечение туризма и рекреационную деятельность на практике, но не имеющих отражения этой функции в правовых документах федерального уровня (земли лечебно-оздоровительных местностей и курортов, места традиционного бытования народных художественных промыслов, исторические поселения, территории традиционного природопользования коренных малочисленных народов); для отдельных категорий земель (музеи-заповедники, сельские территории) совершенствование условий развития рекреационной деятельности опережает совершенствование условий сохранения природных и природно-культурных комплексов.

Теоретическая и/или практическая значимость. Полученные результаты могут быть использованы при планировании и проектировании рекреационных территорий, а также учтены при организации рекреационной и природоохранной деятельности.

Ключевые слова: рекреационная деятельность, развитие туризма, туристско-рекреационные территории, нормативные правовые акты Российской Федерации

Для цитирования:

Исаченко Т. Е., Косарев А. В. Предпосылки пространственного развития рекреационного природопользования в Российской Федерации: нормативно-правовой аспект // Географическая среда и живые системы. 2025. № 3. С. 120–143. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-120-143

Original Article

FOR SPATIAL DEVELOPMENT OF RECREATIONAL NATURE MANAGEMENT IN THE RUSSIAN FEDERATION: LEGAL ASPECT

© CC BY T. Isachenko¹, A. Kosarev²

¹ Saint Petersburg State University
St. Petersburg, Russian Federation
e-mail: tatiana.isachenko@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6945-7071

² Saint Petersburg State University
St. Petersburg, Russian Federation
e-mail: getman1984@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4803-4133

Received 23.03.2025

Revised 20.08.2025

Accepted 05.09.2025

Abstract

Aim. The aim of this study is to analyze the prerequisites for the expansion of territories whose primary or secondary function, in the context of shifting regional development priorities in the Russian Federation, is to provide conditions for tourism and recreational activities; identify potential problems and risks.

Methodology. The research is based on an analysis of tourist-recreational land use practices across various regions of Russia, compared with changes introduced in federal-level regulatory legal documents over the past five years. Comparing practical experience with the legal framework allowed for the identification of current and potential problems and risks.

Results. The analysis showed that in recent years, terminological inconsistencies in codes and federal laws relating to recreational activities have been eliminated; in legal documents of the federal level, the range of territories for which the tourist and recreational function is fixed as the main or accompanying was expanded; there are a number of territories involved in tourism and recreational activities in practice, but not reflecting this function in legal documents of the federal level (lands of health and recreation areas and resorts, places of traditional existence of folk art crafts, historical settlements, territories of traditional nature management of indigenous peoples); for certain categories of land (museums-reserves, rural areas), the improvement of the conditions for the development of recreational activities is ahead of the improvement of the conditions for the preservation of natural and natural-cultural complexes.

Research implications. The findings can be used in the planning and design of recreational territories, as well as in organizing recreational and environmental protection activities.

Keywords: recreational activities, tourism development, recreational territories, regulatory legal acts of the Russian Federation

For citation:

Isachenko T. E., Kosarev A. V. For spatial development of recreational nature management in the Russian Federation: legal aspect. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2025, no. 3, pp. 120–143. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-120-143

ВВЕДЕНИЕ

Потребность в расширении территорий, вовлечённых в обеспечение туризма и рекреационную деятельность, определяется тем фактом, что туристско-рекреационное природопользование в России за последнее десятилетие вышло на качественно новый уровень. В современных условиях этот процесс стал неизбежным, благодаря как минимум 2 причинам. В последние

годы в России быстрыми темпами развивается внутренний туризм, и, как следствие, возрастает его роль в хозяйственной специализации регионов. Так, число граждан РФ, отправленных в туры по России в 2023 г., по отношению к 2021 г. увеличилось на 16,6%¹. В 2024 г., по сравнению с 2022 г., внутренний туристский поток

¹ Туризм в России // Федеральная служба государственной статистики: [сайт] URL: <https://clck.ru/3R8hsk> (дата обращения: 15.02.2025).

вырос на 19%, а объём платных туристских услуг населению увеличился на 61%². Такой стремительный рост определяется прежде всего заинтересованностью государства.

В принятой в 2019 г. «Стратегии развития туризма в РФ на период до 2035 г.» (далее Стратегия развития туризма)³ была, в числе прочих, поставлена задача совершенствования нормативной правовой базы в сфере туризма. Приоритетным становится развитие территорий, для которых туризм определён в качестве перспективной экономической специализации.

Доля городского населения в РФ на 1 января 2024 г. составила 74,9%. Население городов с числом жителей более 500 тыс. чел. за период 2002–2024 гг. совокупно увеличилось на 19,2%, достигнув 47,8 млн чел. Максимальный прирост пришёлся на города, в которых проживает более 1 млн чел. Суммарно число жителей таких городов выросло с 27,7 млн до 35,6 млн чел., а доля в населении страны составила 24,4%⁴. Жители крупных городов выбирают для отдыха контрастные их привычному урбанизированному окружению природные территории. Для современных туристов и рекреантов характерно желание соединить отдых в природной среде и городской комфорт. Соответственно возрастает потребность дальнейшего вовлечения в туризм и рекреационную деятельность малонарушенных природных территорий, оборудование их соответствующей инфраструктурой. Такими территориями становятся земли лесного фонда, а также земли особо охраняемых природных территорий (ООПТ): национальных и природных парков и даже заповедников.

² Туризм // Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/turizm> (дата обращения: 15.02.2025).

³ Распоряжение Правительства РФ от 20.09.2019 № 2129-р (ред. от 07.02.2022) «Об утверждении Стратегии развития туризма в РФ на период до 2035 г.» // СПС Консультант Плюс.

⁴ Подсчитано авторами по: Демография // Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 15.02.2025); Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2024 № 4146-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития РФ на период до 2030 г. с прогнозом до 2036 г.» // СПС Консультант Плюс.

Заинтересованность государства в расширении территорий для осуществления туризма и рекреационной деятельности ставит туристско-рекреационное (далее рекреационное) природопользование в ряд приоритетов регионального развития. Это выражается, прежде всего, в совершенствовании нормативно-правовой базы, направленном на расширение категорий земель, где возможно осуществление рекреационной деятельности, в частности допускается создание туристско-рекреационной инфраструктуры.

Рекреационное природопользование имеет 2 важнейшие задачи:

1. вовлечение территорий в социально-экономическое пространство через рекреационную деятельность;

2. сохранение туристско-рекреационного потенциала территорий, включая охрану природных и культурных ландшафтов.

В предлагаемом исследовании рекреационное природопользование определено как совокупность всех форм эксплуатации природного и природно-культурного потенциала территории, а также мер по его сохранению и воспроизводству в процессе обеспечения туризма и рекреационной деятельности. В рамках рекреационного природопользования туризм и рекреация рассматриваются через призму рекреационных территорий. В российском правовом поле туризм и рекреация объединены понятием «рекреационная деятельность».

Надо отметить, что понятие «рекреационная деятельность» впервые единообразно определено в нормативных правовых документах федерального уровня только в 2023 г. Под рекреационной деятельностью понимается «выполнение работ и оказание услуг в сфере туризма, физической культуры и спорта, организации отдыха и укрепления здоровья граждан»⁵.

Данная статья в некоторой степени служит продолжением исследования, результаты которого были опубликованы в

⁵ Статья 98 Земельного кодекса РФ от 25.10.2001 № 136-ФЗ (с изм. и доп. вступ. в силу с 20.03.2025); Статья 41 Лесного кодекса РФ от 04.12.2006 № 200-ФЗ (с изм. и доп. вступ. в силу с 01.01.2025); Статья 17.1 Федерального закона от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025) // СПС Консультант Плюс.

2019 г. Авторами было прослежено развитие правовой основы рекреационного природопользования в России на протяжении XX–XXI вв. [6].

Цель данного исследования – проанализировать перспективы дальнейшего пространственного развития рекреационного природопользования в свете изменения нормативного правового законодательства РФ в 2020–2025 гг., выявить потенциальные проблемы и риски.

Процессы, идущие в России в последние годы, привели не только к значительному расширению площадей рекреационных территорий, но и к увеличению их разнообразия. В последние годы рекреационное природопользование развивается в 2 направлениях: ищутся новые подходы к использованию природных и природно-культурных комплексов; осуществляется модернизация уже апробированных вариантов использования природных и культурных ландшафтов [12].

В ходе исследования был проведён анализ изменений законодательных актов федерального уровня, касающихся статуса и особенностей использования земель, вовлечённых в осуществление туризма и рекреационную деятельность (рекреационных территорий).

Для выявления актуальных и потенциальных проблем и рисков проведено сопоставление изменений, внесённых в нормативные правовые документы за последние 5 лет, и практики туристско-рекреационного освоения территорий в различных регионах России.

Сопоставление законодательного поля с практикой рекреационного природопользования позволило разделить рекреационные территории на 2 группы. К I группе относятся 11 категорий территорий, для которых обеспечение туризма и рекреационной деятельности законодательно закреплены в качестве основной или сопутствующей функции (табл. 1). Ко II группе

Таблица 1 / Table 1

Отражение в кодексах и федеральных законах Российской Федерации статуса территорий, вовлечённых в рекреационное природопользование / Reflection in the codes and federal laws of the Russian Federation of the status of territories involved in recreational nature management

Категория (статус) земель	Определение понятия в нормативно-правовых документах	Нормативный правовой документ
Осуществление туризма и рекреационная деятельность – основная социально-экономическая функция территории		
Лесные участки для осуществления рекреационной деятельности	Земельные участки, предоставленные для осуществления рекреационной деятельности	ст. 7, п. 1 ст. 41 ЛК РФ
Зоны отдыха	Территории, связанные с использованием водных объектов или их частей для рекреационных целей	п. 3 ст. 50 ВК РФ
Пляжи	Территории, связанные с использованием водных объектов или их частей для рекреационных целей	п. 3 ст. 50 ВК РФ
Зоны купания	Территории для осуществления рекреационной деятельности	п. 3 ст. 50 ВК РФ
Земли рекреационного назначения	Земли, используемые для осуществления рекреационной деятельности	ст. 94 ЗК РФ
Рекреационные зоны национальных парков	Зоны, предназначенные для обеспечения и осуществления рекреационной деятельности	ст. 15 Закона № 33-ФЗ
Осуществление туризма и рекреационная деятельность – сопутствующая социально-экономическая функция территории		
Национальные парки (НП)	Особо охраняемые природные территории (ООПТ) федерального значения. Организация и осуществление туризма – одна из основных задач НП.	ст. 13 Закона № 33-ФЗ

Окончание табл. 1

Категория (статус) земель	Определение понятия в нормативно-правовых документах	Нормативный правовой документ
Природные парки	ООПТ регионального значения, в границах которых выделяются зоны, имеющие рекреационное назначение	ст. 7 Закона № 33-ФЗ
Природные заповедники	ООПТ федерального значения, в число задач которых входит организация и осуществление туризма	ст. 7 Закона № 33-ФЗ
Музеи-заповедники	Музеи, которым в установленном порядке предоставлены земельные участки с расположенными на них достопримечательными местами. Одна из целей музея-заповедника – создание условий для туристской деятельности	ст. 26.1, ст. 27 Закона № 54-ФЗ
Сельские территории	Территории сельских поселений и соответствующих межселенных территорий. Их устойчивое развитие включает деятельность по оказанию услуг в сфере сельского туризма.	ст. 1, ст. 4.1 Закона № 264-ФЗ

Источник: составлено авторами

отнесены территории, которые активно вовлекаются в развитие туризма и рекреации, однако в данный момент в правовом поле такой функцией не обладают.

ТЕРРИТОРИИ, ДЛЯ КОТОРЫХ ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ТУРИЗМА И РЕКРЕАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ – ОСНОВНАЯ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ

Прежде всего, рассмотрим категории земель, режим охраны и использования которых определяются Лесным и Водным кодексами РФ. Изменения, внесённые в Лесной кодекс РФ⁶ за последние 5 лет, отражают возрастание роли рекреационной деятельности при использовании земель лесного фонда.

Надо отметить, что понятие «рекреационные леса» в Лесном кодексе отсутствует, но в 2023 г. появляется понятие «лесные участки для осуществления рекреационной деятельности»⁷. Лесные участки предоставляются государственным и муниципальным учреждениям в постоянное (бессрочное) пользование, другим юридическим лицам, индивидуальным

предпринимателям в аренду⁸. Правила использования лесов для осуществления рекреационной деятельности устанавливаются федеральным органом исполнительной власти⁹. Освоение лесов предполагает комплексный подход и предусматривает проведение мероприятий по сохранению природных ландшафтов¹⁰.

С 2021 г. при использовании лесов для осуществления рекреационной деятельности наряду с возведением некапитальных строений допускается и капитальное строительство¹¹. В 2022 г. были утверждены перечни объектов капитального и некапитального строительства, не связанных с созданием лесной инфраструктуры. При рекреационном использовании лесов: 1) при капитальном строительстве не допускаются сплошные рубки лесных насаждений¹²; 2) при возведении некапитальных строений и сооружений не допускаются также и выборочные рубки¹³; 3) застроенная территория не должна превышать 20% от площади предоставленного лесного участка¹⁴. Отдельно оговорено, что ограничения по площади не распространяются на велосипедные, пешеходные и беговые дорожки, тропы, лыжные и рол-

⁸ П. 6 ст. 41 ЛК РФ.

⁹ П. 7 ст. 41 ЛК РФ.

¹⁰ Ст. 12 ЛК РФ.

¹¹ Ст. 21 ЛК РФ.

¹² П. 4 ст. 21 ЛК РФ.

¹³ П. 2 ст. 21.1 ЛК РФ.

¹⁴ П. 2 ст. 41 ЛК РФ.

⁶ Лесной кодекс РФ от 04.12.2006 N 200-ФЗ (с изм. и доп. вступ. в силу с 01.01.2025) // СПС Консультант Плюс.

⁷ П. 1 ст. 41 ЛК РФ.

лерные трассы, а также элементы благоустройства¹⁵.

Лыжные и роллерные трасы включены в этот перечень в 2023 г. вследствие внесения в план по реализации Стратегии развития туризма мероприятия «разработка нормативно-правовой базы в части развития снегоходного и мотовездеходного туризма»¹⁶. Заметим, что при современных требованиях к качеству и ширине лыжных и роллерных трасс площадь, отводимая под их сооружение, весьма существенна, и в ходе строительства неизбежно будут вырублены деревья, уничтожен древесный подрост, напочвенный покров и верхние горизонты почвы.

Исследования, проведённые с участием одного из авторов в 2022 г. на ООПТ «Озе-

ро Щучье» в пределах Санкт-Петербурга, показали, что площадь проектируемых лыжных трасс на лесном участке площадью 7,6 га составит 23% от площади участка. При этом будет вырублено от 3 100 до 4 040 деревьев преимущественно хвойных пород (сосна, ель), общим запасом около 1 650 м³ (рис. 1).

Особого внимания заслуживает также активно формирующаяся сеть туристических троп, которая затрагивает земли лесного фонда, как в составе особо охраняемых природных территорий (ООПТ), так и вне их. В 2021 г. в Ленинградской области стартовал проект «Тропа 47», в соответствии с которым к 2024 г. было разработано, частично оборудовано и открыто 47 туристических троп (пешеходных, велосипедных, лыжных). Протяжённость троп варьирует от 0,4 км до 90 км, их суммарная длина составляет 568 км. Проходят тропы преимущественно по лесным территориям, их популярность, а, соответственно, и поток посетителей с каждым годом возрастают. Неизбежно возрастает и

¹⁵ П. 3 ст. 41 ЛК РФ.

¹⁶ Распоряжение Правительства РФ от 19.08.2022 № 2321-р «Об утверждении Плана мероприятий по реализации Стратегии развития туризма в РФ на период до 2035 г.» (в дальнейшем План мероприятий по реализации Стратегии развития туризма) // СПС Консультант Плюс.



Рис. 1 / Fig. 1. Участок соснового леса, через который планируется прокладка лыжной трассы шириной 6 м / A section of pine forest through which it is planned to lay a 6 m wide ski run

Источник: Фото Г. А. Исаченко, 2022 г.

нагрузка на лесные экосистемы. С одной стороны, тропа позволяет локализовать туристический поток и провести работы по предотвращению негативных воздействий на лесные насаждения и природные комплексы в целом: построить лестницы на склонах речных долин и склонах камовых и моренных холмов; создать санитарные остановки и оборудовать места пикников с минимальным нарушением вмещающего ландшафта. С другой стороны, тропы прокладываются в наиболее живописных, контрастных и зачастую уязвимых лесных ландшафтах (в пределах земель лесного фонда), которые могут находиться за пределами ООПТ. Возникает необходимость мониторинга состояний лесных экосистем вне особо охраняемых природных территорий, организованного на постоянной основе.

Отметим, что проект «Тропа 47» реализуется в рамках Государственной программы «Охрана окружающей среды Ленинградской области», т. е. природоохранное значение проекта не менее важно, чем его рекреационная составляющая.

Опыт реализации проекта «Тропа 47» во многом был использован Агентством стратегических инициатив при формировании руководства по разработке и обустройству туристических троп¹⁷. В руководстве показана необходимость мониторинга изменений территории под воздействием рекреационных нагрузок и определения пределов допустимых изменений природных комплексов. Однако мероприятия по организации и оборудованию туристических троп уже активно проводятся в различных регионах России, а мероприятия, связанные с мониторингом, еще только обсуждаются. Опытом организации мониторинга и принятия быстрых управленческих решений по трансформации обустройства экологических троп обладают многие ООПТ РФ (рис. 2). Транслирование этого опыта, его осмысление и закрепление в нормативно-правовой базе при создании системы туристических троп вне ООПТ имеет большое

значение. Туристические тропы не могут функционировать на самоокупаемости даже при взимании платы за их посещение, поэтому затраты на проведение мониторинга, а также регулярную модернизацию обустройства троп, целесообразно предусмотреть в бюджетах регионов.

Использование и охрана земель водного фонда регулируется Водным кодексом РФ¹⁸, в который в 2023 г. было внесено важное для развития рекреационного природопользования дополнение. До 2023 г. использование водных объектов регулировалось правилами охраны жизни людей на водных объектах и правилами использования водных объектов для личных и бытовых нужд. С 2023 г. оно осуществляется с учётом правил использования водных объектов для рекреационных целей¹⁹, которые устанавливаются органами местного самоуправления²⁰. Правилами определяются территории, связанные с использованием водных объектов или их частей для «рекреационных целей», такими территориями выступают *зоны отдыха и пляжи*. Также, что особенно важно, правила определяют *зоны купания* и другие зоны, необходимые для «осуществления рекреационной деятельности»²¹. Содержание понятий зона отдыха, пляж и зона купания в кодексе не раскрыто, но указано, что для рекреационных целей допускается строительство зданий, строений, сооружений²².

Несмотря на то, что Водный кодекс декларирует общедоступность береговой линии водных объектов, находящихся в государственной или муниципальной собственности²³, на практике одной из наиболее значимых проблем являются попытки «закрыть» ее для «посторонних». Достигается это различными способами, как незаконными (вывод заборов к урезу воды), так и формально не подпадающими под правовую ответственность (устройство канав, посадка зелёных насаждений, организация патрулирования территории

¹⁷ Технологии и практики организации туристических троп и сопутствующей инфраструктуры // Агентство стратегических инициатив: [сайт]. URL: <https://asi.ru/library/main/202815/> (дата обращения: 15.03.2025).

¹⁸ Водный кодекс РФ от 03.06.2006 № 74-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025) // СПС Консультант Плюс.

¹⁹ п. 3 ст. 6 ВК РФ.

²⁰ ст. 27 ВК РФ.

²¹ п. 3 ст. 50 ВК РФ.

²² п. 5 ст. 50 ВК РФ.

²³ п. 6 ст. 6 ВК РФ.



2а. Начало работ по расширению экотропы, обусловленных необходимостью предотвратить дальнейшую дигрессию растительного покрова вдоль настила



2б. Начало работ по изменению маршрута экотропы, обусловленных необходимостью изменения направления потока посетителей

Рис. 2 / Fig. 2. Изменение обустройства экотропы в заказнике «Комаровский берег», связанное с необходимостью снизить рекреационные нагрузки (реализация управленческих решений дирекции ООПТ Санкт-Петербурга по результатам мониторинга) / Change in the arrangement of the ecotrope in the Komarovsky Bereg reserve due to the need to reduce recreational loads (implementation of management decisions of the St. Petersburg Protected Areas Directorate based on monitoring results)

Источник: фото Т. Е. Исаченко, 2025 г.

собаками и т. д.) [4]. На практике также встречается использование водной поверхности озёр для строительства небольших баз отдыха на широких пирсах. Как правило, арендатор имеет в своём распоряжении только часть водоёма без береговой полосы, и решение бытовых проблем при эксплуатации таких баз может приводить к загрязнению водоёма. Подобный комплекс был описан авторами в 2022 г. на оз. Краснофлотское (Ленинградская обл.) (рис. 3).

В 2022 г. базы отдыха на воде были редким явлением, а в 2025 г. туристские комплексы, в которых присутствуют домики на воде, уже достаточно широко распространены. Например, база отдыха «Берег Ладоги» (Республика Карелия) рекламирует плавучие дома с видами на шхеры. В правовых документах правомерность

создания подобных комплексов никак не комментируется.

В соответствии с Земельным кодексом РФ²⁴ рекреационная деятельность может осуществляться на землях особо охраняемых территорий и объектов, к которым относятся земли: особо охраняемых природных территорий, лечебно-оздоровительных местностей и курортов, земли природоохранного, рекреационного, историко-культурного назначения, иные особо ценные земли²⁵. Рассмотрим потенциал развития всех перечисленных категорий земель в рамках рекреационного природопользования с учётом изменений нормативно-правовой базы.

²⁴ Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 N 136-ФЗ (с изм. и доп. вступ. в силу с 20.03.2025) // СПС Консультант Плюс.

²⁵ ст. 94 ЗК РФ.



Рис. 3 / Fig. 3. База отдыха на оз. Краснофлотское (Ленинградская обл.) / Recreation center on lake Krasnoflotskoe (Leningrad region)

Источник: фото Т. Е. Исаченко, 2022 г.

Земли рекреационного назначения используются непосредственно для реализации рекреационной деятельности, для чего допускается создание объектов, предназначенных для её осуществления²⁶. В отличие от предшествующих редакций перечень объектов в актуальной версии Земельного кодекса не раскрыт, но в расширенном виде определён уточняющим документом. Согласно изменениям, вступившим в силу в 2024 г., в пределах данной категории земель, допускается хозяйственная деятельность²⁷.

Надо отметить, что, несмотря на возросшую роль туризма и рекреации в развитии территорий, федерального закона, который бы уточнял и конкретизировал положения Земельного кодекса о землях рекреационного назначения и резервировании таких земель нет. Подходы к их охране при использовании в правовом поле не определены. Казалось бы, задача

совершенствования нормативно-правовой базы в сфере туризма, поставленная в Стратегии развития туризма, должна была стимулировать совершенствование правового поля именно этой категории земель. Однако этого не случилось.

В предыдущие годы в научном дискурсе отмечалось, что отнесение земель рекреационного назначения к особо охраняемым территориям не совсем логично, поскольку их обустройство и использование коренным образом отличается от обустройства территорий, приоритетной функцией которых является охрана природных и природно-культурных комплексов. Изменения, внесённые в нормативные правовые документы, исправили это противоречие иным образом, сблизив правила использования и застройки земель рекреационного назначения и земель особо охраняемых природных территорий.

²⁶ ст. 98 ЗК РФ.

²⁷ п. 4 ст. 98 ЗК РФ.

ТЕРРИТОРИИ, ДЛЯ КОТОРЫХ ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ТУРИЗМА И РЕКРЕАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ – СОПУТСТВУЮЩАЯ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ

Земли особо охраняемых природных территорий в последние годы активно вводятся в рекреационное природопользование, подчас их природоохранная и рекреационная функции становятся равнозначными. Значительные изменения, произошедшие в регулировании режима охраны и использования ООПТ, направлены на реализацию новых целей и задач их деятельности. В Стратегии развития туризма декларируется переход к модели экологического туризма как комплексного направления развития ООПТ, прежде всего национальных парков.

Последовательное решение поставленных задач привело к значительному увеличению потока посетителей природных заповедников и национальных парков. За период 2019–2023 гг. число посещений экологических маршрутов выросло в заповедниках в 1,7 раза, в национальных парках – в 2 раза и суммарно составило 10,9 млн чел. за год²⁸. В дальнейшем планируется увеличение числа посетителей ООПТ до 16 млн чел.²⁹

В 2022 г. был утвержден план реализации Стратегии развития туризма, где прописан ряд мероприятий, направленных на обеспечение условий развития туризма и рекреационной деятельности на ООПТ. Главным мероприятием, пересматривающим подход к осуществлению рекреационного природопользования в пределах ООПТ, стало обеспечение условий создания (модернизации) инфраструктуры для развития экологического туризма³⁰.

В 2023 г. в закон «Об особо охраняемых природных территориях»³¹ была введена

статья «Туризм на особо охраняемых природных территориях и его критерии, особенности», которая декларирует возможность осуществления туризма на специально оборудованных местах и маршрутах при соблюдении установленной предельно допустимой рекреационной ёмкости ООПТ³². Предельно допустимая рекреационная ёмкость в законе определяется как «максимальное количество посетителей, которые могут посетить в качестве туриста ООПТ либо её отдельные части в единицу времени без допущения деградации природных комплексов, объектов растительного и животного мира, естественных экологических систем»³³.

Были приняты разъясняющие документы, касающиеся правил организации и осуществления туризма, и правил расчета допустимой рекреационной емкости для ООПТ различного уровня. Проведённый анализ Правил расчёта предельно допустимой рекреационной ёмкости³⁴ показал, что подходы к обоснованию нормирования требуют существенных доработок. За приведёнными в документе математическими формулами скрывается неопределённость, позволяющая достаточно произвольно рассчитывать допустимое число посетителей ООПТ. Правила оперируют многочисленными понятиями, связанными с рекреационной емкостью (РЕ): предельно допустимая, потенциальная, базовая, управленческая.

Смысловая целесообразность ввода столь обширного терминологического аппарата в нормативные документы не совсем понятна. Внешне сложные формулы при ближайшем рассмотрении демонстрируют условность расчётов. Если описать формулы словами, неопределённость становится весьма явственной.

²⁸ Туризм в России // Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. URL: <https://clck.ru/3R8jNs> (дата обращения: 15.02.2025).

²⁹ Стратегия развития туризма

³⁰ План мероприятий по реализации Стратегии развития туризма

³¹ Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025) // СПС Консультант Плюс.

³² Ст. 5.2 Закона № 33-ФЗ.

³³ П. 1 ст. 5.2 Закона № 33-ФЗ.

³⁴ Постановление Правительства РФ от 31.10.2023 № 1811 «Об утверждении Правил расчета предельно допустимой рекреационной емкости ООПТ федерального значения при осуществлении туризма»; Постановление Правительства РФ от 31.10.2023 № 1809 «Об утверждении Типовых правил расчета предельно допустимой рекреационной емкости ООПТ регионального и местного значения при осуществлении туризма» // СПС Консультант Плюс.

Так, для того чтобы рассчитать предельно допустимую РЕ объекта, надо потенциальную РЕ умножить на коэффициент управленческой РЕ. В свою очередь, чтобы вычислить потенциальную РЕ, надо базовую РЕ умножить на поправочные коэффициенты. При определении базовой РЕ учитывается площадь, необходимая для одного посетителя, и время пребывания на объекте. Таким образом, мы имеем итоговое уравнение с множеством неизвестных.

В Правилах поправочные коэффициенты и коэффициент управленческой РЕ комментируются только посредством перечисления факторов, которые необходимо учитывать при их расчёте. Отмечается явная эклектичность набора предложенных факторов. Например, в группе экологических факторов рекомендуется учитывать, как изменения состояния почвенного и растительного покрова, так и погодные условия; в группе социальных факторов — как общую удовлетворённость путешествием, так и плотность социальных контактов; в группе социально-экономических факторов — влияние туризма на ООПТ и на социально-экономическую обстановку в регионе.

Представляется весьма проблематичным использование предложенных Правил в качестве руководства для объективных расчетов. Однако Правила приняты на законодательном уровне, и теперь для каждой ООПТ необходимо рассчитывать конкретные цифры, которые будут лимитировать приём посетителей. Формальное следование рекомендациям и формулам может привести к смещению внимания от состояния природных комплексов к получению контрольных цифр, которые будут рассчитываться весьма субъективно и затратно.

Контроль числа посещений — понятная установка для управления ООПТ, но это не позволяет полноценно защитить территорию от негативного воздействия рекреационных нагрузок.

В Правилах также даны формулы для определения числа посетителей туристических троп и маршрутов, согласно которым в расчёт берется только комфортность, связанная с плотностью рекреантов и туристических групп в пределах маршрута. Никаких коэффициентов, учитываю-

щих состояние природных комплексов, не вводится. Такой расчёт возможен только для тропы, оборудованной настилом, сход с которой для групп и отдельных туристов невозможен или возможен только на жестко ограниченных площадках для отдыха.

Представляется, что введённое в правовое поле понятие рекреационной ёмкости не решает основную проблему: принятие своевременных управленческих решений для предотвращения деградации вмещающих ландшафтов под воздействием рекреационных нагрузок. Понятие «вмещающий ландшафт», а также законодательно установленные требования проведения регулярного мониторинга в связи с рекреационным использованием территорий в документах отсутствуют, указана только необходимость перерасчёта предельно допустимой РЕ при выявлении изменения состояния туристских объектов. В качестве туристского объекта рассматривается в числе прочего и природные комплексы, но только привлекающие туристов и используемые для осуществления туризма.

Для справки: в 2024 г. число посещений национальных парков США превысило 331 млн³⁵, что превосходит число посещений всех ООПТ России более, чем в 30 раз. Йеллоустонский национальный парк (учреждён в 1872 г.) в 2023 г. посетили 4,5 млн туристов³⁶. При этом вмещающие ландшафты национального парка более чем за 150 лет не деградировали, несмотря на их абсолютную уникальность и уязвимость.

Первые национальные парки в России появились только в 1983 г. В нашей стране экологический туризм как комплексное направление развития ООПТ находится в стадии формирования, наработки опыта, поэтому так важно критично относиться к попытке решить все проблемы с помощью одной цифры.

Исследования по оценке рекреационной нарушенности ландшафтных ком-

³⁵ National Park Service [сайт]. URL: <https://www.nps.gov/aboutus/visitation-numbers.htm> (дата обращения: 15.03.2025).

³⁶ Yellowstone National Park Tourism Statistics //Global Tourism Statistics & Trends [сайт]. URL: <https://roadgenius.com/statistics/tourism/usa/yellowstone-national-park/> (дата обращения: 15.03.2025).

плексов в пределах ООПТ «Щучье озеро» на территории Санкт-Петербурга (мониторинг ведётся с 2008 г.) показали, что даже при ограничении допуска отдыхающих на рекреационный объект (прибрежная территория озёра), их распределение будет всегда коррелировать с внутриландшафтной структурой территории. При этом сокращение числа посетителей приводит к тому, что сокращается число отдыхающих в малопривлекательных природных комплексах, а в привлекательных их число останется практически неизменным [5; 15]. Наблюдается также чёткая корреляция профилактических мероприятий в выявленных проблемных ландшафтных контурах с положительной динамикой рекреационной нарушенности природных комплексов даже на фоне возросшего потока рекреантов (рис. 4).

Представляется, что целесообразно не придерживаться достаточно приблизительно рассчитанных цифр, а проводить регулярные мониторинги и быстро принимать управленческие решения, не обязательно сводящиеся к сокращению потока рекреантов.

Если сравнить предложенный подход расчёта числа посетителей ООПТ с тем, который был разработан в конце прошлого века³⁷, надо отметить, что, несмотря на несовершенство предложенных тогда решений, прежний подход больше концентрировался на проблеме охраны природных экосистем. Современный подход больше нацелен на обеспечение комфорта для туристов и рекреантов. Также отметим, что нормирование допустимой рекреационной ёмкости не решает в полном объёме проблем, связанных с контролем всех антропогенных воздействий на природные системы ООПТ³⁸. В настоящее время нормативы предельно допустимых воздействий установлены только для эко-

логической системы оз. Байкал³⁹, чему предшествовали скрупулезные многолетние комплексные научные исследования [7; 8].

Наибольшие изменения коснулись правового поля особо охраняемых природных территорий федерального подчинения: природных заповедников и национальных парков. С 2023 г. в границах ООПТ федерального значения допускается предоставление земельных участков гражданам и юридическим лицам в аренду⁴⁰.

Национальные парки (НП) в наибольшей степени ориентированы на обеспечение туризма и рекреации. Стратегия развития туризма предусматривает реализацию к 2035 г. модели экологического туризма на территории не менее чем половины национальных парков России. С 2023 г. взамен задачи «создание условий для регулируемого туризма и отдыха» национальные парки имеют задачу «организация и осуществление туризма»⁴¹, что превращает их в непосредственных организаторов и участников рекреационной деятельности.

В национальных парках природопользование регламентируется функциональным зонированием, в 2023 г. режим охраны и использования функциональных зон НП был изменён. Теперь, помимо рекреационной зоны и зоны охраны объектов культурного наследия, рекреационная деятельность допускается и в хозяйственной зоне⁴², а посещение особо охраняемой зоны предусматривается в целях туризма, не ограничивающегося только познавательными целями⁴³. Для каждого НП требуется наличие плана рекреационной деятельности⁴⁴, при реализации которой допускается возведение и объектов капитального строительства, и некапитальных

³⁷ Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. М., 1987. 16 с.

³⁸ Ключанова Л. Г. Экологический туризм на особо охраняемых природных территориях: рекреационная деятельность и охрана окружающей среды / Закон. 2023. № 10 // СПС Консультант Плюс.

³⁹ Приказ Минприроды России от 21.02.2020 № 83 (ред. от 04.07.2022) «Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал» // СПС Консультант Плюс.

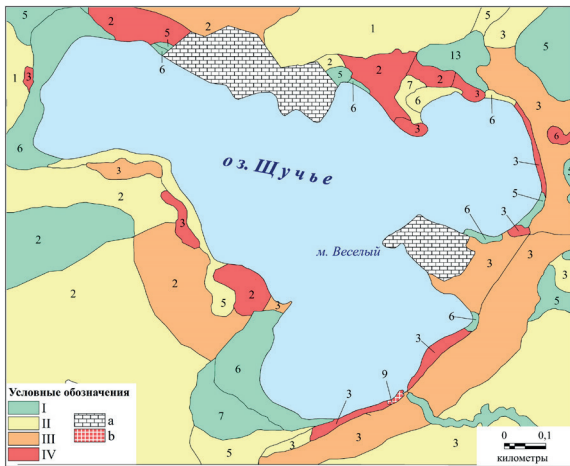
⁴⁰ П. 6.1 ст. 95 ЗК РФ.

⁴¹ Ст. 13 Закона № 33-ФЗ.

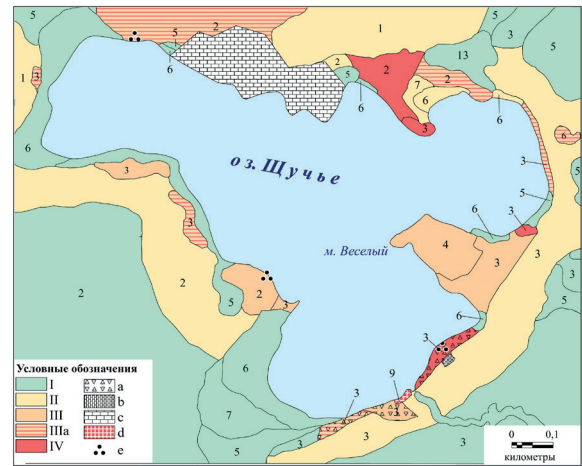
⁴² П. 6 ст. 17.1 Закона № 33-ФЗ.

⁴³ Ст. 15 Закона № 33-ФЗ.

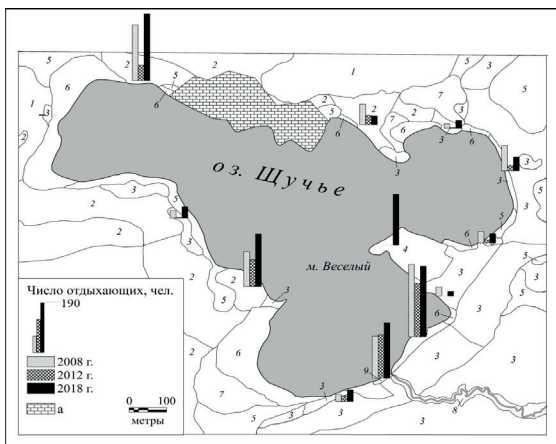
⁴⁴ Ст. 17.2 Закона № 33-ФЗ.



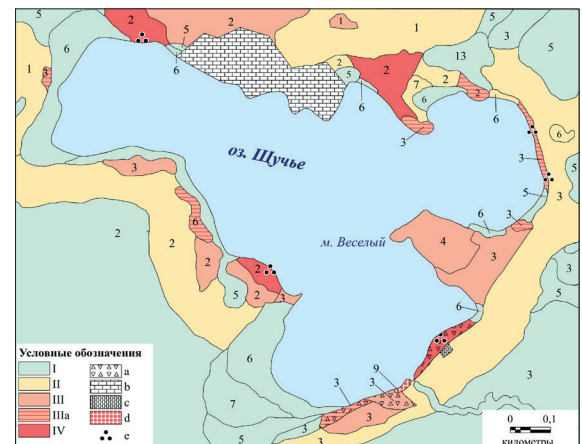
4а. Стадии рекреационной дигрессии, 2008 г. (до создания ООПТ в 2012 г.)



4б. Стадии рекреационной дигрессии, 2019 г.



4г. Пиковые рекреационные нагрузки в июле 2008, 2012 и 2018 гг.



4в. Стадии рекреационной дигрессии, 2025 г.

Условные обозначения:

а – территория, обустроенная для отдыха;
 б – закрытая территория;
 с – стоянка для автомашин;
 д – пляж;
 е – формирование пляжа в результате деградации напочвенного покрова

Стадии рекреационной дигрессии:

I – малонарушенные;
 II – нарушенные;
 III – сильно нарушенные;
 IIIa – восстановление напочвенного покрова через вторичную растительность;
 IV – полная деградация напочвенного покрова

Арабскими цифрами на карте обозначены типы местоположений:

Холмы и гряды, сложенные безвалунными песками (камы), преобладают сосняки: 1 – с преобладанием среднекрутых и крутых (5-20°) склонов; 2 – с преобладанием пологих (до 5°) склонов.

Террасированные равнины на безвалунных песках и супесях: 3 – естественно дренированные, преобладают сосняки и ельники; 4 – естественно дренированные, окультуренные в прошлом, преобладают березняки; 5 – переувлажненные с маломощным торфом, преобладают ельники.

Торфяники: 6 – мезотрофные (переходные) торфяники, в том числе сплавины по берегам озер (мощность торфа более 0.5 м); 7 – осушаемые и осушенные в прошлом торфяники, преобладают ельники.

Прочее: 8 – неглубокие долины ручьев с преимущественно заторфованной поймой, 9 – песчаные пляжи (в т. ч. с насыпным грунтом).

Рис. 4 / Fig. 4. Сопоставление карт рекреационной дигрессии побережья оз. Щучье (г. Санкт-Петербург) с распределением потока рекреантов и обустройством территории дирекцией ООПТ Санкт-Петербурга / Comparison of maps of recreational digression of the coast of Lake Shchuchye (St. Petersburg) with the distribution of the flow of recreationists and the arrangement of the territory by the Directorate of Protected Areas of St. Petersburg

Источник: карты 2008 и 2019 г. – [5]; карта 2025 г. составлена по материалам полевых исследований Т. Е. Исаченко и С. Д. Озеровой

строений⁴⁵. Постановлением правительства утверждён перечень объектов и особенности строительства. Земельные участки на территории НП предоставляются в аренду индивидуальным предпринимателями и юридическим лицам на основании соглашения о рекреационной деятельности⁴⁶, срок аренды определяется сроком действия соглашения⁴⁷.

В *природных заповедниках* до 2023 г. допускалось развитие только экологического просвещения и экологического туризма, заповедники принимали посетителей в рамках просветительской деятельности. Сегодня «организация и осуществление туризма» на участках частичного хозяйственного использования — отдельная задача заповедников⁴⁸, которая вовлекает их в число организаторов рекреационной деятельности.

Понятия «рекреационная деятельность» и «туризм» отсутствуют в режимах охраны заказников и памятников природы.

Природные парки относятся к ООПТ регионального значения⁴⁹ и в отношении развития рекреации и туризма служат неким аналогом национальных парков на региональном уровне. Существенных изменений, касающихся природных парков, в федеральное законодательство не внесено. Для каждого природного парка разрабатывается положение, определяющее его особенности, зонирование и режим, которое утверждается решением высшего исполнительного органа субъекта РФ⁵⁰.

Законами субъектов РФ могут устанавливаться и иные категории ООПТ регионального и местного значения⁵¹. Как правило, цель создания таких территорий — сочетать задачи охраны природы с задачами обеспечения туризма и развития рекреационной деятельности. При соответствующей разработке регионального законодательства именно эти территории могут быть переведены в категорию земель рекреационного назначения, а в случае

сохранении статуса территории (ООПТ) её рекреационная функция может быть законодательно закреплена и усилена.

Это вызывает вполне понятные опасения природоохранных организаций и общественности.

Так, в Москве в 2012 г. была введена новая категория земель — «особо охраняемая зелёная территория города Москвы». В 2019 г. были расширены возможные виды деятельности в её пределах, в частности за счёт разрешения капитального строительства объектов физкультурно-оздоровительного и спортивного назначения⁵². В ноябре 2024 г. вступил в силу закон г. Москвы «Об охране и использовании зелёного фонда...», который разрешил преобразование ООПТ г. Москвы в особо охраняемые зелёные территории⁵³. Правительство Москвы эту возможность реализовало, и 146 территорий потеряли статус ООПТ. Их режим охраны стал более лояльным, препятствий для осуществления рекреационной деятельности, включая возможность аренды земельных участков и возведения капитальных построек, стало меньше.

Вызывает опасения, что опыт Москвы будет использован для ослабления режима охраны региональных ООПТ в других субъектах РФ.

Несмотря на двойственность задач рекреационного природопользования, создание условий для его осуществления на ООПТ способствует усилению воздействий на природные комплексы [3; 10]. Изменение режима охраны или статуса ООПТ как на региональном, так и на федеральном уровне имеет целью облегчить условия аренды участков для осуществления рекреационной деятельности, в т. ч. возведения капитальных инфраструктурных объектов. На федеральном уровне эта

⁴⁵ П. 2 ст. 17.1 Закона № 33-ФЗ.

⁴⁶ Ст. 17.5 Закона № 33-ФЗ.

⁴⁷ П. 7.1 ст. 39.8 ЗК РФ.

⁴⁸ Ст. 7 Закона № 33-ФЗ.

⁴⁹ Ст. 2 Закона № 33-ФЗ.

⁵⁰ П. 4 ст. 18 Закона № 33-ФЗ.

⁵¹ П. 2 ст. 2 Закона № 33-ФЗ.

⁵² Постановление Правительства Москвы от 22.08.2012 № 424-ПП «Об отнесении лесов, входивших до 1 июля 2012 г. в состав лесного фонда и включенных в границы города федерального значения Москвы, к зеленому фонду города Москвы и территорий, вошедших в зелёный фонд города Москвы, к особо охраняемой зелёной территории города Москвы» // СПС Консультант Плюс.

⁵³ П. 4 ст. 21 Закона г. Москвы от 13.11.2024 № 27 «Об охране и использовании зелёного фонда в городе Москве» // СПС Консультант Плюс.

коллизия прослеживается на примере ослабления природоохранных ограничений в национальном парке «Лосиный остров» [9], а также преобразования в 2021 г. Тебердинского государственного биосферного заповедника (создан в 1936 г.) в Тебердинский национальный парк [14].

Анализ нормативно-правовых документов показал, что в категории земель историко-культурного назначения упоминание рекреационной деятельности отсутствует. Задача создания условий для туристской деятельности зафиксирована только в нормативно-правовом поле *музеев-заповедников* — наиболее перспективных территорий для развития рационального рекреационного природопользования. Деятельность, осуществляемая на их территории, регламентируется законом «О Музейном фонде РФ и музеях в РФ»⁵⁴.

Музей-заповедник — «музей, которому в установленном порядке предоставлены земельные участки с расположенными на них достопримечательными местами, отнесенными к историко-культурным заповедникам, или ансамблями»⁵⁵. Одной из целей работы музея-заповедника является создание условия для туристской деятельности⁵⁶.

Нельзя не согласиться с М. Е. Кулешовой, которая рассматривает музей-заповедник как прямой аналог национальному парку с его охранной, научной, просветительской и туристской деятельностью [11]. Так же, как и в национальных парках поток посетителей музеев-заповедников постоянно возрастает, соответственно увеличивается и нагрузка на природно-культурный комплекс. Число посетителей музея-заповедника «Петергоф» в 2024 г. превысило цифру 5 млн. В Новгородском музее-заповеднике число посетителей в 2024 г. достигло 1,4 млн чел., что на 10% больше, чем в 2023 г.⁵⁷ Увеличение турпотока требует создания дополнительной

инфраструктуры, обеспечивающей как сохранность комплекса, так и потребности туристов. Соответственно, необходимо и постулирование правомерности её создания.

Отдельного анализа требует понятие «сельские территории». Правовая база для развития рекреационного природопользования в пределах сельских территорий не разработана, как не определено и само понятие «сельская территория».

Согласно закону «О развитии сельского хозяйства»⁵⁸, сельские территории включают земли сельских поселений и соответствующие межселенные территории⁵⁹, т. е. могут относиться к 3 категориям земель: земли населенных пунктов, земли сельскохозяйственного назначения и земли лесного фонда.

В 2024 г. в закон «О развитии сельского хозяйства» была введена статья «Устойчивое развитие сельских территорий», которая предусматривает осуществление деятельности по оказанию услуг в сфере туризма⁶⁰. Среди основных направлений государственной поддержки в сфере развития сельского хозяйства значится поддержка в осуществлении сельского туризма⁶¹.

Сегодня в различных регионах России появляются фермы, которые наряду с сельскохозяйственной, активно занимаются и рекреационной деятельностью, причем в сложных погодных условиях рекреационная деятельность помогает компенсировать недополученный от потерь сельскохозяйственной продукции доход.

Агроферма «Жили-растили» (Гатчинский р-н Ленинградской обл.) работает с 2011 г., за 14 лет рекреационная деятельность фермы стала приносить существенную прибыль. С 2019 г. каждую субботу в сезон проводится День поля, когда можно посетить ферму, собрать для себя урожай и пообедать. Для городских жителей экскурсии по ферме в Дни поля стали своеобразным познавательным мероприятием.

⁵⁴ Федеральный закон от 26.05.1996 № 54-ФЗ «О Музейном фонде Российской Федерации и музеях в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024) // СПС Консультант Плюс.

⁵⁵ ст. 26.1 Закона № 54-ФЗ.

⁵⁶ ст. 27 Закона № 54-ФЗ.

⁵⁷ Новгородский музей-заповедник: [сайт]. URL: <https://novgorodmuseum.ru/> (дата обращения: 20.03.2025).

⁵⁸ Федеральный закон от 29.12.2006 № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025) // СПС Консультант Плюс.

⁵⁹ п. 2 ст. 1 Закона N 264-ФЗ.

⁶⁰ Ст. 4.1 Закона № 264-ФЗ.

⁶¹ П. 15 ст. 7 Закона № 264-ФЗ.

2025 г. оказался испытанием для фермеров Ленинградской области, погодные условия значительно затруднили производство сельскохозяйственной продукции. Ферма «Жили-растили», в соответствии с обстоятельствами, компенсирует вынужденные затраты, организуя еженедельные ужины, предваряющиеся экскурсией по ферме, причём в обеспечении этих ужинов принимают участие и другие местные производители сельскохозяйственной продукции.

Для активных фермеров разработка правового статуса сельских территорий с гарантированной правовой поддержкой осуществления рекреационной деятельности приобретает сегодня особо важное значение.

ТЕРРИТОРИИ, В ПРЕДЕЛАХ КОТОРЫХ ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗАКОНОДАТЕЛЬНО НЕ ЗАКРЕПЛЕНО

Земли лечебно-оздоровительных местностей и курортов включались в состав земель ООПТ и только в 2023 г. были выделены в качестве отдельной категории земель⁶². Ранее в Земельном кодексе прописывалось, что эти земли предназначены «для лечения и отдыха граждан», в последующих редакциях — «для профилактики и лечения заболеваний». В актуальной формулировке подчёркнута лишь их лечебная функция: «организация санаторно-курортного лечения и медицинской реабилитации»⁶³. Эта поправка выводит земли лечебно-оздоровительных местностей и курортов из правового поля рекреационного природопользования, что подтверждается последней редакцией закона «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах»⁶⁴, содержащей значительные поправки, внесённые в 2023 г.

При определении лечебно-оздоровительной местности, курорта и курортно-

го района упоминается только лечебная функция этих территорий. Однако при раскрытии понятия «курортная инфраструктура» в законе фигурируют объекты рекреационного назначения⁶⁵. Практика показывает, что, несмотря на снятие в правовом поле рекреационной функции с земель лечебно-оздоровительных местностей и курортов, многие санаторно-курортные комплексы наряду с лечебными программами продолжают успешно внедрять и активно развивать программы краткосрочного, в т. ч. семейного отдыха.

В нормативных правовых документах не прописана напрямую возможность осуществления рекреационной деятельности в пределах земель историко-культурного назначения. Однако их вовлечение в туризм в настоящее время идёт достаточно активно. Вызывает опасение, что развитие рекреационного природопользования без совершенствования нормативно-правовых ограничений приведет здесь к ощутимым последствиям.

Режим использования земель историко-культурного назначения регулируется законом «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»⁶⁶, в котором для данной категории земель не оговаривается возможность осуществления рекреационной деятельности, но разрешается ведение ограниченной хозяйственной деятельности⁶⁷. Для рекреационного природопользования наиболее важны 2 вида историко-культурных территорий, входящих в категорию достопримечательное место: места бытования исторических промыслов, производств и ремесел⁶⁸ и исторические поселения (центры исторических поселений).

Места традиционного бытования народных художественных промыслов — территории, в пределах которых исторически сложились и развиваются народные художественные промыслы, существует их социально-бытовая инфраструктура, могут

⁶⁵ ст. 1 Закона № 26-ФЗ.

⁶⁶ Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.01.2025) // СПС Консультант Плюс.

⁶⁷ П. 1 ст. 5.1 Закона № 73-ФЗ.

⁶⁸ Ст. 99 ЗК РФ.

⁶² ст. 94 ЗК РФ.

⁶³ ст. 96 ЗК РФ.

⁶⁴ Федеральный закон от 23.02.1995 № 26-ФЗ (ред. от 28.12.2024) «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах» // СПС Консультант Плюс.

находиться необходимые сырьевые ресурсы⁶⁹.

Федеральный закон «О народных художественных промыслах» декларирует сохранение и развитие таких территорий в качестве основной цели политики государства в данной области⁷⁰. Повышенное внимание к территориальным аспектам бытования промыслов нашло отражение в дополнениях, внесенных в закон в 2023 г. Согласно его новой редакции, установленные места традиционного бытования народных художественных промыслов вносятся в государственный реестр, порядок формирования и ведения которого определен разъясняющими документами⁷¹.

Понимание на государственном уровне того, что сохранение народных промыслов как культурного наследия невозможно без сохранения той среды, в которой они формировались и развивались, открывает перспективы для комплексного развития не только самих промыслов, но и поселений, в которых они бытуют.

Безусловно, как Единый государственный реестр объектов культурного наследия не гарантирует сохранности внесённых в него объектов, так и реестр мест бытования народных промыслов не будет гарантировать сохранение и рациональное использование территорий. Сделаны только первые шаги по установлению статуса и определению нормативно-правового поля, позволяющего ввести эти местности в рекреационное природопользование с задачами как охраны, так и комплексного использования.

Формирование понимания связей промыслов не только с сырьевой базой, не только с навыками мастеров, но и с традиционным ландшафтом поселений открывает дополнительные возможности для развития туризма и рекреационной деятельности. Организаторы туризма используют народные промыслы как сувенирную базу, как предпосылку для организации мастер-классов, места проведения которых не всегда непосредственно связаны с территориями бытования народных промыслов.

⁶⁹ Ст. 3 Закона № 73-ФЗ.

⁷⁰ Федеральный закон от 06.01.1999 № 7-ФЗ (ред. от 12.12.2023) «О народных художественных промыслах» // СПС Консультант Плюс.

⁷¹ Ст. 9 Закона № 7-ФЗ.

Сегодня ситуация меняется, сами места бытования промыслов становятся объектом и ресурсом для организации рекреационной деятельности.

Стратегия развития туризма рассматривает развитие народных промыслов в качестве важного элемента туристской инфраструктуры, предлагая разработать меры по созданию в их пределах «тематических» поселений.

Надо отметить, что местные жители уже давно оформляют свои поселения, как «тематические». В дер. Жостово для обозначения названия улиц и номеров домов используют заготовки для подносов, иногда их даже расписывают в характерной жостовской технике. В Каргополе на улице установлена фигура Полкана (традиционная каргопольская игрушка). В с. Гжель указатель выполнен в виде сказочной птицы, расписанной характерным гжельским мазком. Тема промыслов отражается в рекламе, оформлении вывесок гостиниц, кафе, магазинов; народные промыслы служат территориальным брендом.

Развитие туризма, ограниченное правовыми нормами, может стать гарантом экономической стабильности и сохранности мест бытования народных художественных промыслов.

Исторические поселения имеют федеральный или региональный статус, их границы могут не совпадать с границами населённого пункта⁷². В законе «Об объектах культурного наследия...» историческим поселениям посвящена отдельная глава, где достаточно подробно обозначен предмет их охраны. Однако определение понятия сводится к тому, что историческим поселением является населенный пункт, включённый в перечень исторических поселений федерального или регионального значения⁷³.

В перечень исторических поселений федерального значения на 2025 г. включены 44 города, 1 село и 1 станица⁷⁴.

⁷² Ст. 59 Закона № 73-ФЗ.

⁷³ п. 1 ст. 59 Закона № 73-ФЗ.

⁷⁴ Приказ Минкультуры России от 04.04.2023 № 839 (ред. от 19.03.2024) «Об утверждении перечня исторических поселений, имеющих особое значение для истории и культуры Российской Федерации» // СПС Консультант Плюс.

В силу слабой проработанности нормативно-правовой основы критерий включения в перечень, установление границ, а также правовой режим ограниченной хозяйственной деятельности в пределах исторического поселения невняты. Так, в перечне присутствуют и крупные (свыше 500 тыс. чел.) и большие (от 500 до 100 тыс. чел.) и средние (от 100 до 50 тыс. чел.), и малые (менее 50 тыс. чел.) города; на общем фоне выделяется Санкт-Петербург с числом жителей более 5,5 млн чел. В список включены ст. Старочеркасская и с. Крапивна, но отсутствуют города Псков, Москва и Казань.

Логику выбора объектов понять сложно, как невозможно и разработать единые правовые нормы для охраны и развития столь различных поселений. Можно предположить, что администрация городов, не включённых в список исторических поселений, стремится избежать дополнительных обременений по охране фоновой застройки и ограничений по новому строительству. Возможность обеспечения туризма и развития рекреационной деятельности на территории исторического поселения законодательно не определена, не определена и необходимость выделения самой категории.

Если критерием выделения исторических поселений является потребность комплексного подхода к охране территории при наличии уникального, целостного, исторически значимого городского (сельского) пространства, то представленный перечень далеко не полон и не репрезентативен. Если список формируется на базе поселений, для которых обеспечение туризма и рекреационная деятельность рассматриваются как важные потенциальные составляющие местного бюджета, для развития которых создаются особые условия, то необходима дальнейшая проработка нормативно-правовой базы. Важны внятные критерии соответствия статусу и чётко определённые преференции для поселений, получивших этот статус.

Представляется целесообразным включать в перечень исторических поселений только малые города и сельские населённые пункты, обладающие целевой планировочной структурой и сохранностью сре-

ды (городской, сельской), которые имеют в качестве приоритетных музейную, туристско-рекреационную и селитебную функции и нуждаются в поддержке, в т. ч. нормативно-правовой. Нормативно-правовая база, позволяющая сформировать подходы к вовлечению в туристское пространство таких поселений, необходима, прежде всего, для их сохранения в условиях увеличивающегося туристского потока. Целесообразно в дальнейшем ввести и некоторые ограничения, контролирующие прием туристов.

Туристский поток в Санкт-Петербург в 2024 г. достиг цифры 11,6 млн поездок, причём только 7,2% составили иностранные туристы. Если сравнить эти цифры с цифрами 2019 г., увидим, что число поездок сопоставимо (10,4 млн), но из них 47,2% составляли иностранные туристы⁷⁵. Нетрудно рассчитать, как при открытии границ возрастёт число туристов. Это повлечёт увеличение нагрузки на музейные комплексы и объекты культурного наследия, спровоцирует строительство дополнительной инфраструктуры и снижение комфортности жизненного пространства местных жителей.

Для каждого объекта из списка исторических поселений необходимо разработать законодательно установленные правила обеспечения развития не только туризма, но и рекреации для местных жителей. Правила должны быть увязаны как с регламентом охраны отдельных объектов культурного наследия, так и всего поселения в целом, с учётом сохранения средовой застройки и создания комфортной городской среды для горожан. Отметим, что в принятом перечне исторических поселений присутствуют и объекты Всемирного наследия ЮНЕСКО, предметом охраны, трёх из которых (города Санкт-Петербург, Ярославль, Дербент) стала целостность исторической городской территории, городской культурный ландшафт.

В продолжение вышеизложенного рассмотрим ещё одно понятие, важное с точ-

⁷⁵ «Турбарометр Санкт-Петербурга 2024». Развитие туристского рынка. Статистика // Комитет по развитию туризма СПб: [сайт]. URL: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_tourism/statistic/ (дата обращения: 15.03.2025).

ки зрения перспектив развития рекреационного природопользования — «культурный ландшафт». Культурные ландшафты, имея правовой статус на международном уровне, нечётко определены в российском правовом поле. Сам термин встречается в перечне достопримечательных мест⁷⁶, также культурные ландшафты обозначены в категории ценные земли⁷⁷. По сути, все территории, входящие в категорию «достопримечательное место», включая исторические поселения и места бытования народных художественных промыслов, относятся к культурным ландшафтам. Отметим, что последний из включённых в список наследия ЮНЕСКО объект на территории России — Кенозерский национальный парк имеет статус «Культурный ландшафт Кенозерья», что делает предметом его охраны не природные комплексы и ландшафты, не отдельные объекты культурного наследия, на культурный ландшафт во всей его целостности [1]. Именно культурный ландшафт наряду с природным служит объектом рационального рекреационного природопользования, что требует разработки такой нормативно-правовой базы, при которой его вовлечение в активизирующуюся рекреационную деятельность на землях различных категорий не станет национальной трагедией.

Культурные ландшафты в нормативно-правовом поле РФ понятийно определены 2 территориями: историко-культурный заповедник и историко-культурный музей-заповедник. Историко-культурный заповедник — достопримечательное место, представляющее собой выдающийся целостный историко-культурный и природный комплекс⁷⁸. Данное понятие не имеет правового наполнения и требует дальнейшей правовой разработки. Историко-культурные музеи-заповедники представляют собой более обширные территории, включающие ансамбли и достопримечательные места⁷⁹. Их отражение в правовом поле рекреационного природопользования проанализировано выше.

⁷⁶ ст. 3 Закона № 73-ФЗ.

⁷⁷ ст. 100 ЗК РФ.

⁷⁸ ст. 57 Закона N 73-ФЗ.

⁷⁹ ст. 56.5 Закона N 73-ФЗ.

В категории земель природоохранного назначения предусмотрено образование *территорий традиционного природопользования коренных малочисленных народов*⁸⁰. Общинами коренных малочисленных народов для сохранения и развития традиционных образа жизни, хозяйственной деятельности и промыслов могут также использоваться земли сельскохозяйственного назначения⁸¹.

Хотя в правовом поле РФ данные земли не имеют отношения к рекреационному природопользованию, практика показывает, что отдельные представители общин коренных малочисленных народов включаются в рекреационную деятельность: самское хозяйство «Олений двор» в Мурманской области, крестьянское фермерское хозяйство по выращиванию болотных ягод «Юрты Чайниковых» в Ханты-Мансийском АО (рис. 5). Целесообразным стимулировать этот процесс, оформив его законодательно.

Отметим, что именно в пределах территорий традиционного природопользования формируются традиционные культурные (этнокультурные) ландшафты [2; 19] — востребованный объект рекреационного природопользования. Вовлечение этих территорий в туризм сегодня идет по примитивной схеме: туристские фирмы организуют туры — получают прибыль. В этой схеме местным жителям отводится место музейных экспонатов, которым перепадает незначительная часть дохода от приема туристов, а традиционный ландшафт, созданный и поддерживаемый местным сообществом, используется совершенно бесплатно. При этом грамотно организованный этнический и сельский туризм может стать дополнительным стимулом развития территории, способствовать сохранению уникальных традиционных ландшафтов и традиционных культур [13; 16].

В качестве перспектив для развития рекреационного природопользования рассмотрим ещё один тип территориальной организации сочетания охраны природных комплексов с их туристско-рекреационным использованием — *геопарки*. Геопарки с точки зрения правового законодательства

⁸⁰ п. 5 ст. 97 ЗК РФ.

⁸¹ ст. 78 ЗК РФ.



5а. Туристы на территории саамского хозяйства «Олений двор», станция Лопарская (Мурманская обл.)



5б. Глава фермерского хозяйства «Юрты Чайниковых» Наталья Тэлинэ Чайникова-Вахрушева проводит экскурсию (Ханты-Мансийский АО)

Рис. 5 / Fig. 5. Вовлечение коренных малочисленных народов в рекреационную деятельность / Involvement of indigenous small-numbered peoples in recreational activities

Источник: фото Т. Е. Исаченко

являются весьма неопределённой и новой формой рекреационного природопользования в России. В силу размещения на обширной площади и сочетания различных

типов использования территории геопарка напоминают особые экономические зоны, только без экономически регулируемых приоритетных направлений развития.

На международном уровне существует сеть глобальных геопарков ЮНЕСКО [17], где под глобальным геопарком понимается «единый географический район, на территории которого управление объектами и ландшафтами международного геологического значения осуществляется на основе концепции охраны, образования и устойчивого развития» [12, с. 33].

В российском федеральном законодательстве понятия «геопарк» не существует, в то же время на региональном уровне геопарки присутствуют. Один из них – геопарк «Янган-Тау» в Республике Башкортостан – даже получил статус глобального геопарка ЮНЕСКО. Несмотря на юридически проработанные предложения по включению геопарков в правовое поле РФ в качестве самостоятельной категории ООПТ регионального уровня [18], в настоящее время никакого особого правового статуса геопарки в России не имеют.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый анализ показал, что перспективы пространственного развития туризма и рекреационной деятельности непосредственно связаны с заинтересованностью государства, выражающейся в частности в совершенствовании нормативно-правовой базы в области рекреационного природопользования. Соотнесение практики рекреационного природопользования и законодательной базы позволило выявить актуальные и потенциальные проблемы и риски.

За период 2020–2024 гг. в кодексах и федеральных законах были ликвидированы терминологические несоответствия, касающиеся рекреационной деятельности; расширен спектр территорий, для которых туристско-рекреационная функция законодательно определена в качестве основной или сопутствующей. Всего выявлено 11 типов туристско-рекреационных территорий, так или иначе обозначенных в нормативных правовых документах федерального уровня.

Тенденция на расширение категорий земель и увеличение площадей территорий, вовлечённых в рекреационное при-

родопользование, будет поддерживаться и в ближайшие годы, что показывает анализ Стратегии пространственного развития РФ, а также дополнения и изменения, внесённые в нормативные правовые документы в 2024–2025 гг.

Наметился ряд территорий, вовлечённых в обеспечение туризма и рекреационную деятельность на практике, для которых туристско-рекреационная функция не отражена в нормативном правовом поле РФ.

Сопоставление изменений и дополнений, внесённых в правовое поле с целью усиления рекреационной функции ряда территорий, с реалиями рекреационного освоения пространства показало, что для отдельных категорий земель совершенствование условий для развития рекреационной деятельности (в частности создания инфраструктуры) опережает разработки гарантий обеспечения охраны природных и природно-культурных комплексов.

В Стратегии развития туризма поставлена задача «развития туризма с учетом минимизации негативного воздействия на окружающую среду», однако к 2025 г. в нормативно-правовой базе решение этой задачи намечено только в отношении особо охраняемых природных территорий и отчасти лесных участков, предназначенных для рекреационной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веденин Ю. А. «Заповеданное Кенозерье» в системе категорий выдающейся универсальной ценности ЮНЕСКО // Наследие и современность. 2019. Т. 2. № 2. С. 132–145.
2. Дегтева Ж. Ф. Картографирование этнокультурных ландшафтов коренных малочисленных народов Севера Якутии // Географическая среда и живые системы. 2023. № 2. С. 154–169. DOI: 10.18384/2712-7621-2023-2-154-169
3. Исаченко Г. А., Волкова Е. А., Храмов В. Н. Динамика лесных сообществ особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга // Бюллетень Главного ботанического сада. 2019. № 3. С. 38–40. DOI: 10.25791/BVGRAN.03.2019.886
4. Исаченко Т. Е., Исаченко Г. А., Озерова С. Д. Динамика пространственной организации рекреации в зоне влияния Санкт-

- Петербурга во втором десятилетии XXI века // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2021. Т. 66. № 4. С. 759–780. DOI: 10.21638/spbu07.2021.407
5. Исаченко Т. Е., Исаченко Г. А., Озерова С. Д. Оценка рекреационной нарушенности и регулирование нагрузок на особо охраняемых природных территориях Санкт-Петербурга // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2020. Т. 65. Вып. 1. С. 16–32. DOI: 10.21638/spbu07.2020.102
 6. Исаченко Т. Е., Косарев А. В. Развитие правовой основы рекреационного природопользования в России // Известия Русского географического общества. 2019. Т. 151. Вып. 2. С. 1–18. DOI: 10.31857/S0869-607115121-18
 7. Калихман Т. П., Калихман А. Д. Озеро Байкал в природоохранной парадигме // Известия АО РГО. 2019. Т. 45. Вып. 2. С. 24–46.
 8. Корытный Л. М., Евстропьева О. В. О разработке правил организации туризма и отдыха в центральной экологической зоне Байкальской природной территории // Современные проблемы сервиса и туризма. 2018. № 12. С. 31–42. DOI: 10.24411/1995-0411-2018-10303
 9. Крюков В. А., Голубева Е. И. Трансформация природоохранных ограничений национального парка «Лосиный остров» // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2022. № 67. С. 181–198. DOI: 10.21638/spbu07.2022.110
 10. Кузьмичев И. С., Медведков А. А., Скроб П. В. Развитие процессов овражной эрозии в вулканических ландшафтах природного парка «Ключевской» // Географическая среда и живые системы. 2022. № 3. С. 44–59. DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-44-59
 11. Кулешова М. Е. Нормативно-правовые аспекты сохранения культурных ландшафтов России // Человек: образ и сущность. Гуманитарные аспекты. 2019. № 1. С. 133–153.
 12. Лунева Е. В. Организация геопарков в России и особенности их правового режима // Lex russica. 2021. Т. 74. № 9. С. 32–43. DOI: 10.17803/1729-5920.2021.178.9.032-043
 13. Медведков А. А. Факторы, определяющие жизнестойкость поселений коренных этносов таежной Сибири к изменениям климата (на примере поселения суломайских кетов / Региональная политика, политическая география и геополитика: история и современность: мат-лы конф. Под ред. Н. М. Михеевой, Н. В. Каледина. СПб., 2022. С. 606–611.
 14. Онищенко В. В., Дега Н. С., Лысенко А. В. Тебердинский государственный природный биосферный заповедник на крутых «изгибах» общественно-исторических формаций (опыт и «неопределённые» перспективы) // Вопросы географии. 2021. № 152. С. 281–306. DOI: 10.24057/probl.geogr.152.10
 15. Природа заказника «Озеро Щучье» / под ред. Е. А. Волковой, Г. А. Исаченко, В. Н. Храмова. СПб., 2017. 188 с.
 16. Суртаев Б. М. Этнографический туризм как способ сохранения и возрождения этнокультурного наследия // Вестник угроветения. 2012. Т. 2. № 1. С. 178–182.
 17. Калуцкова Н. Н., Синьовски Д. С., Дронин Н. М., Синьовска Д. Х., Шеремет Э. А. Опыт номинирования геологических парков в глобальную сеть ЮНЕСКО // Географическая среда и живые системы. 2019. № 2. С. 80–93 DOI: 10.18384/2310-7189-2019-2-80-93
 18. Шагапова Р. А. Правовой режим геопарков как особо охраняемых природных территорий: автореф. дис. ... канд. юр. наук. М., 2023. 26 с.
 19. Ямсков А. Н. Территории традиционного природопользования коренных народов и их перспективная роль в охране и использовании природного и культурного наследия регионов Севера, Сибири и Дальнего Востока // Сибирь: прошлое – настоящее – будущее. 2018. № 1. С. 42–44. DOI: 10.5281/zenodo.3228671

REFERENCES

1. Vedenin Yu. A. ["Reserved Kenozerye" in the UNESCO system of categories of outstanding universal value]. In: *Naslediyе i sovremennost* [Heritage and modernity], 2019, vol. 2, no. 2, pp. 132–145.
2. Degteva Zh. F. [Mapping of ethnocultural landscapes of indigenous peoples of the North of Yakutia]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivyye sistemy* [Geographical environment and living systems], 2023, no. 2, pp. 154–169. DOI: 10.18384/2712-7621-2023-2-154-169
3. Isachenko G. A., Volkova E. A., Khramtsov V. N. [Dynamics of forest communities of specially protected natural areas of St. Petersburg]. In: *Byulleten Glavnogo botanicheskogo sada* [Bulletin of the Main Botanical Garden], 2019, no. 3, pp. 38–40. DOI: 10.25791/BBGRAN.03.2019.886
4. Isachenko T. E., Isachenko G. A., Ozerova S. D. [Dynamics of the spatial organization of recreation in the zone of influence of St. Petersburg in the second decade of the 21st

- century]. In: *Vestnik SPbGU. Nauki o Zemle* [Bulletin of St. Petersburg State University. Earth sciences], 2021, vol. 66, no. 4, pp. 759–780. DOI: 10.21638/spbu07.2021.407
5. Isachenko T. E., Isachenko G. A., Ozerova S. D. [Assessment of recreational disturbance and regulation of loads in specially protected natural areas of St. Petersburg]. In: *Vestnik SPbGU. Nauki o Zemle* [Bulletin of St. Petersburg State University. Earth sciences], 2020, vol. 65, no. 1, pp. 16–32. DOI: 10.21638/spbu07.2020.102
 6. Isachenko T. E., Kosarev A. V. [Development of the legal basis for recreational nature management in Russia]. In: *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva* [News of the Russian Geographical Society], 2019, vol. 151, no. 2, pp. 1–18. DOI: 10.31857/S0869-607115121-18
 7. Kalikhman T. P., Kalikhman A. D. [Lake Baikal in the environmental paradigm]. In: *Izvestiya AO RGO* [News JSC RGO], 2019, vol. 45, no. 2, pp. 24–46.
 8. Korytny L. M., Evstropieva O. V. [On the development of rules for organizing tourism and recreation in the central ecological zone of the Baikal natural territory]. In: *Sovremennyye problemy i servis turizma* [Modern problems of service and tourism], 2018, 12, 31–42. DOI: 10.24411/1995-0411-2018-10303
 9. Kryukov V. A., Golubeva E. I. [Transformation of environmental restrictions of the Losiny Ostrov National Park]. In: *Vestnik Sankt-Petersburgskogo universiteta. Nauki o Zemle* [Bulletin of St. Petersburg University. Earth sciences], 2022, no. 67, pp. 181–198. DOI: 10.21638/spbu07.2022.110
 10. Kuzmichev I. S., Medvedkov A. A., Skrob P. V. [The development of gully erosion processes in volcanic landscapes of the Klyuchevskoy nature park]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivyye sistemy* [Geographical environment and living systems], 2022, no. 3, pp. 44–59. DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-44-59
 11. Kuleshova M. E. (2019). Regulatory aspects of preserving the cultural landscapes of Russia. In: *Man: image and essence. Humanitarian aspects*, 2019, no. 1, pp. 133–153 (in Russ.).
 12. Luneva E. V. [Organization of geoparks in Russia and the peculiarities of their legal regime]. In: *Lex russica*, 2021, 74-9, 32–43. DOI: 10.17803/1729-5920.2021.178.9.032-043 (in Russ.).
 13. Medvedkov A. A. [Factors that determine the viability of settlements of indigenous ethnic groups of taiga Siberia to climate change (on the example of the settlement of Sulomai Kets)]. In: Mikheeva N. M., Kaledina N. V., eds. *Regionalnaya politika, politicheskaya geografiya i geopolitika: istoriya i sovremennost* [Regional politics, political geography and geopolitics: history and modernity]. St. Petersburg, 2022, pp. 606–611.
 14. Onishchenko V. V., Dega N. S., Lysenko A. V. (2021). Teberdinsky State Natural Biosphere Reserve on steep "bends" of socio-historical formations (experience and "uncertain" prospects). In: *Voprosy geografii* [Geography issues], 2021, no. 152, pp. 281–306. DOI: 10.24057/probl.geogr.152.10
 15. Volkova E. A., Isachenko G. A., Khramtsova V. N., eds. *Priroda zakaznika «Ozero Shchuchye»* [Nature of the reserve "Lake Shchuchye]. St. Petersburg, 2017.
 16. Surtaev B. M. [Ethnographic tourism as a way to preserve and revive ethnocultural heritage]. In: *Vestnik ugrovedeniya* [Bulletin of Ugric Studies], 2012, no. 2-1, pp. 178–182.
 17. Kalutskova N. N., Sinovski D. S., Dronin N. M., Sinovska D. H., Sheremet E. A. [Experience in nominating geological parks to the UNESCO global network]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivyye sistemy* [Geographical environment and living systems], 2019, no. 2, pp. 80–93. DOI: 10.18384/2310-7189-2019-2-80-93
 18. Shagapova R. A. *Pravovoy rezhim geoparkov v kachestve osobo okhranyayemykh obyektov mestonakhozhdeniye: avtoref. dis. ... kand. yur. nauk* [The legal regime of geoparks as specially protected natural areas: dissertation]. Moscow, 2023. 26 p.
 19. Yamskov A. N. [Territories of traditional nature management of indigenous peoples and their promising role in the protection and use of the natural and cultural heritage of the regions of the North, Siberia and the Far East]. In: *Sibir: proshloye – nastoyashcheye – budushcheye* [Siberia: Past – Present – Future], 2018, no. 1, pp. 42–44. DOI: 10.5281/zenodo.3228671

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Исаченко Татьяна Евгеньевна (г. Санкт-Петербург) – кандидат географических наук, доцент кафедры страноведения и международного туризма Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета;
e-mail: tatiana.isachenko@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6945-7071

Косарев Алексей Викторович (г. Санкт-Петербург) – старший преподаватель кафедры региональной политики и политической географии Института наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет;
e-mail: getman1984@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4803-4133

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tatiana E. Isachenko (St. Petersburg) – PhD (Geography), Assoc. Prof., Department of Regional Studies and International Tourism, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University;
e-mail: tatiana.isachenko@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6945-7071

Aleksei V. Kosarev (St. Petersburg) – Senior lecturer, Department of Regional Policy and Political Geography, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University;
e-mail: getman1984@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4803-4133

Научная статья

УДК 338.48

DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-6-144-163

ПРИРОДООРИЕНТИРОВАННЫЙ ТУРИЗМ В КАРЕЛЬСКОЙ АРКТИКЕ

© СС ВУ Кондратьева С. В.

*Карельский научный центр Российской академии наук
г. Петрозаводск, Российская Федерация
e-mail: svkorka@mail.ru; ORCID: 0000-0001-8832-9182*

Поступила в редакцию 15.01.2025

После доработки 02.08.2025

Принята к публикации 18.08.2025

Аннотация

Цель. Обоснование лидирующей роли природоориентированного туризма в Карельской Арктике (северной части Карелии, входящей в состав Арктической зоны РФ), а также выявление лимитирующих и стимулирующих факторов дальнейшего туристского развития территории.

Процедура и методы. Проанализированы и обобщены данные 11 полужформализованных интервью, проведённых автором в мае–июле 2024 г. с ключевыми экспертами сферы туризма триады «власть – бизнес – общество» в 3 муниципалитетах Карельской Арктики: руководители профильных департаментов муниципальных органов власти, ключевых организаций туристского бизнеса, особо охраняемых природных территорий, учреждений культуры и некоммерческих организаций, участвующих в приеме и обслуживании туристов.

Результаты. Показана лидирующая позиция природоориентированного туризма в Карельской Арктике. Выявлено, что локализация муниципалитетов Карельской Арктики определяет специфику их туристско-рекреационного потенциала и возможности развития туризма: приграничные муниципалитеты – сохранённые обширные массивы природных экосистем и ООПТ; восточные муниципалитеты – Белое море. Среди видов природоориентированного туризма лидирующее место отводится экологическому туризму, а иные виды туризма также базируются на природном потенциале территории (активный, событийный, приключенческий, образовательный и др.). Основными факторами туристской привлекательности Карельской Арктики являются девственность северной природы, а также сопровождающая туристов тишина, покой и уединение («цифровой детокс»). Исследование выявило ряд основных лимитирующих факторов развития внутреннего и международного въездного туризма. Так, дальнейшее развитие и особенно укрепление позиций природоориентированного туризма в Карельской Арктике требует преодоления целого спектра инфраструктурных, кадровых, экономических, бюрократических и иных ограничений. Принимая во внимание возможные экологические риски от неорганизованного туризма в большей степени в силу недостаточности экологической культуры местного сообщества, проведение мероприятий просветительного характера по сохранению окружающей среды и организации самостоятельного туризма среди местного населения, начиная с дошкольного до пожилого возраста, должно стать первостепенной задачей образовательных, экологических организаций и органов местного самоуправления, реализуемой на регулярной основе.

Теоретическая и/или практическая значимость. Обобщение данных интервью с экспертами сферы туризма в 3 районах Карельской Арктики представляет интерес для органов региональной и муниципальной власти при принятии управленческих решений по развитию туристской сферы бизнеса в Российской Арктике. Развитие туризма в Арктике должно учитывать не только возможные экологические риски, но и интересы местного сообщества.

Ключевые слова: муниципальный уровень, развитие туризма, туристско-рекреационный потенциал, экологический туризм, особо охраняемые природные территории, Европейский Север

Благодарности. Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 24-28-00092. "Развитие внутреннего и международного въездного туризма в Российской Арктике с учетом интересов местного сообщества и подходов неистощительного природопользования"

Для цитирования:

Кондратьева С. В. Природоориентированный туризм в Карельской Арктике // Географическая среда и живые системы. 2025. № 3. С. 144–163. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-144-163

Original Article

NATURE-ORIENTED TOURISM IN THE KARELIAN ARCTIC

© CC BY S. Kondrateva

*Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences
Petrozavodsk, Russian Federation
e-mail: svkorka@mail.ru; ORCID: 0000-0001-8832-9182*

Received 15.01.2025

Revised 02.08.2025

Accepted 18.08.2025

Abstract

Aim. To identify the leading role of nature-oriented tourism in the Karelian Arctic (the northern part of Karelia, which is part of the Arctic zone of the Russian Federation), as well as limiting and stimulating factors of the territory's tourist development, taking into account the interests of the local community and approaches to sustainable nature management.

Methodology. The data of 11 semi-formalized interviews conducted by the Author during May–July 2024 with key experts in the tourism sector of the “government-business-society” triad in three municipalities of the Karelian Arctic were analyzed and summarized: heads of specialized departments of municipal authorities, key tourism business organizations, specially protected natural areas, cultural institutions and non-profit organizations involved in receiving and serving tourists

Results The leading position of nature-oriented tourism in the Karelian Arctic is presented. It is revealed that the localization of municipalities of the Karelian Arctic determines the specifics of their tourist and recreational potential and opportunities for tourism development: border municipalities – preserved vast areas of natural ecosystems and protected natural areas; eastern municipalities – the White Sea. Among the types of nature-oriented tourism, the leading place is given to ecological tourism, and also, other types of tourism are based on the unique natural potential of the territory (active, event, adventure, educational, etc.). The main factors of tourist attractiveness of the Karelian Arctic are the unique beauty and pristine preservation of northern nature, as well as the silence, peace and solitude (“digital detox”) that accompany tourists. The study identified a number of main limiting factors in the development of domestic and international inbound tourism. Further development and, especially, strengthening of the positions of nature-oriented tourism in the Karelian Arctic requires overcoming a whole range of infrastructural, personnel, economic, bureaucratic and other restrictions. Taking into account possible environmental risks from unorganized tourism, largely due to the insufficiency of the environmental culture of the local community, holding educational events on environmental conservation and organizing amateur tourism among the local population, from preschool to old age, should become a priority task of educational, environmental organizations and local governments, implemented on a regular basis.

Research implications. A summary of interview data with tourism experts in three areas of the Karelian Arctic is of interest to regional and municipal authorities when making management decisions on the development of the tourism business in the Russian Arctic. The development of tourism in the Arctic should take into account not only possible environmental risks, but also the interests of the local community.

Keywords: municipal level, tourism development, tourism and recreation potential, ecotourism, specially protected natural areas, European North

Acknowledgments. This research was supported by the Russian Science Foundation (grant no. 24-28-00092) ("Development of domestic and inbound tourism in the Arctic regions of the Russian Federation considering local interests and sustainable nature management").

For citation:

Kondrateva S. V. Nature-oriented tourism in the Karelian Arctic. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2025, no. 3, pp. 144–163 DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-144-163

ВВЕДЕНИЕ

Одним из значимых направлений современных исследований развития туризма в Российской Арктике, принимая во внимание рост интереса к арктическим дестинациям и высокую уязвимость северных экосистем, становится природоориентированный туризм.

В научной литературе, несмотря на достаточную представленность работ, раскрывающих проблематику природоориентированного туризма, наблюдается широкий спектр авторских дефиниций исследуемого явления, акцентирующих внимание на различных аспектах:

— «любой вид отдыха и путешествий, осуществляемый непосредственно в малоизмененной естественной природной среде, вне техногенных ландшафтов» [1].

— «включает в себя все виды туристских мероприятий продолжительностью более суток, осуществляемых в природной среде, при этом прохождение маршрута необязательно, можно просто выехать на природу с целью отдыха» [10];

— «виды туризма, напрямую связанные с использованием природных ресурсов, воздействие на которые может быть разнообразным» [16];

Несмотря на многообразие определений, достаточно обоснованными представляются следующие 3 ключевые характеристики природоориентированного туризма [1]: «непосредственное использование преимущественно природных ресурсов»; «необходимы более или менее дикая природа, экологически чистая среда обитания, малоизмененные, неосвоенные человеком естественные пространства, объекты и обитатели природы, сохранившиеся в первозданном виде» и этот вид «туризма должен быть экологически ориентированным, т. е. основанным на бережном отношении к природе и социокультурной сре-

де, а также должен содействовать охране природы».

Вместе с тем следует подчеркнуть, что упоминание природоориентированного туризма в действующей Стратегии развития туризма Российской Федерации до 2035 г.¹ отсутствует в отличие от предыдущей ее версии. Однако в Национальных стандартах Российской Федерации в сфере туризма: «экологический туризм (ГОСТ Р 56642-2021, ГОСТ Р 70582-2022, ГОСТ Р 70583-2022); туризм на особо охраняемых природных территориях (ГОСТ Р 57287-2021); водный туризм (ГОСТ Р 57805-2017) и арктический туризм (ГОСТ Р 59850.1-2021, ГОСТ Р 59850.2-2021, ГОСТ Р 59850.3-2021, ГОСТ Р 59850.4-2021, ГОСТ Р 59850.5-2021, ГОСТ Р 59850.6-2021)», а также в ГОСТе с требованиями к специализированным средствам размещения, предоставляющим туристские услуги любителям охоты, рыбной ловли упоминание природоориентированного туризма имеется [16]. Следует указать, что природоориентированный туризм является более широким понятием, включающим в себя экологический туризм. В отличие от экологического туризма, природоориентированный туризм не всегда включает, например, наличие образовательной компоненты или вовлечённость местного сообщества в оказание туристских услуг.

Обращаясь к имеющему научному заделу по развитию природоориентированного туризма в Российской Арктике (принимая во внимание и те работы, где данный вид туризма не указан непосредственно, но исследован по сути), можно выделить несколько основных групп. В первую очередь, необходимо выделить исследования,

¹ Стратегия развития туризма Российской Федерации до 2035 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.09.2019 № 2129-р [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/561260503> (дата обращения: 15.01.2025).

фокусирующиеся на проблематике рекреационного природопользования в арктических регионах Российской Федерации [18; 19; 24]. Отдельный блок занимают работы, исследующие возможности и ограничения развития экологического туризма на особо охраняемых природных территориях Арктики [4; 5; 13]. Особого внимания заслуживают наработки, раскрывающие специфику освоения отдельных рекреационных систем Российской Арктики [2]. Например, работы, представляющие структуру рекреационных горных систем в фокусе перспектив развития природоориентированного туризма [11; 15]. При планировании развития туризма требуется учет не только экономических факторов, но и возможных экологических рисков при повышенной уязвимости северных ландшафтов к антропогенным нагрузкам [12; 14]. При туристско-рекреационном проектировании важным также является учет потребностей местного населения [16; 20] и мнения экспертного сообщества [6; 8; 9].

Отдельно следует указать исследования, поднимающие вопросы необходимости перехода Российской Арктики к «зелёной экономике», учитывая уязвимость арктических экосистем и нарастающие антропогенные нагрузки [21]. Считаем, что организованный туризм, учитывающий особенности северных экосистем, способен внести заметный вклад в развитие «зелёной экономики». Нельзя не отметить и то обстоятельство, что повышение жизнестойкости арктических городов, отличающихся повышенной уязвимостью как природных [14], так и социально-экономических систем [7], представляется значимым направлением стратегического планирования развития Российской Арктики. В фокусе настоящего исследования развитие туризма представляется одним из инструментов повышения жизнестойкости арктических городов.

Вместе с тем, несмотря на достаточное число исследований о развитии природоориентированного туризма в Российской Арктике, не удаётся сформировать представления о ведущей роли данного вида туризма на Севере (в т. ч. и на исследуемой территории).

Настоящее исследование направлено на восполнение имеющегося научного пробела на основе анализа мнения ключевых экспертов сферы туризма триады «власть – бизнес – общество» 3 муниципалитетов Карельской Арктики.

Модельной площадкой исследования выступает Карельская Арктика, включающая в состав 6² из 18 муниципалитетов Республики Карелия (рис. 1).



Рис. 1 / Fig. 1. Арктические территории Республики Карелия (территории Арктической зоны РФ в пределах Республики Карелия) / Arctic territories of the Republic of Karelia (territories of the Arctic zone of the Russian Federation within the Republic of Karelia)

Источник: Арктические территории: [сайт].

URL: <https://kareliainvest.ru/en-US/p/arkhticheskie-territorii1> (дата обращения 30.05.2025)

Целью работы является обоснование лидирующей роли природоориентированного туризма в Карельской Арктике, а также выявление лимитирующих и стиму-

² По состоянию на 01.01.2024 г.

лирующих факторов туристского развития территории. Для достижения поставленной цели последовательно решены следующие задачи:

1) проанализирован туристско-рекреационный потенциал Карельской Арктики с упором на особо охраняемые природные территории;

2) выделена специфика арктических муниципалитетов, сформированная под влиянием локализации территории;

3) на основе экспертного мнения обоснована лидирующая роль природоориентированного туризма,

4) на основе мнения экспертов выявлены стимулирующие и лимитирующие факторы туристского развития Карельской Арктики.

Исследование основывается на данных 11 полуформализованных интервью, проведённых автором с мая по июль 2024 г. с ключевыми экспертами в сфере туризма, представляющих триаду «власть — бизнес — общество» в 3 муниципалитетах Карельской Арктики. В интервью приняли участие руководители профильных департаментов муниципальных органов власти, ключевых организаций туристского бизнеса, особо охраняемых природных территорий, учреждений культуры и некоммерческих организаций, участвующих в приеме и обслуживании туристов:

— *Костомукшский муниципальный округ*³ (май): отдел экономики и инвестиционной политики финансово-экономического управления администрации Костомукшского г. о.; городской музей г. Костомукша; информационно-туристский центр г. Костомукша; объединённая дирекция государствен-

ного заповедника «Костомукшский» и национального парка «Калевальский»; туристическая база «Изумрудный город» и местная общественная организация турклуб Кипатры;

— *Лоухский муниципальный район* (июнь): Чупинский морской яхт-клуб, Карельская региональная общественная организация содействия устойчивому развитию и охране окружающей среды «Бассейновый совет Северо-Карельского побережья», КРОО «Чупинский морской яхт-клуб», историко-геологический музей «Валитов камень»; Туристический центр «Полярный круг», ЗАО «Компания ПОЛЯРНЫЙ КРУГ» и Туристская компания «НЕРЕИС»;

— *Беломорский муниципальный округ* (июль): Администрация Беломорского муниципального округа; ООО «Лопский берег» и отдел «Петроглифы Белого моря» Центра по управлению петроглифами Карелии.

Следует подчеркнуть, что большинство из представленных организаций предоставляют туристские услуги, базирующиеся на использовании природного потенциала территории. Некоторые туристские услуги уникальны не только в национальном, но и в международном масштабе (например, услуги подлёдного дайвинга).

В настоящей работе проанализировано экспертное мнение о потенциале и проблемах развития туризма в Карельской Арктике, включая в т. ч. ответы на следующие вопросы:

1. какие виды туризма преобладают сейчас на арктических территориях вашего муниципалитета? (выбор до 5 вариантов ответов);
2. как вы оцениваете туристский потенциал вашего арктического муниципалитета: высокий, средний, низкий? С чем это связано?
3. в какой мере в настоящее время реализуется имеющийся туристский потенциал Карельской Арктики? В чем это выражается?
4. как вы считаете, что побуждает к туризму на арктических территориях вашего района? Чем привлекает данный туризм?

³ В апреле 2025 г. Костомукшский городской округ преобразован в Костомукшский муниципальный округ (Закон Республики Карелия от 21.04.2025 N 3042-ЗРК "О преобразовании муниципального образования "Костомукшский городской округ" Республики Карелия в связи с наделением его статусом муниципального округа", принят ЗС РК 17.04.2025), включая следующие населенные пункты: город Костомукша (административный центр), пос. Заречный, деревни Вокнаволок, Ладвозеро, Поньгагуба, Суднозеро, Толлорека. Принимая во внимание время преобразования Костомукшского городского округа в Костомукшский муниципальный округ в данной статье указаны прежние наименования организаций.

5. какие основные риски развития туризма в арктических территориях вашего региона вы видите?

Все респонденты были проинформированы о реализации проекта и дали согласие на его проведение и использование полученных данных в обобщенном виде. Длительность интервью составляла от 0,5 до 1,5 часов.

Распределение экспертов по районам является сбалансированным: 5 опрошены в приграничном Костомукшском муниципальном округе и 6 совокупно в Беломорской Карелии Лоухского и Беломорского муниципалитетов.

Обобщение данных полуформализованных интервью с ключевыми экспертами в сфере туризма арктических муниципалитетов Республики Карелия, а также личные наблюдения автора позволили сформировать комплексное представление о значимости природоориентированного туризма, выявить ограничения и стимулирующие факторы дальнейшего туристского развития Карельской Арктики.

ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАРЕЛЬСКОЙ АРКТИКИ: ЛОКАЛИЗАЦИЯ МУНИЦИПАЛИТЕТОВ

Туристско-рекреационный потенциал Карельской Арктики, сохранённые традиции самобытной культуры и гостеприимство раскрывают возможности развития различных видов туризма: от подлёдного дайвинга и экотуризма на особо охраняемых природных территориях до этнокультурных туров в рунопевческие деревни [9]. Однако большинство из реализуемых туристских предложений базируется именно на природном потенциале территории (Белое море, особо охраняемые природные территории). Обладая значительной площадью 71,4 тыс. км² или 40% от территории республики (рис. 2.), Карельская Арктика характеризуется низкой плотностью населения (исключение составляют Костомукшский муниципальный округ и Сегежский муниципальный район [9]). В Карельской Арктике проживает порядка 98,5 тыс. чел., что составляет 18,8% от об-

щей численности населения Республики Карелия (по данным на 2024 г.)⁴.

Следует подчеркнуть, что потенциал Карельской Арктики значительно различается от муниципалитета к муниципалитету, как по насыщенности объектами туристского показа и их происхождению, так и по уровню развития туристской и транспортной видов инфраструктуры, что во многом определяется именно локализацией муниципалитета: приграничье или побережье Белого моря (рис. 3.).

Так, специфика развития приграничья в советский период со строгим пограничным режимом государственной границы позволила сохранить обширные массивы природных экосистем вдоль границ между странами социалистического и капиталистического блоков. Например, «Зелёный пояс Фенноскандии», представляющий собой экологический каркас территории с ценными рекреационными объектами, перспективными для развития туризма. Благодаря международным проектам вдоль карельской части границы удалось сформировать систему особо охраняемых природных территорий (ООПТ) федерального и регионального подчинения общей площадью около 1.3 млн га, из которых более 80% – на российской стороне [22]. При этом его наиболее значимые ООПТ расположены именно в пределах Карельской Арктики: Национальный парк «Паанаярви» и Государственный заповедник «Костомукшский». Кроме того, здесь располагается, обусловленный именно приграничным положением, уникальный культурно-исторический потенциал территории: рунопевческие деревни с сохранёнными традициями (например, дер. Кестеньга Лоухского р-на, пос. Калевала Калевальского национального района, пос. Вокнаволок Костомукшского муниципального округа). Следует сказать, что еще в конце XIX – начале XX вв. (период Великого княжества Финляндского) интерес к туристским маршрутам, проходившим по рунопевческим территориям современной

⁴ Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям // Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13282> (дата обращения: 15.05.2025).

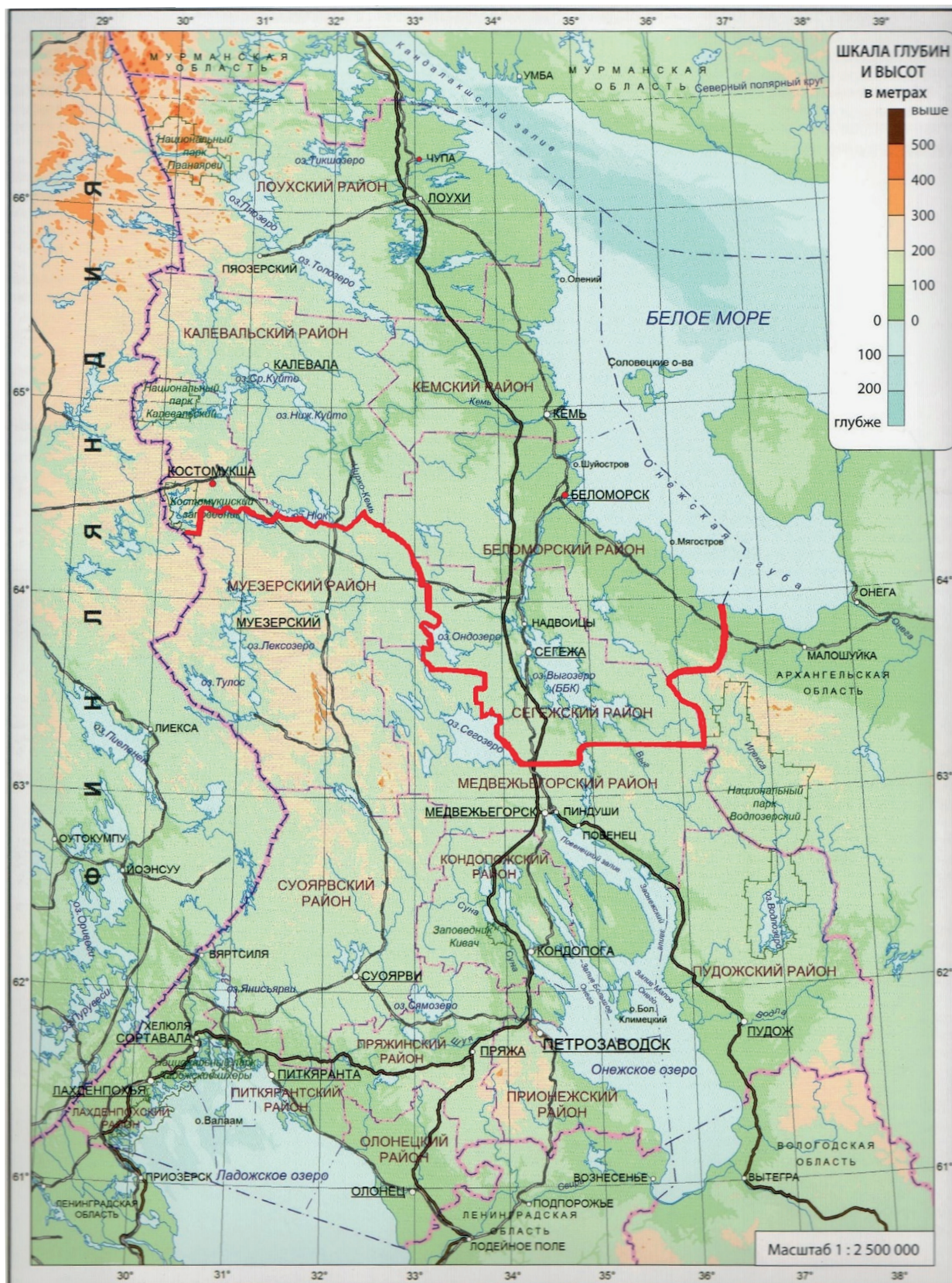


Рис. 2/ Fig. 2. Физическая карта Республики Карелия с маркированной красным цветом южной границей Карельской Арктики и обозначенными населёнными пунктами / Physical map of the Republic of Karelia with the southern border of the Karel'ian Arctic marked in red and populated areas indicated.

Источник: составлено автором по: Атлас Республики Карелия. Петрозаводск, 2021. 48 с.

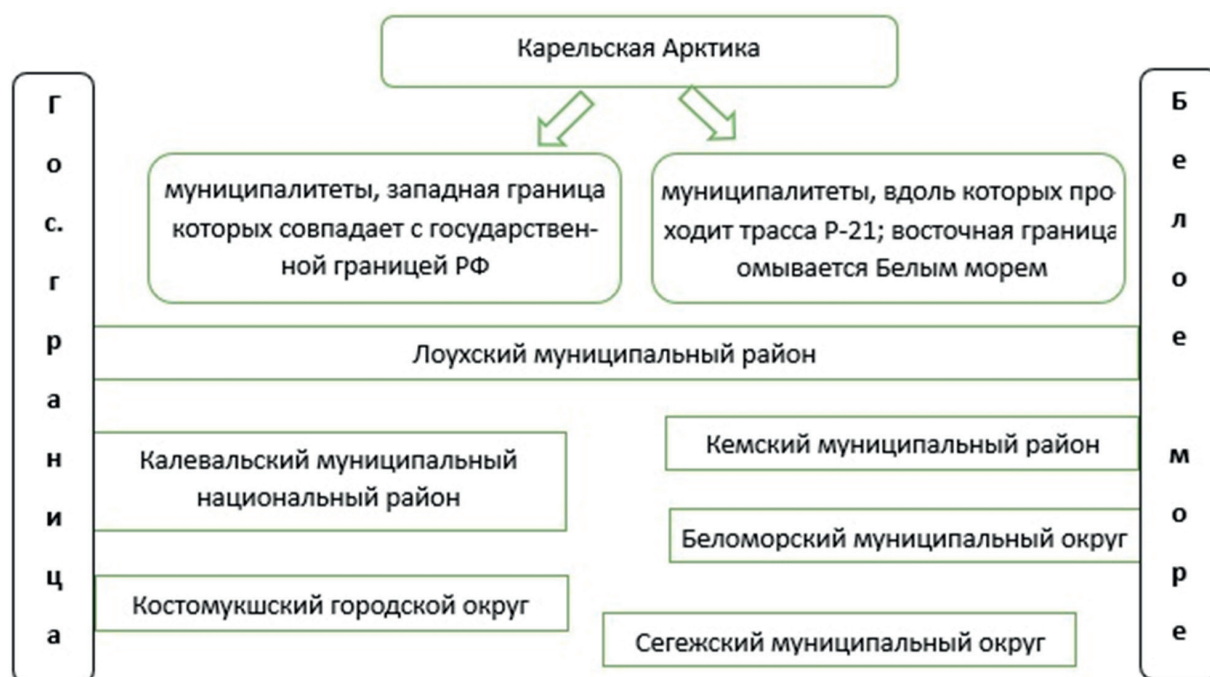


Рис. 3. / Fig. 3 Муниципалитеты Карельской Арктики на 2024 г. / Municipalities of the Karelian Arctic

Источник: составлено автором

Карелии, был связан с публикацией карело-финского эпоса «Калевала» [22].

Туристско-рекреационный потенциал восточных муниципалитетов Карельской Арктики определяется влиянием такого аттрактора, как Белого моря, формирующего потенциал для развития различных видов водного туризма, дайвинга, включая подлёдный (здесь функционируют несколько дайвинг-центров). Отдельного внимания заслуживает поморская культура и расположенный в территориальной близости Спасо-Преображенский Соловецкий монастырь. Кроме того, на территории расположена особо охраняемая природная территория – Беломорские петроглифы, являющиеся памятниками монументального изобразительного творчества первобытной эпохи, датируемые концом V – первой половины IV тыс. до н. э. В 2021 г. петроглифы Онежского и Белого морей включены в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО [9].

Уровень развития туристской инфраструктуры⁵ Карельской Арктики определяет большинство её муниципалитетов к территориям сдержанного развития, ис-

ключение составляют Костомукшский муниципальный округ и Лоухский муниципальный район, характеризующиеся, наоборот, их активным развитием. Лидирующие позиции Лоухского муниципального района, как по уровню развитию туристской инфраструктуры, так и по значениям индикаторов всех её структурных элементов, превышают медианы Республики Карелия и Карельской Арктики, во многом определяясь спецификой локализации муниципалитета. Принимая во внимание значительное отставание инфраструктуры размещения Карельской Арктики от остальной территории Республики Карелия (почти в 2 раза), выделяются некоторые закономерности размещения инфраструктурных элементов в пределах арктических муниципалитетов [9]:

- инфраструктура размещения: вблизи побережья Белого моря, живописных озер, рек; вдоль карельского участка федеральной трассы Р-21 «Кола»;

- инфраструктура питания: административные центры; вдоль карельского участка федеральной трассы Р-21 «Кола»;

- инфраструктура досуга и отдыха: административные центры; вблизи туристских объектов.

⁵ См. подробнее: [23].

На конец апреля 2024 г. в Карельской Арктике зарегистрировано 5 туроператоров, включённых в Единый федеральный реестр туроператоров Российской Федерации, 2 из которых зарегистрированы в Лоухском муниципальном районе⁶. В 2019 г. турпоток в Карельскую Арктику составил порядка 150 тыс. чел., из которых по 1/3 приняли Беломорский район (более 50 тыс. чел.) и совокупно Кемский и Лоухский муниципальные районы. Относительно высокая рекреационная нагрузка на 3 выделенных арктических муниципалитета определяется, с одной стороны, своеобразием туристско-рекреационного потенциала (Белое море, Беломорские петроглифы, ООПТ в приграничье), с другой — выгодой транспортно-географического расположения (трасса Р-21 и г. Кемь — Спасо-Преображенский Соловецкий монастырь).

Из арктических муниципалитетов наиболее уязвимым в фокусе развития туризма является Калевальский национальный муниципальный район (около 2,5 тыс. чел. в год), низкий туристский поток которого обуславливается, несмотря на наличие туристско-рекреационного потенциала, спецификой расположения и недостаточным уровнем развития различных видов инфраструктуры [9]. Согласно представителю Министерства имущественных и земельных отношений Республики Карелия А. Ильину, туристский поток на север Республики Карелия в 2022 г. увеличился на 70% по сравнению с предыдущим годом. При этом туристское и гостиничное обслуживание в Карельской Арктике является «одним из популярных видов использования участков, предоставляемых по программе «Гектар в Арктике», который «выбирают более 20% заявителей»⁷.

⁶ Кондратьева С. В., Каргинова-Губинова В. В., Васильева А. В. и др. Показатели развития туристских систем Арктической зоны Российской Федерации: муниципальный уровень. Федеральная служба по интеллектуальной собственности: государственная регистрация базы данных, охраняемой авторскими правами. Номер регистрации (свидетельства): 2024625418 от 22.11.2024 г

⁷ Развитие туризма в Арктической зоне России обсудили в Санкт-Петербурге. Официальный интернет-портал республики Карелия: [сайт]. URL: <https://clck.ru/3R8mjb> (дата обращения: 10.12.2024).

Согласно данным Корпорации развития Республики Карелия, «каждый четвёртый резидент Арктической зоны реализует проект в сфере туризма и индустрии гостеприимства... Север ежегодно посещают 200 тыс. туристов, создано более 2,8 тыс. мест размещения»⁸. Вместе с тем следует акцентировать внимание, что доминирующее число туристов и посетителей Карельской Арктики являются неорганизованными, самостоятельно организующими размещение, питание и программу посещения Карельской Арктики.

В настоящей статье внимание будет уделено природоориентированным видам туризма — экологическому и иным видам, базирующимся на природном потенциале Карельской Арктики. Высокое значение в развитии природоориентированного туризма играют особо охраняемые природные территории (ООПТ).

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ КАРЕЛЬСКОЙ АРКТИКИ

Формирование сети ООПТ в Республике Карелия началось в 1930-х гг., когда в 1934 г. был создан государственный природный заповедник «Кивач» [16]. По состоянию на 2023 г. природно-заповедный фонд Республики Карелия включает 9 ООПТ федерального значения общей площадью 568 тыс. га (3,14% от общей площади региона) и 146 ООПТ регионального значения общей площадью 446 тыс. га (2,47%)⁹. На территории Карельской Арктики сосредоточена 1/5 часть всех ООПТ федерального значения республики (табл. 1).

Общая характеристика ООПТ федерального значения в Карельской Арктике представлена в табл. 2.

⁸ Карельская Арктика для развития туризма. Официальный сайт Корпорации развития Республики Карелия: [сайт]. URL: <https://kareliainvest.ru/mediacenter/news/karelskaya-arktika-dlya-razvitiya-turizma> (дата обращения: 10.12.2024).

⁹ Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2022 году: информационное электронное издание. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2023. С. 163–164.

Таблица 1/ Table 1

**Характеристика ООПТ Карельской Арктики (ед./га, по данным на 01.01.2023 г.) /
Characteristics of protected areas of the Karelian Arctic (unit/ha, features of the protected
areas of the Karelian Arctic, on 01.01.2023)**

№	Муниципалитет	Федерального значения			Регионального значения			
		государственные природные заповедники	национальные парки	государственные природные заказники	природные парки	заказники	памятники природы	природно-рекреационные территории
1	Лоухский муниципальный район	1*/1,6	1/104,4	-	-	2/50,8	-	-
2	Калевальский национальный муниципальный район	-	-	-	-	2/44,1	2**/4,8	-
3	Костомукшский муниципальный округ	1/49,3	1/74,4	-	-	1/0,7	-	-
4	Кемский муниципальный район	-	-	-	-	3/43,3	2**/0,4	-
5	Беломорский муниципальный округ	-	-	-	-	2/76,5	-	-
6	Сегежский муниципальный округ	-	-	-	-	-	2/0,7	-
Карельская Арктика		2/50,9	2/178,8	0	0	10/215,4	5/5,9	0
Республика Карелия		3/61,8	4/429,0	2/567,8	1/24,7	33/353,4	109/67,5	3/0,2

Примечание:

* В Лоухском муниципальном районе расположена лишь часть государственного природного заповедника «Кандалакшский»;

** Памятник природы «Кемский» находится в границах двух муниципальных районов

Источник: рассчитано автором по: [17, с. 378–395]; Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2022 году. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2023. С. 163–164.

Вместе с тем имеющийся природный потенциал в силу различных ограничений (маркетинговых, инфраструктурных, институциональных и иных) не в полной мере используется в туристско-рекреационной сфере Карельской Арктики, учитывая как въездной туризм российских и иностранных граждан, так и возможности отдыха местного населения. Так, среди 14 маршрутов, представленных на официальном туристическом портале Арктической зоны России tourism.arctic-russia.ru лишь один – «Беломорская Карелия.

Путешествие через века» – приглашает в Карельскую Арктику¹⁰. Кроме того, в отличие от ближайших арктических регионов (Мурманской и Архангельской областей), по территории Карельской Арктики не проходит ни один из Национальных туристических маршрутов России¹¹.

¹⁰ Туристический портал Арктической зоны России: [сайт]. URL: <https://tourism.arctic-russia.ru/routes/> (дата обращения: 10.11.2024).

¹¹ Национальные туристические маршруты: [сайт]. URL: <https://clck.ru/3R8n3W> (дата обращения: 30.12.2024).

Таблица 2 / Table 2

Природно-рекреационные особенности ООПТ федерального значения в Карельской Арктике / Natural and recreational features of federal protected areas in the Karelian Arctic

Природные особенности	Рекреационные объекты
<i>Национальный парк «Паанаярви» (Лоухский муниципальный район), 20.05.1992 г.</i>	
вблизи Северного полярного круга; чередование горных вершин и глубоких ущелий; г. Нуорунен (576 м) – самая высокая точка региона; семиступенчатый водопад-каскад Киваккакоски (на 100 м высота 12 м.); оз. Паанаярви – самое глубокое из малых озер Фенноскандии (23,5 км в длину, 1–1,5 км в ширину, глубина 128 м); обитает лесной северный олень и генетически чистое стадо кумжи, ценнейшая рыба семейства лососевых	Визит-центр; Музей Национального парка «Паанаярви»; экологические экскурсионные и туристские маршруты (5 пеших, 5 снегоходных, 1 водно-пеший); гостиничные и туристские комплексы и сооружения
<i>Государственный природный заповедник «Костомукшский» (Костомукшский муниципальный округ), 14.12.1983 г.</i>	
восточные склоны Западно-Карельской возвышенности (20 м – 290 м); одни из старейших на Северо-Западе северо-таежные лесные массивы, не затронутые деятельностью человека	Визит-центр; проложены одно- и многодневные экологические турмаршруты (7 пеших и 2 водных)
<i>Национальный парк «Калевальский» (Костомукшский городской округ), 03.07.2007 г.</i>	
крупнейший массив первобытных, мало затронутых хозяйственностью сосновых лесов (древостой свыше 120 лет занимают более 80% покрытой лесом площади)	проложены однодневные экологические турмаршруты (2 пеших и 1 водный);

Источник: составлено по: [17, с. 432]; Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2022 году. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2023. С. 163–164.

**ПРИРОДООРИЕНТИРОВАННЫЙ
ТУРИЗМ В КАРЕЛЬСКОЙ АРКТИКЕ:
ЭКСПЕРТНОЕ МНЕНИЕ**

Из предложенных 17 возможных видов туризма экспертами были выбраны 10 как наиболее преобладающих в настоящее время на территории Карельской Арктики (рис. 4). Лидирующее место отводится именно природоориентированному туризму, включая экологический туризм, иные виды туризма, по мнению экспертов, также базируются на использовании природного потенциала территорий. Следует подчеркнуть, что интервью с экспертами выявляют их высокий уровень ответственности к сохранению уязвимых северных экосистем.

Отдельного внимания заслуживает тот факт, что выделенные экспертами такие виды туризма, как активный, событийный, приключенческий, культурно-познавательный базируются на местном природном потенциале: ООПТ – в Костомукшском г. о. и Белое море – в прибрежных муниципалитетах (рис. 5).

Так, активный туризм представлен различными активностями на природе в разные сезоны года (рыбалка, прогулки по лесу, катамараны, лыжи, снегоходы и пр.), свойственными всем исследуемым муниципалитетам, так и специфическими формами, присущими исключительно беломорской Карелии (дайвинг, яхтинг, обучение). Например, в Лоухском муниципальном районе услуги дайвинга предоставляются 2 компаниями: туристическим центром «Полярный круг» (дер. Нильмогуба) и туристской компанией «НЕРЕИС» (пос. Чкаловский). Для справки: туристический Центр «Полярный круг» (2002 г.) – один из лучших центров мира для подледного дайвинга, входящий в группу компаний RuDIVE, крупнейшую организацию в РФ в индустрии подводного плавания¹². Возможности дайвинга определяются своеобразием аквальных ландшафтов, богатством флоры и фауны Белого моря наряду с высокой прозрачностью его вод (10–

¹² Дайв центр «Полярный круг»: [сайт]. URL: <https://www.pkrg.ru/service/diving-center/> (дата обращения: 10.10.2024).

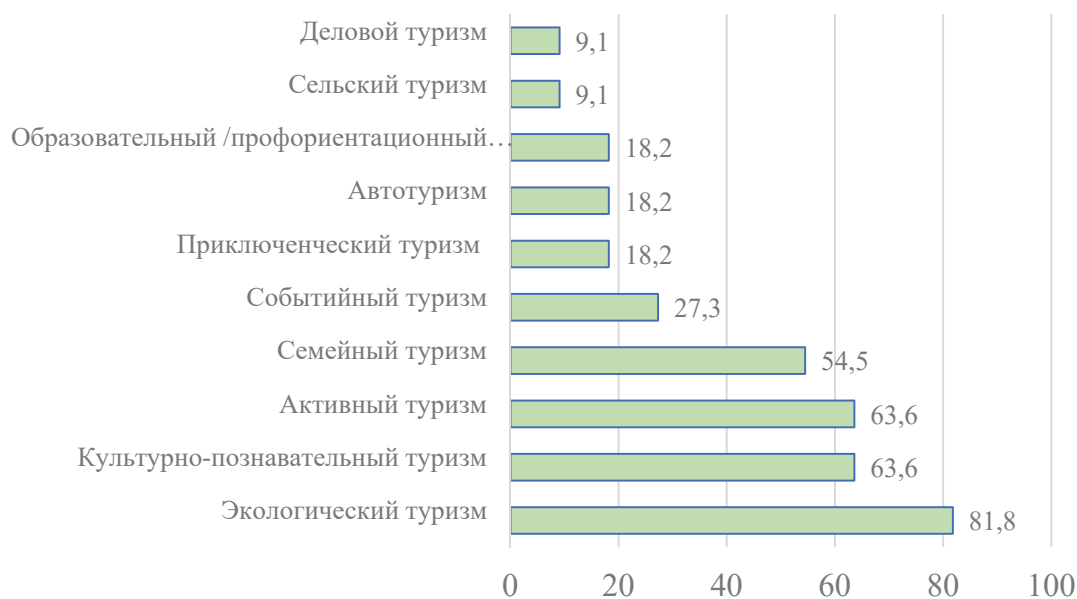


Рис. 4. / Fig. 4. Распределение ответов респондентов на вопрос: «Какие виды туризма преобладают сейчас в пределах вашего муниципалитета, входящего в Арктическую зону РФ?», %, возможен выбор нескольких вариантов ответов / Distribution of respondents' answers to the question: "What types of tourism are currently predominate in your municipality, which is part of the Arctic zone of the Russian Federation?", %, multiple answers

Источник: составлено автором по данным опросов

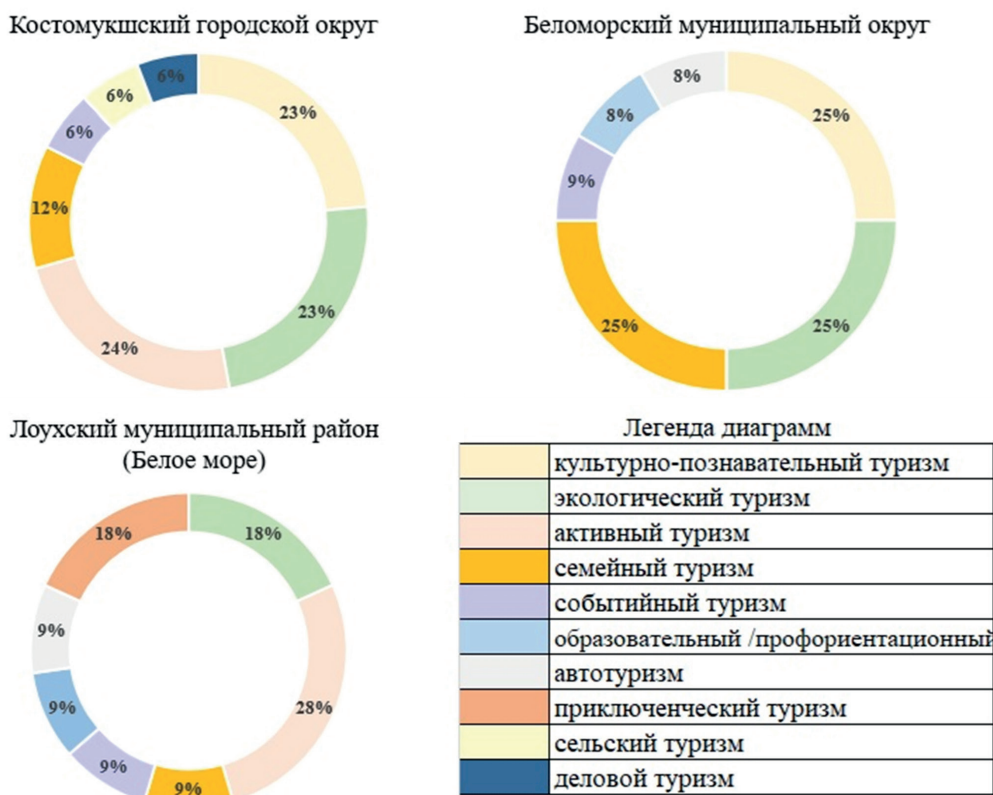


Рис. 5. / Fig. 5. Распределение ответов экспертов в муниципальном разрезе, % / Distribution of expert's responses by municipality, %

Источник: составлено автором по данным опросов

20 м летом и до 50 м зимой): «во время погружений встречаются мягкие кораллы, актинии, губки, морские звезды, крабы, раки-отшельники, морские ежи, креветки», «редчайшая офиура с экзотическим названием — Голова Горгоны»; «в зимний период совсем близко к себе подпускает рыба: зубатка, морской окунь, камбала и пиногор»¹³. В Костомукшском муниципальном округе активный вид туризма представлен в т. ч. и мероприятиями, проводимыми на базе ООПТ, например, с 2017 г. Арктический снежный фестиваль «Тропами Метсолы» с широким спектром зимних активностей¹⁴.

Приключенческий и событийный туризм Лоухского района связан как с деятельностью ряда компаний, организующих морские прогулки по акватории Белого моря, так и с деятельностью Чупинского морского яхт-клуба и ряда общественных организаций (Карельская региональная общественная организация содействия устойчивому развитию и охране окружающей среды «Бассейновый совет Северо-Карельского побережья», КРОО «Чупинский морской яхт-клуб» и пр.), организующих ежегодно с 2011 г. межрегиональную регату крейсерских яхт «Кубок Кандалакшского залива». Регата входит в Единый календарный план официальных спортивных мероприятий РФ, Республики Карелия, Всероссийской и региональной федераций парусного спорта, являясь одним из этапов Кубка Ассоциации класса ORC, признанная Международной федерацией парусного спорта система для проведения чемпионатов мира и континентов, в РФ¹⁵. Образовательный или профориентационный туризм муниципалитета сфокусирован в туристическом центре «Полярный круг» и Чупинском морском яхт-клубе, основываясь на принципах рационального природопользования.

Культурно-познавательный туризм исследуемых территорий также развивается

на принципах природоориентированного туризма, принимая во внимание, что его основой в Костомукшском г. о. являются рунопевческие деревни приграничной Карелии, в Беломорском муниципальном округе — самобытная поморская культура и петроглифы Белого моря. Так, организуемый с 1993 г. заповедником «Костомукшский» праздник Петрунпяйва или Дня святых апостолов Петра и Павла, престольный праздник дер. Аконлахти является «вкладом заповедника в сохранение культуры коренных жителей северной Карелии». Впервые деревня упоминается в летописях 1679 г., позднее здесь Э. Лённрот записывал песни и руны, положенные в основу всемирно известного эпоса «Калевала»¹⁶. Следует подчеркнуть, что, по данным Республиканского центра по государственной охране объектов культурного наследия, в Карельской Арктике расположена 1/5 часть (18,5%) объектов культурного наследия всей Республики Карелия, 75,7% которых являются объектами федерального значения. Половина объектов локализована на территории Беломорского района — 50,1% [9].

СТИМУЛИРУЮЩИЕ И ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В КАРЕЛЬСКОЙ АРКТИКЕ

Принимая во внимание значимость развития природоориентированного туризма в Карельской Арктике, дальнейшее укрепление его позиций требует выявления факторов как стимулирующего, так и сдерживающего характера.

Стимулирующими факторами развития туризма в Карельской Арктике экспертами выделяются уникальный туристско-рекреационный потенциал, традиции местного гостеприимства, а также насущные потребности социально-экономического развития территорий (привлечение инвестиций, создание новых рабочих мест и пр.). Отвечая на вопрос «как вы считаете, что побуждает к туризму на арктических территориях вашего района? Чем привле-

¹³ Белое море: [Электронный ресурс]. URL: <https://clk.li/VUXc> (дата обращения: 15.11.2024).

¹⁴ Арктический снежный фестиваль «Тропами Метсолы»: [сайт]. URL: <https://kostzap.ru/metsola-trails> (дата обращения: 15.12.2024).

¹⁵ Кубок Кандалакшского залива [Электронный ресурс]. URL: <https://truecourse.ru/kandalakshacup> (дата обращения: 15.11.2024).

¹⁶ Петрунпяйва [Электронный ресурс]. URL: <https://kostzap.ru/saints-day> (дата обращения: 15.11.2024).

кает данный туризм?», эксперты единогласно выделяют красоту и первозданную сохранность северной природы в качестве основного фактора привлекательности Карельской Арктики. Вторым фактором туристской привлекательности выделяется сопровождающая туристов тишина, покой и уединение, столь необходимые жителям современных мегаполисов и крупных городов («цифровой детокс»).

Обобщая мнение экспертного сообщества, можно выделить ряд основных лимитирующих факторов (вызовов) развития внутреннего и международного въездного туризма в Карельской Арктике, причём большинство из которых объединяет целый комплекс ограничений:

1. Инфраструктурные ограничения

В первую очередь, необходимо выделить транспортно-логистические ограничения, заключающиеся в труднодоступности большинства туристских объектов Карельской Арктики в силу их удалённости от значимых транспортных узлов, в недостаточном уровне развития транспортной инфраструктуры (плотность автомобильных дорог, неудовлетворительное состояние транспортной системы), а также в вызовах логистики (вид транспортного сообщения и его расписание). Так, например, приграничный г. Костомукша, являвшийся центром трансграничного туризма и приграничного сотрудничества в российско-финляндском приграничье, начиная с пандемии COVID-19 и по настоящее время перестал принимать международных туристов, на которых строился туристский бизнес муниципалитета (по состоянию на 01.01.2025 в муниципальном округе больше не зарегистрировано ни одного туроператора). Приём российских туристов при этом ограничивается именно транспортно-логистическим фактором: с одной стороны, в силу значительной удалённости как от столичных городов (Москва, Санкт-Петербург, Петрозаводск), так и от основных транспортных магистралей Республики Карелия, и, с другой — из-за недостатка транспортного сообщения (железнодорожный транспорт, автобусное сообщение) и проистекающего из этого времени в пути. Например, г. Костомукша, обладая потенциалом для раз-

вития различных видов туризма, обделён вниманием посетителей с рекреационными целями.

Во-вторых, следует обозначить ограничения туристской инфраструктуры, которые можно отдельно рассмотреть на примере инфраструктуры питания, размещения, досуга и отдыха.

Говоря об инфраструктуре питания, необходимо констатировать острый недостаток объектов общественного питания, а также уровень и качество оказываемых услуг. Отдельного внимания заслуживает проблематика представленности местной (локальной) кухни: турист заинтересован продегустировать карельскую кухню, но, к сожалению, в большинстве населённых пунктов выбор блюд крайне ограничен, если вообще представлен. Объективно, функционирование ресторана или кафе исключительно карельской кухни в условиях ограниченности туристского потока и ярко выраженной сезонности туризма нерентабельно. Чаше предприятия питания имеют незначительное число позиций местных блюд (пирожки, иногда суп, рыбное блюдо), которые пользуются спросом среди местного сообщества. Более широко организации арктических муниципалитетов представляют карельскую (локальную) кухню в рамках различных культурных и иных мероприятий, привлекающих достаточное число туристов и гостей (например, фестиваль «Карельский рыбак» в Сегежском муниципалитете), а также включают дегустации и мастер-классы по приготовлению блюд карельской кухни в программу туристских туров. В качестве ключевых ресторанов, ориентированных на блюда местной кухни в Карельской Арктике, можно указать «Кемска волость» (Кемский муниципальный округ) и Поморская кухня (Беломорский муниципальный округ). Наилучшие позиции в этом аспекте у Костомукшского муниципального округа (по причине прежней ориентации на приграничный туризм), а наихудшие — у Калевальского национального муниципального района.

Как и инфраструктура питания, инфраструктура размещения характеризуется недостатком коллективных средств размещения (проблема обостряется в пик ту-

ристского сезона), а также значительной диспропорцией их размещения в пределах муниципалитета. Например, несмотря на высокие в сравнении с другими арктическими муниципалитетами позиции Лоухского района, основная часть средств размещения локализована вдоль карельского участка федеральной трассы Р-21 «Кола» с ориентацией на транзитных туристов, обширная же часть района, обладая туристским потенциалом, при этом остается недостаточно оснащенной средствами размещения.

Касательно ограничений инфраструктуры досуга и отдыха нужно отметить: недостаток и диспропорции размещения точек туристского притяжения, недостаток мест проведения досуга для местного населения и туристов, а также недостаток организованных туристских площадок и мест для отдыха. Отдельную обеспокоенность у экспертного сообщества вызывает и состояние коммунальной инфраструктуры.

2. Кадровые ограничения

В Карельской Арктике фиксируется значительный недостаток квалифицированных кадров для сферы туризма и гостеприимства, включая сертифицированных экскурсоводов и обслуживающий персонал. Это обуславливается, с одной стороны, низким трудовым потенциалом территорий, с другой — ограниченными возможностями получения профессионального обучения, повышения квалификации и/или переобучения на местах. Отдельного внимания заслуживает проблема недостатка заинтересованных в развитии организации и туризма в целом наёмных специалистов.

3. Качество и уровень предоставляемых туристских услуг

Сопоставление показателей цена-качество предоставляемых услуг с иными российскими регионами выявляет невыгодные позиции карельских арктических муниципалитетов в силу как высокой стоимости туристских услуг (принимая во внимание высокую себестоимость турпродуктов), так и возможных неблагоприятных погодных условий Карельской Арктики (например, в 2023 г. в Костомукшском муниципалитете большинство палаточных туров было отменено из-за холодного и

дождливого лета), а также ряда иных факторов.

Здесь же следует указать неудовлетворительное состояние ряда объектов туристского показа (например, Пристань Чупа, пользующаяся большим спросом у гостей и местного населения, Лоухский муниципальный район) и/или состояние населённых пунктов при подъезде к ним (г. Кемь, Кемский муниципалитет).

Кроме того, высокую озабоченность вызывает наличие достаточного числа нелегализованных туристских предложений от частных лиц (аренда апартаментов, аренда плавсредств, услуги неквалифицированных гидов) при достаточно ограниченном спектре туристских предложений и услуг от зарегистрированных организаций сферы туризма и гостеприимства. Отсутствие системы и институтов учёта неорганизованных туристов на маршрутах для оказания экстренной помощи (например, при выходе в Белое море или тайгу) является серьёзным вызовом развития безопасного туризма в Карельской Арктике.

4. Экономические ограничения

Высокая стоимость туристских услуг, обусловленная высокими затратами на обеспечение функционирования туристских объектов, сезонность турбизнеса, уровень заработной платы обслуживающего персонала и недостаток инвестиций оказывают сдерживающее влияние на развитие туристского бизнеса в арктических муниципалитетах Карелии.

5. Природоохранные и бюрократические ограничения

Карельская Арктика на востоке омывается водами Белого моря, а на западе ограничена государственной границей, что накладывает особые требования законодательства по охране окружающей среды и посещению определённых территорий, особенно для иностранных граждан. Здесь же можно обозначить проблематику длительности согласования строительства новых объектов, прокладывания новых туристских маршрутов и пр. В качестве примера можно привести практику организации Государственным природным заповедником «Костомукшский» праздника Петрунпяйва в дер. Аконлахти, расположенной в пограничной зоне, посещение

которой требует специального разрешения. Кроме того, в настоящее время прием иностранных туристов сдерживается определенным порядком бюрократических согласований и разрешений.

б. Маркетинговые ограничения

Отдельного внимания требует недостаток туристско-информационных центров/точек в исследуемых дестинациях, а также низкий уровень продвижения туристско-рекреационного потенциала и турпродуктов в сети Интернет на карельский, российский и международные рынки туристских услуг. Также следует отметить недостаток местной сувенирной продукции, местных гастрономических товаров длительного срока хранения.

Кроме того, следует акцентировать внимание на сезонности туристского бизнеса, оказывающей сдерживающее влияние на функционирование предприятий туризма и гостеприимства. В ряде карельских муниципалитетов наблюдается недостаточный уровень взаимодействия участников туристского рынка, что ограничивает возможности развития туризма в целом.

По мнению респондентов, учитывая высокий туристско-рекреационный потенциал Карельской Арктики, туризм представляется одним из основных факторов социально-экономического развития арктических территорий Республики Карелия. Развитие данной сферы экономической деятельности способствует привлечению инвестиций; созданию новых рабочих мест; развитию различных видов инфраструктуры, повышению сервиса, уровня и качества услуг в различных сферах, предоставляемых в т. ч. и местному населению; и т. д.

Следует указать, что локализация исследуемых муниципалитетов находит отражение в выделяемых экспертами возможных ограничениях развития туризма в Карельской Арктике:

- приграничный Костомукшский г. о., принимая во внимание, что около 1/3 муниципалитета занимают ООПТ, обоснованными представляются экологические риски, далее следуют экономические риски (рост цен);
- в прибрежных муниципалитетах, наоборот, не указываются экологические

риски в качестве основных, но особо выделяются имеющиеся инфраструктурные ограничения территории и финансовые риски.

Выделяемый ранее исследователями в качестве основного источника бытового мусора так называемый «дикий» туризм [3], во многом, согласно мнению экспертного сообщества, производится не только приезжающими туристами, но и, к сожалению, местными жителями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе обобщения данных 11 полужформализованных интервью, впервые проведенных с ключевыми экспертами сферы туризма арктических муниципалитетов Республики Карелия, определены лидирующие позиции природоориентированного туризма, а также выявлены ограничения и стимулирующие факторы дальнейшего туристского развития Карельской Арктики.

В ходе исследования выявлено, что локализации муниципалитетов Карельской Арктики определяет специфику их туристско-рекреационного потенциала: приграничные муниципалитеты с сохранными обширными массивами природных экосистем и потенциал восточных муниципалитетов базируется на возможностях Белого моря. При этом следует подчеркнуть, что на территории Карельской Арктики сосредоточена 1/5 часть всех ООПТ федерального значения Республики Карелия.

Исследование показало лидирующие позиции природоориентированного туризма; экологический туризм и другие виды также базируются на природном потенциале Карельской Арктики (активный, событийный, приключенческий, образовательный и др.). Карельскую Арктику также отличают такие виды туризма, как дайвинг (включая подлёдный), яхтинг, событийные и активные виды.

Основными факторами туристской привлекательности Карельской Арктики, по мнению экспертов, являются первозданная сохранность природных ландшафтов, а также сопровождающая туристов тишина, покой и уединение («цифровой детокс»).

В ходе исследования выявлены и основные лимитирующие факторы развития внутреннего и международного въездного туризма в Карельской Арктике: инфраструктурные ограничения, объединяющие комплекс вызовов развитию современного туристского бизнеса; кадровые ограничения; качество и уровень предоставляемых туристских услуг; экономические ограничения; природоохранные и бюрократические ограничения; сезонность туристского бизнеса; маркетинговые ограничения; недостаточный уровень взаимодействия участников туристского рынка. В этой связи развитие и особенно укрепление позиций природоориентированного туризма в Карельской Арктике требует преодоления целого спектра инфраструктурных, кадровых, экономических, бюрократических и иных ограничений.

Принимая во внимание возможные экологические риски от неорганизованного туризма, в т. ч. по причине недостаточности экологической культуры местного сообщества, проведение мероприятий просветительного характера по сохранению окружающей среды и организации самодетельного туризма среди местного населения (с дошкольного до пожилого возраста) должна стать первостепенной задачей образовательных, экологических организаций и органов местного самоуправления реализуемой на регулярной основе.

В заключение можно привести ёмкие слова одного из руководителей исследованных организаций, являющиеся квинтэссенцией отношения респондентов к сохранению и охране хрупких северных экосистем. «При грамотном управлении туризм приводит к комплексному развитию территории, привлекаются высокообразованные специалисты... Это направление характеризуется бережным отношением к природному и историческому наследию... нам нужно сохранение этого ресурса... в целом развивать территорию, бережно обращаясь с ней».

ЛИТЕРАТУРА

1. Безруких В. А., Антоненко О. В., Костренко О. В., Авдеева Е. В., Коротков А. А. Горно-таежные леса Восточного Саяна как

потенциал природно-ориентированного туризма (в пределах Красноярского края) // Хвойные бореальной зоны. 2016. Т. 34. № 5-6. С. 266–269.

2. Васильева А. В., Кондратьева С. В., Каргинова-Губинова В. В., Морошкина М. В., Морозов А. А. Тенденции и специфика развития туристских систем российской Арктики // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 1. С. 116–131. DOI: 10.37614/2220-802X.1.2025.87.008
3. Волков А. Д., Тишков С. В., Каргинова-Губинова В. В., Щербак А. П. Экологические проблемы арктического региона: состояние и динамика в восприятии населения (результаты социологического опроса на территории Карельской Арктики) // Регион: Экономика и Социология. 2021. № 3. С. 203–239. DOI: 10.15372/REG20210309.
4. Воротников А. М., Доронин Н. С. Государственно-частное партнерство – механизм развития экологического туризма на особо охраняемых территориях Арктической зоны Российской Федерации // Менеджмент и бизнес-администрирование. 2019. № 4. С. 87–96.
5. Голубева Е. И., Тульская Н. И., Цекина М. В., Кирашева Н. И. Проблемы развития экологического туризма в ООПТ Российской Арктики // Арктический туризм в России / отв. ред. Ю. Ф. Лукин. Архангельск: САФУ, 2016. 256 с.
6. Жигунова Г. В., Шарова Е. Н. Барьеры и факторы развития туристического бизнеса в России и Арктике (по результатам экспертного опроса) // Арктика и Север. 2023. № 53. С. 180–201. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.53.180
7. Замятина Н. Ю., Котов Е. А., Гончаров Р. Б., Бурцева Е. А., Гребенец В. И., Медведков А. А., Молодцова В. А., Клюева В. П., Кульчицкий Ю. В., Миронова Б. А., Никитин Б. В., Пилясов А. Н., Поляченко А. Е., Потураева А. В., Стрелецкий Д. А., Шамало И. А. Оценка потенциала жизнестойкости городов Российской Арктики // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2022. № 5. С. 52–65.
8. Князева Г. А., Поротникова Н. А., Антипов В. В., Макуха В. В. Арктический туризм как драйвер устойчивого развития территории: исследование заинтересованности местных стейкхолдеров Республики Коми // Арктика и Север. 2023. № 52. С. 180–198. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.52.180

9. Кондратьева С. В. Туристский вектор развития Карельской Арктики // Арктика и Север. 2022. № 49. С. 174–192. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.49.174
10. Королев А. Ю. Специализация и структура районов природоориентированного туризма // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2020. № 5. С. 25–34.
11. Королев А. Ю. Структура природоориентированной рекреационной системы Северного Урала // Вестник Удмуртского университета Серия: Биология. Науки о Земле. 2023. Т. 33. Вып. 2. С. 233–244. DOI: 10.35634/2412-9518-2023-33-2-233-244
12. Кружалин В. И., Шабалина Н. В., Никанорова А. Д., Медведков А. А., и др. Организация круизного туризма в национальном парке «Русская Арктика»: риски и потенциал развития // Современные проблемы сервиса и туризма. 2021. Т. 15. № 3. С. 157–169. DOI: 10.24412/1995-0411-2021-3-157-169
13. Кузнецов В. С. Комплексный подход к развитию туризма на особо охраняемых природных территориях // Арктика и Север. 2016. № 23. С. 80–95. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2016.23.80
14. Медведков А. А. Геоэкологические факторы жизнестойкости арктических городов в криолитозоне: теоретические подходы к изучению // Известия РАН. Серия географическая. 2021. Т. 85. № 5. С. 726–739. DOI: 10.31857/S2587556621050071
15. Медведков А. А., Никанорова А. Д., Шабалина Н. В. Функциональное зонирование города Кировска (Мурманская область) в условиях туристско-рекреационного освоения его территории // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2019. Т. 25. № 2. С. 429–436. DOI: 10.35595/2414-9179-2019-2-25-429-436
16. Михайлова Г. В. Природоориентированные виды туризма и их влияние на сохранение и использование биоресурсов северных территорий России // Успехи современного естествознания. 2023. № 12. С. 121–128. DOI: 10.17513/use.38181
17. Особо охраняемые природные территории Республики Карелия / сост. И. В. Кипрухин. Петрозаводск: Министерство природных ресурсов и экологии Республики Карелия, 2017. 432 с.
18. Севастьянов Д. В. Арктический туризм в Баренцевоморском регионе: современное состояние и границы возможного // Арктика и Север. 2020. № 39. С. 26–36. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2020.39.26
19. Севастьянов Д. В., Коростелёв Е. М., Гаврилов Ю. Г., Карпова А. В. Рекреационное природопользование как фактор устойчивого развития районов Российской Арктики // География и природные ресурсы. 2015. № 4. С. 90–97.
20. Сидоровская Т. В., Воловик О. А., Сидорук А. Ю. Внутренний туризм: исследование предпочтений жителей северных территорий // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2019. № 2. С. 38–50. DOI: 10.34130/2070-4992-2019-2-38-50
21. Evseev A. V., Krasovskaya T. M., Medvedkov A. A. “Green” development of the Ugra territory: options and obstacles // Geography. Environment. Sustainability. 2017. Vol. 10. № 2. P. 94–102. DOI: 10.24057/2071-9388-2017-10-2-94-102
22. Stepanova S. V. Tourism development in border areas: a benefit or a burden? // The case of Karelia, Baltic Region. 2019. Vol. 11. № 2. P. 94–111. DOI: 10.5922/2079-8555-2019-2-6
23. Stepanova S. V., Shulepov V. I. Way to assess the development of municipal tourism infrastructure // Journal of Applied Engineering Science. 2019. № 1. Vol. 17. P. 87–92. DOI: 10.5937/jaes17-17073
24. Vasilieva A. V., Volkov A. D., Karginova-Gubinova V. V., Tishkov S. V. Opportunities of Development of Eco-Tourism in the Karelian Arctic in the Conditions of the Existing Environmental and Social Challenges // Journal of Risk Financial Management. 2022. № 15. DOI: 10.3390/jrfm15100484

REFERENCES

1. Bezrukikh V. A., Antonenko O. V., Kostrenko O. V., Avdeeva E. V., Korotkov A. A. [Mountain-taiga forests of the Eastern Sayan as a potential for nature-oriented tourism (within the Krasnoyarsk Territory)]. In: *Khvoynyye borealnoy zony* [Conifers of the boreal zone], 2016, vol. 34, no. 5-6, pp. 266–269.
2. Vasilyeva A. V., Kondratieva S. V., Karginova-Gubinova V. V., Moroshkina M. V., Morozov A. A. [Trends and specifics of the development of tourism systems in the Russian Arctic]. In: *Khvoynyye borealnoy zony* [North and Market: Formation of Economic Order], 2025, no. 1, pp. 116–131. DOI: 10.37614/2220-802X.1.2025.87.008
3. Volkov A. D., Tishkov S. V., Karginova-Gubinova V. V., Shcherbak A. P. Environmental problems of the Arctic region: state and dynamics in the perception of the popu-

- lation (results of a sociological survey in the Karelian Arctic). In: *Region: Ekonomika i Sotsiologiya* [Region: Economics and Sociology], 2021, no. 3, pp. 203–239. DOI: 10.15372/REG20210309
4. Vorotnikov A. M., Doronin N. S. [Public-private partnership as a mechanism for the development of ecotourism in specially protected areas of the Arctic zone of the Russian Federation]. In: *Menedzhment i biznes-administrirvaniye* [Management and business administration], 2019, no. 4, pp. 87–96.
 5. Golubeva E. I., Tuskaya N. I., Tsekina M. V., Kirasheva N. I. [Problems of Ecotourism Development in Protected Areas of the Russian Arctic]. In: Lukin Yu. F., ed. *Arkticheskiy turizm v Rossii* [Arctic Tourism in Russia]. Arkhangelsk: NARFU, 2016. 256 p.
 6. Zhigunova G. V., Sharova E. N. [Barriers and Factors of Tourism Business Development in Russia and the Arctic (Based on the Results of an Expert Survey)]. In: *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2023, no. 53, pp. 180–201. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.53.180
 7. Zamyatina N. Yu., Kotov E. A., Goncharov R. B., Burtseva A. V., Burceva A. V., Grebenets V. I., Medvedkov A. A., Molodtsova V. A., Klyueva V. P., Kulchitskii Yu. V., Mironova B. A., Nikitin B. V., Pilyasov A. N., Polyachenko A. E., Poturaeva A. V., Streletskii D. A., Shamalo I. A. [Assessment of the resilience potential of cities in the Russian Arctic]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography], 2022, no. 5, pp. 52–65.
 8. Knyazeva G. A., Porotnikova N. A., Antipov V. V., Makukha V. V. [Arctic tourism as a driver of sustainable development of the territory: a study of the interests of local stakeholders of the Komi Republic]. In: *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2023, no. 52, pp. 180–198. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.52.180
 9. Kondratieva S. V. [Tourism vector of development of the Karelian Arctic]. In: *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2022, no. 49, pp. 174–192. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.49.174
 10. Korolev A. Yu. [Specialization and structure of nature-oriented tourism regions]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography], 2020, no. 5, pp. 25–34.
 11. Korolev A. Yu. [Structure of the nature-oriented recreational system of the Northern Urals]. In: *Vestnik Udmurtskogo universiteta Seriya: Biologiya. Nauki o Zemle* [Bulletin of Udmurt University Series: Biology. Earth Sciences], 2023, vol. 33, iss. 2, pp. 233–244. DOI: 10.35634/2412-9518-2023-33-2-233-244
 12. Kruzhalin V. I., Shabalina N. V., Nikanorova A. D., Medvedkov A. A., et al. [Organization of cruise tourism in the Russian Arctic National Park: risks and development potential]. In: *Sovremennyye problemy servisa i turizma* [Modern problems of service and tourism], 2021, vol. 15, no. 3, pp. 157–169. DOI: 10.24412/1995-0411-2021-3-157-169
 13. Kuznetsov V. S. [An integrated approach to tourism development in specially protected natural areas]. In: *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2016, no. 23, pp. 80–95. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2016.23.80
 14. Medvedkov A. A. [Geoenvironmental Factors of Resilience of Arctic Cities in the Cryolithozone: Theoretical Approaches to the Study]. In: *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series], 2021, vol. 85, no. 5, pp. 726–739. DOI: 10.31857/S2587556621050071
 15. Medvedkov A. A., Nikanorova A. D., Shabalina N. V. [Functional zoning of Kirovsk town (the Murmansk region) in conditions of tourist and recreational development of its territory and recreational development of its territory]. In: *InterKarto. InterGIS* [InterCarto. InterGIS], 2019, vol. 25, no. 2, pp. 429–436. DOI: 10.35595/2414-9179-2019-2-25-429-436
 16. Mikhailova G. V. [Nature-oriented types of tourism and their impact on the conservation and use of bioresources in Russia's northern territories]. In: *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Advances in Modern Natural Science], 2023, no. 12, pp. 121–128. DOI: 10.17513/use.38181
 17. Kiprukhin I. V., ed. [Specially protected natural areas of the Republic of Karelia]. Petrozavodsk: Ministry of Natural Resources and Environment of the Republic of Karelia, 2017. 432 p.
 18. Sevastyanov D. V. [Arctic tourism in the Barents Sea region: current state and limits of the possible]. In: *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2020, no. 39, pp. 26–36. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2020.39.26
 19. Sevastyanov D. V., Korostelev E. M., Gavrilov Yu. G., Karpova A. V. [Recreational nature management as a factor in sustainable development of the Russian Arctic regions]. In: *Geografiya i prirodnyye resursy* [Geography and natural resources], 2015, no. 4, pp. 90–97.
 20. Sidorovskaya T. V., Volovik O. A., Sidoryuk A. Yu. [Domestic tourism: a study of the preferences of residents of the northern territories]. In: *Korporativnoye upravleniye i inno-*

- vatsionnoye razvitiye ekonomiki Severa: Vestnik Nauchno-issledovatel'skogo tsentra ekonomicheskogo prava, upravleniya i venchurnogo investirovaniya Syktyvkar'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Corporate governance and innovative development of the Northern economy: Bulletin of the Research Center for Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University], 2019, no. 2, pp. 38–50. DOI: 10.34130/2070-4992-2019-2-38-50
21. Evseev A. V., Krasovskaya T. M., Medvedkov A. A. “Green” development of the Ugra territory: options and obstacles. In: *Geography. Environment. Sustainability*, 2017, vol. 10, no. 2, pp. 94–102. DOI: 10.24057/2071-9388-2017-10-2-94-102
22. Stepanova S. V. Tourism development in border areas: a benefit or a burden? In: *The case of Karelia, Baltic Region*, 2019, vol. 11, no. 2, pp. 94–111. DOI: 10.5922/2079-8555-2019-2-6
23. Stepanova S. V., Shulepov V. I. Way to assess the development of municipal tourism infrastructure. In: *Journal of Applied Engineering Science*, 2019, no. 1, vol. 17, pp. 87–92. DOI: 10.5937/jaes17-17073
24. Vasilieva A. V., Volkov A. D., Karginova-Gubinova V. V., Tishkov S. V. Opportunities of Development of Eco-Tourism in the Karelian Arctic in the Conditions of the Existing Environmental and Social Challenges. In: *Journal of Risk Financial Management*, 2022, no. 15. DOI: 10.3390/jrfm15100484

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Кондратьева Светлана Викторовна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Отдела региональной экономической политики Института экономики Карельского научно-го центра Российской академии наук;
e-mail: svkorka@mail.ru; ORCID: 0000-0001-8832-9182

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Svetlana V. Kondrateva – PhD (Economy), Senior Researcher, Department of Regional Economic Policy, Institute of Economics of the Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences;
e-mail: svkorka@mail.ru; ORCID: 0000-0001-8832-9182

ОБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Научная статья

УДК 57.081.23

DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-164-185

АЛГОРИТМ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА БИНАРНЫХ ДАННЫХ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

© СС ВУ Захаров К. В.¹, Коновалов А. М.², Ломсков М. А.³

¹ Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МВА имени К. И. Скрябина

г. Москва, Российская Федерация

e-mail: k.v.zaharov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1620-3895

² Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МВА имени К. И. Скрябина

г. Москва, Российская Федерация

e-mail: zoolog82@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4050-0259

³ Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МВА имени К. И. Скрябина

г. Москва, Российская Федерация

e-mail: lomskovma@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6579-0048

Поступила в редакцию 13.06.2025

После доработки 04.08.2025

Принята к публикации 25.08.2025

Аннотация

Цель. Разработать алгоритм применения *GLM* (*Generalized Linear Model*) для бинарных данных на всех этапах анализа, доступный для обычных пользователей без специальных знаний в области программирования.

Процедура и методы. В качестве основы выбран широко распространённый алгоритм статистического анализа, включающий 3 основных этапа: формулирование исследовательской гипотезы и сбор материала, его исследование, а также подгонку и проверку статистической модели. Для примера выбраны литературные данные о лесотаксационных характеристиках насаждений дуба черешчатого (*Quercus robur L.*) на пробных площадях в 15 экорегионах. Смоделировано среднее значение диаметра ствола дуба в зависимости от возраста, высоты, числа стволов, а также географического положения пробной площади. Поскольку характер зависимой переменной не позволяет выбрать классический регрессионный анализ, с помощью логистической регрессии смоделирована вероятность превышения порогового значения диаметра ствола в 30 см. В оценке качества модели использованы такие показатели как разница девиансов, т. е. отличия между зависимой переменной и её предсказанным значением (остатки) и вычисляемые для бинарных моделей их взвешенные значения (т. н. квантильные остатки), непараметрические тесты в сравнении вложенных моделей и потенцирование параметров модели.

Результаты. Показана зависимость диаметра ствола от возраста деревьев и числа стволов, а также широты расположения пробной площади. Существующий алгоритм регрессионного анализа дополнен процедурой анализа мощности и оценкой предсказания зависимой переменной с использованием каппы-коэффициента и *ROC*-кривых. Предложенный алгоритм позволяет смоделировать переменные, не отвечающие требованиям линейной регрессии, сравнить полученные модели, оценить качество прогноза и размер необходимой выборки.

Теоретическая и/или практическая значимость. Работа имеет методическую направленность. Показано, что за исключением оценки минимального объёма выборки, для работы с логистическими моделями достаточно функций, встроенных в ядро среды R и установки некоторых пакетов.

Ключевые слова: GLM, бинарные данные, количественные методы, методика экологического исследования, RStudio, дуб черешчатый (*Quercus robur L.*)

Для цитирования:

Захаров К. В., Коновалов А. М., Ломсков М. А. Алгоритм применения логистической модели для анализа бинарных данных в экологических исследованиях // Географическая среда и живые системы. 2025. № 3. С. 164–185. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-164-185

Original Article

THE ALGORITHM OF USING THE LOGISTIC MODEL FOR BINARY DATA ANALYSIS IN ECOLOGY INVESTIGATIONS

© CC BY K. Zakharov¹, A. Konovalov², M. Lomskov³

¹ Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin
Moscow, Russian Federation

e-mail: k.v.zaharov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1620-3895

² Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin
Moscow, Russian Federation

e-mail:zoolog82@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4050-0259

³ Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin
Moscow, Russian Federation

e-mail:lomskovma@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6579-0048

Received 13.06.2025

Revised 04.08.2025

Accepted 25.08.2025

Abstract

Aim. The *GLM* (Generalized Linear Model) algorithm has been created for working with binary data on all analysis steps, which would be possible for all users without special IT skills.

Methodology. We used wide distributed algorithm statistically analysis which includes three main steps: biology hypothesis formulation and data collecting, investigation of data, fitting and checking finally models. As data example were choose forest taxation features of Oak petiolate (*Quercus robur L.*) from 15 ecoregions. The average trunk diameter has been simulated according to age, high, trunk number and geographically location of sample area. Because features of dependent variable didn't allow choosing classical regression analysis we simulated of probability the excess of 30-cm threshold of trunk diameter with logistic regression using. For quality assessment of models we used different deviances, i.e. difference between depended variable and predicted values (residuals), calculated specific quantile residuals for *GLM*, nonparametric tests for nested models and model parameters potentiating.

Results. There was showed the dependence trunk diameter on age and trunk number, as well as latitude of sample area. The existing algorithm has been supplemented by power test and assessment of prediction independent variable by kappa-coefficient and *ROC*-curves. The new algorithm allows simulating variables which don't fit to demands of lineal regression, to comparison models, to assessment the quality of prognosis and a volume of minimal sample.

Research implications. This work has a methodic direction. There has been showed for logistic models creation there are enough functions from RStudio core excluding the minimal sample assessment.

Keywords: GLM, binary data, quantitative methods, ecology investigation methods, RStudio, Oak petiolate (*Quercus robur L.*)

For citation:

Zakharov K., Konovalov A., Lomskov M. The algorithm of using the logistic model for binary data analysis in ecology investigations. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2025, no. 3, pp. 164–185. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-164-185

ВВЕДЕНИЕ

Регрессионный анализ, один из наиболее распространённых статистических методов [11], прочно вошёл в инструментарий экологов, как теоретиков, так и практиков. Использование регрессионного анализа позволяет оценить влияние одного признака на другой, т. е. предполагается, что зависимая переменная представляет собой функцию одной или нескольких независимых переменных [3]. Результатом такого анализа становится математическая модель изучаемой системы, которая с определёнными допущениями даёт описание этой системы и позволяет построить прогноз [5]. Внимание к математическим моделям в экологии не случайно, поскольку такие методы позволяют описать сложные природные [11; 12] или социально-природные системы [1; 20].

Наиболее простая линейная регрессия подразумевает, что отношения между зависимой и независимой переменными напоминают линейную функцию и используют общую линейную модель (*General Lineal Model* или LM). Это т. н. параметрический метод, который, однако, предъявляет к данным определённые требования. LM применима к интервальным непрерывным данным, которые не всегда удаётся получить в экологических исследованиях [12]. Нередко приходится иметь дело с разнообразными индексами, шкальными данными (например, оценка степени рекреационного нарушения в баллах), долями, счётными (число встреч) или бинарными данными (самец, самка). Применить общую линейную регрессию к таким данным нельзя. В этом случае возможны два пути. Первый вариант — перейти к аппроксимирующей функции непрерывного аргумента или же использовать непараметрические тесты, к каковым и относят обобщённые линейные модели *GLM* (*Generalized Linear Model* или *GLM*), семейство непараметрических линейных моделей, где зависимость между переменными сохраняет линейный характер, но данные не отвечают требованиям LM [12].

Работа с *GLM* несколько отличается от привычных линейных моделей, поэтому лучше использовать специальное про-

граммное обеспечение. Мы рассмотрим регрессионный анализ в *RStudio*¹ — далее R — свободно распространяемой и весьма популярной в научном мире среде разработки [8; 13].

Конечно, наша статья далеко не первая, накопилась значительная библиография по использованию *GLM*². Однако работа с такими источниками может быть сопряжена с затратами времени или же требовать специальной подготовки, в т. ч. понимания кодов, часто довольно громоздких. Краткие же руководства, например, заметки в интернете, отрывочны и обычно не содержат некоторые важные этапы анализа [4].

По этой причине мы поставили задачу *разработать алгоритм применения GLM для бинарных данных на всех этапах анализа, доступный для обычных пользователей без специальных знаний в области программирования.*

Важно понимать, что моделирование — это именно многоэтапный процесс, причём каждый из этапов должен быть проведён корректно [22].

ОПИСАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Семейство *GLM* состоит из нескольких моделей, которые позволяют аппроксимировать данные, соответствующие, например, распределению Пуассона или биномиальному распределению. *GLM* были предложены, в первую очередь, именно для исследований живой природы, где данные часто не соответствуют требованиям LM [5; 6]. Принципиальное отличие *GLM* от LM заключается в использовании другого алгоритма — метода максимального правдоподобия (ММП) — метода, максимизирующего вероятность нахождения неизвестных параметров, а не метода наименьших квадратов (МНК). В целом

¹ R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.R-project.org> (дата обращения: 19.06.2025).

² См. список монографий на сайте <http://www.statsci.org/glm/bibliog.html> (дата обращения: 19.06.2025).

ММП заключается в поиске функции с такими параметрами, которые с наибольшей вероятностью соответствуют неизвестным параметрам [10]. В данной работе мы ограничимся моделированием бинарных данных, т. е. данных, принимающих лишь два значения, например, выжил или нет.

В общем, методы регрессии направлены на поиск параметров, связывающих зависимую переменную y , и независимую переменную, или предиктор, x . Проблема заключается в том, что в случае с бинарными данными y принимает только два значения, а не лежит в области действительных чисел. Следовательно, необходим какой-то оригинальный подход, и на помощь приходит теория вероятности.

Для дальнейших рассуждений введём понятие «испытание», а именно некий опыт, который может закончиться одним из двух элементарных и взаимно противоположных событий, например, выживет популяция или нет. Такие события получили условные названия «успех» (p) или «неуспех» (q) и связаны отношением $p+q=1$. Значения как p , так и q находятся в диапазоне от 0 до 1. Логистическая регрессия моделирует именно вероятность успешного события p , когда $y=1$. Конечно, смоделировать параметр p непросто, однако очевидно, если вероятность успеха мала то p близко к 0, если же высока, то к 1.

Рассмотрим такой показатель как отношение шансов, который можно выразить как отношение успеха и неуспеха p/q или $p/(1-p)^3$.

Таким образом, можно от бинарных данных перейти к значениям вероятностей, которые занимают диапазон (0, 1). Если же отношение шансов логарифмировать по основанию e , то можно получить значения в диапазоне $(-\infty, \infty)$. Выражение $\ln\{p/(1-p)\}$ называется также *логит*; заметим, что $\text{logit}(0.5) = 0$, $\text{logit}(0) \rightarrow -\infty$, а $\text{logit}(1) \rightarrow \infty$. Такая процедура логистической трансформации и дала название методу логистической регрессии [6; 11].

Уравнение логистической регрессии имеет вид:

$$\text{logit}(p_i) = \ln \frac{p_i}{1-p_i} = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki} \quad (1)$$

где:

p_i – вероятность успешного исхода i -го события, когда $y=1$,

x_{ki} – значение k -ой независимой переменной для i -го наблюдения,

β_0 – значение y при нулевом значении всех независимых переменных,

β_k – параметр, или регрессионный коэффициент для k -й независимой переменной.

Если $\text{logit}(p_i)$ обозначить как η_i , то:

$$\eta_i = \sum_{j=0}^k \beta_j x_{ji} \quad (2)$$

где $x_{0i} = 1$, тогда получаем:

$$p_i = \frac{\exp(\eta_i)}{1 + \exp(\eta_i)} \quad (3)$$

Таким образом, логистическое преобразование позволяет смоделировать бинарные переменные.

ПОСТРОЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Работа со статистическими моделями в экологических исследованиях включает три основных этапа⁴ [22]:

1. формулирование исследовательской гипотезы и сбор данных;
2. исследование данных;
3. подгонку и проверку статистической модели.

Первый этап требует от исследователя понимания изучаемого вопроса, соответствующей теоретической подготовки и работы с литературой.

Ниже рассмотрим влияние долготы и широты места произрастания деревьев на диаметр ствола. Очевидно, что бесперспективно изучать влияние диаметра ствола на географическую долготу.

³ Бослаф С. Статистика для всех. М.: ДМК Пресс, 2017. 586 с.

⁴ Smith C., Warren M. GLMs in R for Ecology. Independently published, 2019. 79 p. [Электронный ресурс]. URL: https://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/37478/1/14596_Smith.pdf. (дата обращения: 12.02.2025).

Второй этап — исследование данных, включает следующую последовательность поиска и оценки:

- выбросов в переменных;
- нормальности и однородности зависимой переменной;
- превышения нулевых ответов в зависимой переменной;
- мультиколлинеарности независимых переменных;
- отношений между зависимой и независимыми переменными;
- взаимной независимости наблюдений, когда одно наблюдение не оказывает влияния на другое.

Третий этап состоит в подгонке и проверке модели, а также её использования для оценки значимости предикторов или же для прогноза [3; 12; 16].

Рассмотрим, как построить логистическую модель в R в соответствии с протоколом [22]. При этом могут быть использованы как бинарные, так и не бинарные данные, которые впоследствии будут перекодированы. Мы расширили протокол исследования и включили процедуру анализа мощности.

В качестве источника данных мы выбрали дендрологические материалы [17]. Данные получены из 15 экорегионов Евразии, включающих хвойные и широколиственные леса, и содержат лесотаксационные характеристики хвойных и лиственных насаждений. Для примера мы выбрали дуб черешчатый (*Quercus rubur L.*) и экспортировали данные в таблицу `d`. Попробуем смоделировать средние значения диаметра ствола (*DBH*) дуба на пробных площадях в разных регионах. Оценим, могут ли влиять на диаметр ствола такие переменные, как средние значения возраста (*Tree_age*), средняя высота деревьев (*Htree*), число деревьев на гектар (*Tree_number*), широта (*Latitude*) и долгота (*Longitude*) местоположения пробной площади, а также экорегион (*Ecoregion*) в соответствии с классификацией биомов из работы [18]. Это в основном непрерывные переменные, которые могут принимать любое значение в пределах некоего диапазона. Число деревьев на гектар это счётная, а *Ecoregion* — категориальная или факторная переменная, где регионы зашиф-

рованы сочетаниями цифр, поэтому через команду `as.factor()` укажем, что *Ecoregion* — это именно факторная переменная.

```
d$Ecoregion<- as.factor(d$Ecoregion)
```

Знак `$` разделяет название таблицы и колонки в этой таблице.

Использование функции `is.factor()` подтверждает результат.

```
is.factor(d$Ecoregion)
```

```
[1] TRUE
```

На втором этапе мы исследуем данные в соответствии с протоколом моделирования [22] и обоснуем целесообразность применения к ним непараметрических методов.

В соответствии с приведённым выше протоколом исследования *оценим выбросы*, т. е. те наблюдения, значения которых сильно отличаются от других⁵. В R выбросы определяются как значения в 1,5 раза превышающие межквартильный размах [6; 12]. На рис. 1 показаны «ящики с усами» для четырёх переменных, построенных с использованием команды `boxplot()`. Значения географических координат (широты, долготы) и факторную переменную *Ecoregion* оценивать на выбросы вряд ли целесообразно. Как мы видим на рис. 1, выбросы имеют лишь переменные: диаметр ствола (*DBH*) и возраст деревьев (*Tree_age*).

Как поступить с выбросами? Сразу удалить их из набора данных вряд ли разумно, поскольку выбросы могут содержать интересные данные⁶. Каждый раз нужно стремиться понять причину выбросов, в нашем случае это наибольшие значения диаметра ствола и возраста. Очевидно, что такие деревья встречаются нечасто, поэтому удалять выбросы из набора данных мы не будем. На всех диаграммах медиана, т. е. чёрная линия, пересекающая серый квадрат, ограничивающий значения верхнего и нижнего квартилей сдвинута от среднего положения. Распределение, вероятно, будет отличаться от нормального.

⁵ Бослаф С. Статистика для всех. М.: ДМКПресс, 2017. 586 с.

⁶ Smith C., Warren M. GLMs in R for Ecology. Independently published, 2019. 79 p. [Электронный ресурс]. URL: https://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/37478/1/14596_Smith.pdf. (дата обращения: 12.02.2025).

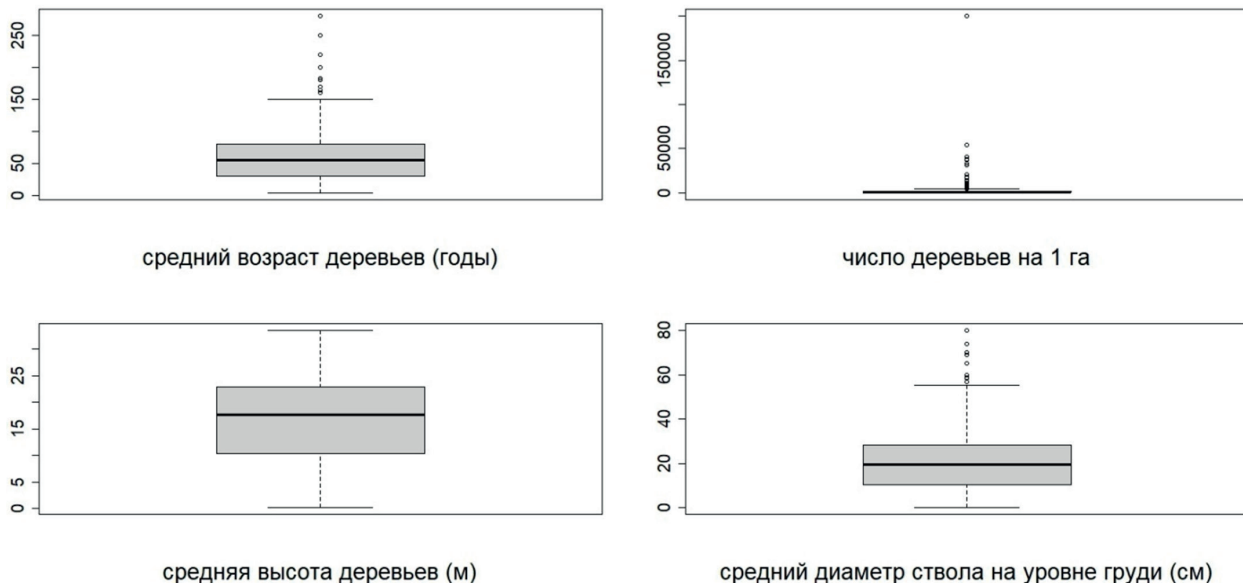


Рис. 1 / Fig. 1. Диаграммы «ящички с усами» лесотаксационных характеристик дуба черешчатого на пробных площадях / Boxplot diagrams of forest taxation characteristics for Oak petiolate on sampling areas

Источник: составлено авторами

Диаграммы на рис. 1 позволяют предположить, что *распределение зависимой переменной* отличается от нормального, но лучше использовать специальные тесты. Обычно применяют тест Шапиро-Уилка или тест Колмогорова-Смирнова из пакета *nortest*⁷, это соответственно: *shapiro.test(d\$DBH)* с результатом $p\text{-value} = 4,884e^{-12}$ и *lillie.test(d\$DBH)* с $p\text{-value} = 6,605e^{-09}$. Нулевая гипотеза подразумевает нормальное распределение данных, а значение $p < 0,05$ отвергает это предположение.

Таким образом, выбор *GLM* вполне оправдан.

Однородность в регрессионном анализе проверяется с использованием остатков модели, что мы сделаем после подгонки моделей.

Под однородностью понимается скоррелированность между независимыми переменными, которая негативно влияет на результат анализа и может оказаться значительной проблемой, поэтому необходима проверка на мультиколлинеарность [22]. Корреляция со значениями коэффициента более 0,75 считается сильной.

В нашем случае можно предположить корреляцию между возрастом дубов,

числом стволов и высотой деревьев. Все 3 переменные не отвечают требованиям нормальности, поэтому рассчитаем непараметрический коэффициент корреляции Спирмена с помощью функции *cor.test()*:

```
cor.test(d$Tree_age, d$Tree_number,
method = 'spearman', exact = FALSE)
```

Spearman's rank correlation rho

```
data: d$Tree_age and d$Tree_number
S = 14470217, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
sample estimates:
rho
-0.8764902
```

Результаты показывают, что между переменными *Tree_age* и *Tree_number* существует сильная отрицательная и достоверная корреляция $\rho = -0,87$, $p\text{-value} < 0,05$. Сильная корреляция показана и для сочетаний с переменной *Height* (высота деревьев). Поэтому использовать переменные *Tree_age*, *Tree_number* и *Height* в одной модели нельзя.

Какие зависимости предположить? Построим диаграммы рассеяния (рис. 2) и посмотрим на корреляцию между переменными графически, с помощью функции *plot(x~y)*, где *y* — переменная *DBH*, *x* — переменные *Tree_age*, *Tree_number*, *Latitude* и *Longitude*, тогда как категориальная переменная *Ecoregion* не отображена.

⁷ Gross J. *Ligges_nortest: Tests for Normality*. R package version 1.0-4. 2015: [Электронный ресурс]. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=nortest> (дата обращения: 06.03.2025).

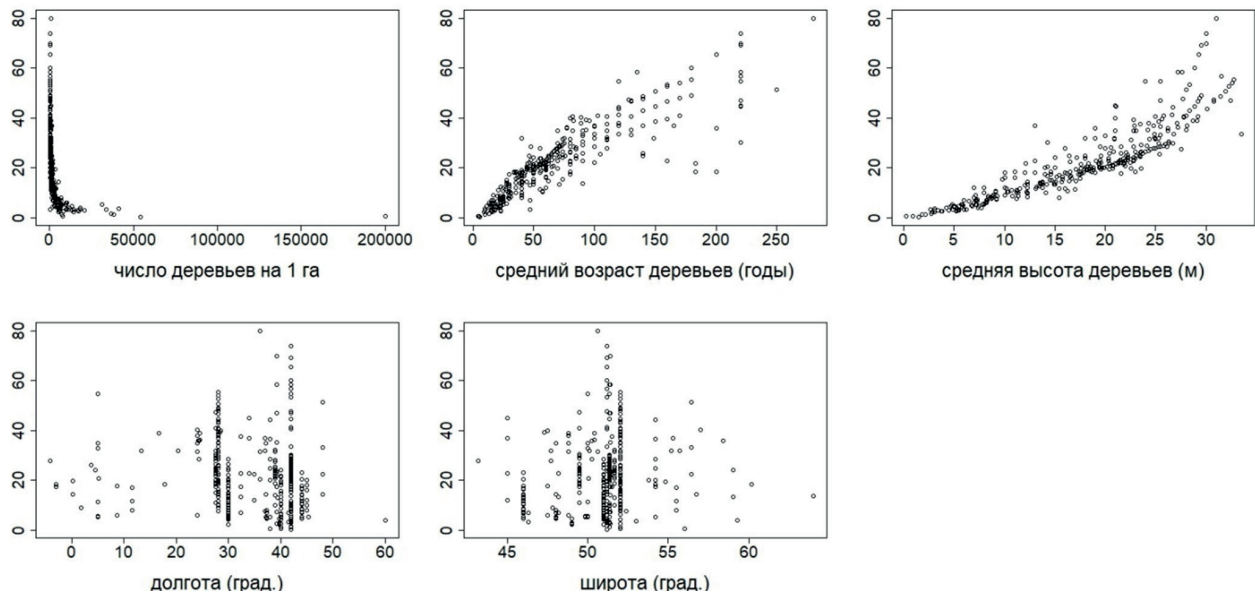


Рис. 2 / Fig. 2. Диаграммы рассеяния, где по Oy отложен диаметр ствола, а по Ox другие количественные переменные / The scatter plots, where Ox represents trunk diameter, Oy represents other quantity variables

Источник: составлено авторами

Отчётливо прослеживается связь между диаметром ствола, возрастом и высотой деревьев, а также, возможно, числом деревьев на гектар. Мы смоделировали такие зависимости, используя *LM* регрессию, однако полученные модели не отвечают предъявляемым требованиям, в т. ч. требованию нормального распределения остатков, поэтому обратим внимание на непараметрические методы.

На рисунках 1 и 3 отчётливо видно, что диаметр ствола дубов преимущественно не превышает 30 см, бóльшие значения диа-

метра встречаются реже. Попробуем понять, что же влияет на вероятность превышения порогового показателя в 30 см, для чего используем *GLM*.

ПОДГОНКА И ПРОВЕРКА МОДЕЛЕЙ

Добавим в таблицу данных d колонку с новой бинарной переменной dbh , кодирующей диаметр ствола меньше (обозначено как 0) и больше (1) 30 см:

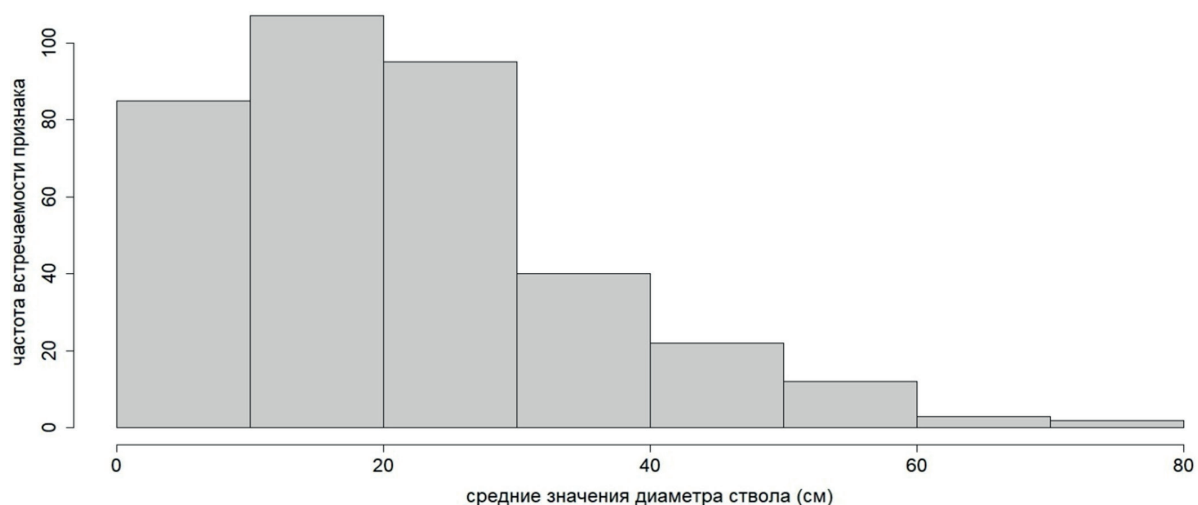


Рис. 3 / Fig. 3. Гистограмма средних значений диаметра ствола дуба / The histogram of average Oak trunk diameter

Источник: составлено авторами

```
d$dbh[d$DBH < 30] <- 0
d$dbh[d$DBH > 30] <- 1
```

Бинарная переменная *dbh* будет зависимой, тогда как другие переменные – независимыми предикторами (регрессорами).

После проверки данных можно переходить к третьему этапу протокола [22], а именно подгонке и проверке модели.

При подгонке регрессионных моделей можно создать:

- насыщенную модель, включающую все возможные предикторы;
- предполагаемую модель, которая содержит наиболее вероятные предикторы;
- нулевую модель, которая не содержит предикторов.

Подогнать насыщенную модель со всеми предикторами мы не можем, поскольку

столкнулись с проблемой мультиколлинеарности. Поэтому для начала построим 3 модели с некоррелирующими переменными. Для этого воспользуемся функцией *glm()* и создадим модель *d1*, где моделируется переменная *dbh*, справа от знака \sim независимые предикторы, а именно средний возраст деревьев, широта, долгота и экорегион. Источник данных – таблица *d*, распределение биномиальное, а *logit* – связующая функция.

Код в *R* для модели *d1* выглядит следующим образом:

```
d1 <- glm(dbh ~ Tree_age + Latitude
+ Longitude + Ecoregion, data = d,
family = binomial(link = "logit"))
```

Подробную информацию о модели можно получить с использованием функции *summary(d1)*.

```
Coefficients:
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  4.073e+00  2.218e+03  0.002  0.9985
Tree_age      6.806e-02  9.271e-03  7.341  2.12e-13 ***
Latitude     -5.137e-01  2.110e-01 -2.435  0.0149 *
Longitude    -7.435e-02  8.388e-02 -0.886  0.3754
Ecoregion80405  1.842e+01  2.218e+03  0.008  0.9934
Ecoregion80406 -7.260e+00  4.536e+03 -0.002  0.9987
Ecoregion80409  5.416e-01  3.570e+03  0.000  0.9999
Ecoregion80412  1.770e+01  2.218e+03  0.008  0.9936
Ecoregion80416  1.055e+01  2.218e+03  0.005  0.9962
Ecoregion80419  1.803e+01  2.218e+03  0.008  0.9935
Ecoregion80421  1.557e+00  3.569e+03  0.000  0.9997
Ecoregion80431  3.327e+01  4.536e+03  0.007  0.9941
Ecoregion80436  2.104e+01  2.218e+03  0.009  0.9924
Ecoregion80445  1.630e+01  2.218e+03  0.007  0.9941
Ecoregion80504  2.006e+01  2.218e+03  0.009  0.9928
Ecoregion80608  6.717e+00  2.874e+03  0.002  0.9981
Ecoregion80611  1.226e+01  4.536e+03  0.003  0.9978
Ecoregion80814  1.639e+01  2.218e+03  0.007  0.9941
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 381.81  on 365  degrees of freedom
Residual deviance: 136.67  on 348  degrees of freedom
AIC: 172.67

Number of Fisher Scoring iterations: 16
```

Колонка *Coefficients* содержит список независимых переменных, и поскольку предиктор *Ecoregion* мы задали как факторную переменную, то выведен полный список природных регионов. Колонка *Estimate* – это β -коэффициенты или параметры модели, *Std.Error* – стандартные ошибки.

Колонка *z value* содержит результат теста Вальда о достоверности отличий коэффициентов от 0, предполагая, что нулевая гипотеза $H_0: \beta_j = 0$; альтернативная гипотеза $H_a: \beta_j \neq 0$. Тест Вальда рассчитывается по формуле: $Estimate/Std.Error$, статистическую значимость теста Вальда показывает $Pr(>|z|)$; если *p*-значение $< 0,05$ мы отверга-

ем нулевую гипотезу и принимаем альтернативную о значимости предиктора. Чем меньше значения стандартной ошибки, и чем больше z value, тем лучше, что полезно при сравнении моделей. Как видим, в модели $d1$ $Pr(>|z|) < 0,05$ для коэффициентов *Tree_age* и *Latitude*.

Уделим внимание и такому важному показателю как разница девиансов. Единица девианса – это разница между переменной y и её значением, предсказанным моделью, т. н. остатки. Значения *Null deviance* показывают остатки «нулевой» модели без предикторов, а *Residual deviance* – модели с предикторами. По этой причине, чем меньше *Residual deviance* по сравнению с *Null deviance*, тем лучше [6; 10]. Разницу девиансов можно рассчитать по формуле:

$$D = 1 - \frac{\text{Residual deviance}}{\text{Null deviance}} \quad (4)$$

Для модели $d1$ этот показатель составил 0,64, что неплохо. Считается, что модель можно принимать во внимание если разница девиансов более 0,4, если же она превышает 0,75, то модель весьма удачна. Посмотрим и на информационный критерий Акаике (*AIC*), который разработан для сравнения моделей: чем меньше значения *AIC*, тем лучше [3; 5].

Поскольку предикторы *Ecoregion* и *Longitude* не значимы, построим сокращенную модель $d2$ с двумя предикторами:

```
d2 <- glm(dbh ~ Tree_age + Latitude,
data = d, family=binomial(link="logit"))
summary(d2)
```

```
Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  0.292554    4.574202   0.064   0.949
Tree_age     0.060529    0.007262   8.335  <2e-16 ***
Latitude    -0.125560    0.092093  -1.363   0.173
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 381.81  on 365  degrees of freedom
Residual deviance: 168.32  on 363  degrees of freedom
AIC: 174.32

Number of Fisher Scoring iterations: 6
```

Предиктор *Tree_age* статистически значим, $Pr(>|z|) > 0,05$, в сравнении с моделью $d1$ стандартная ошибка уменьшилась с 0,009 до 0,007, показатель z увеличился с 7,34 до 8,33; разница девиансов составила 0,55, *AIC* незначительно увеличился. Главный недостаток модели $d2$ – меньшая разница девиансов. Мы получили т. н.

«вложенные» модели, поскольку модель $d2$ это модель $d1$ с сокращённым числом предикторов. Необходимо понять, есть ли достоверные различия между вложенными моделями, для чего оценивается достоверность различий между девиансами с помощью теста хи-квадрат, функция *anova()*. $anova(d1, d2, test = 'Chisq')$

```
Analysis of Deviance Table

Model 1: dbh ~ Tree_age + Latitude + Longitude + Ecoregion
Model 2: dbh ~ Tree_age + Latitude
  Resid. Df Resid. Dev  Df Deviance Pr(>Chi)
1       348      136.66
2       363      168.32 -15  -31.651 0.007181 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Значения $Pr(>Chi) < 0,05$, следовательно, модель $d2$ объясняет данные хуже, чем $d1$. Функция $anova2()$ из пакета *glmtoolbox*⁸ использует другие алгоритмы и полезна при сравнении моделей. Для анализа вложенных моделей со многими предикторами можно использовать специальные функции, например $stepCriterion()$ из пакета *glmtoolbox*. При использовании этой команды на основе различных критериев и тестов будет выбрана лучшая модель.

Понять, какие предикторы действительно значимы можно, если построить модели с каждым из них. Сведём результаты подгонки моделей с каждым из предикторов в таблицу 1.

Таблица 1 / Table 1

Результаты моделирования влияния переменных / Results of simulating variables influence

Предиктор	$Pr(> z)$	Разница девиансов	Информационный критерий Акаике AIC
Tree_age	***	0.55	174.34
Tree_number	***	0.52	182.75
Height	***	0.53	183.65
Longitude	**	0.02	378.14
Latitude	·	0.01	382.79
Ecoregion	·	0.10	331.31

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,0001$; · $p > 0,05$

Источник: составлено авторами

Статистически значимы предикторы *Tree_age*, *Tree_number*, *Height* а также *Longitude*, хотя разница девиансов для последней переменной не велика.

```
Likelihood-ratio test

Model 1 : dbh ~ Tree_age + Latitude + Longitude + Ecoregion
Model 2 : dbh ~ Tree_age

          Chi    df Pr(Chisq>)
1 vs 2 -33.674   0          1
```

Их трёх моделей $d1$, $d2$ и $d3$ выберем наиболее простую модель $d3$.

⁸ Vanegas L., Rondyn L., Paula G. *glmtoolbox*: Set of Tools to Data Analysis using Generalized Linear Models. R package version 01.10.2004: [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/3R8pwW> (дата обращения: 03.03.2025).

Как показали результаты предварительных тестов, между предикторами *Tree_age*, *Tree_number* и *Height* установлена сильная корреляция. Для оценки мультиколлинеарности в *LM* и *GLM* разработана специальная функция $vif()$ (*Variance Inflation Factor*) из пакета *car*. Аналогичный результат покажет функция $gvif()$ из пакета *glmtoolbox*, поскольку для *GLM* рассчитывается *GVIF* (*generalized variance-inflation factors*). Применительно к модели $d1$ мы получим следующий результат:

```
> vif(d1)
              GVIF Df GVIF^(1/(2*Df))
Tree_age    1.639226  1    1.280322
Latitude    4.172914  1    2.042771
Longitude  11.221700  1    3.349881
Ecoregion  61.568452 14    1.158526
```

Считается, что показатель $GVIF \geq 10$ показывает значительную мультиколлинеарность, но проблема мультиколлинеарности существует уже при показателях 3 [15]. Мы можем видеть, что *VIF* превышает 3 для переменных *Ecoregion*, *Latitude* и *Longitude*, что вполне объяснимо.

Результаты сравнения с использованием дисперсионного анализа показали, что сокращенная модель $d3$ с одним предиктором *Tree_age* объясняет наши данные так же хорошо, как и модель $d2$ с независимыми переменными *Tree_age* и *Latitude*. Для краткости изложения код $d3$ мы приводить не стали. Использование функции $anova2(d1, d3, test='lr')$ с тестом отношения правдоподобия для сравнения моделей $d1$ и $d3$ показало отсутствие между ними достоверных различий, поскольку $Pr(Chisq) > 0,05$

Смоделируем влияние других значимых переменных.

```
d4 <- glm(dbh ~ Tree_number + Latitude,
data = d, family=binomial(link="logit"))
summary(d4)
```

```

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) 16.877362    5.222938   3.231 0.00123 **
Tree number -0.009044    0.001221  -7.409 1.28e-13 ***
Latitude    -0.254273    0.096789  -2.627 0.00861 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 373.24 on 358 degrees of freedom
Residual deviance: 171.61 on 356 degrees of freedom
(7 пропущенных наблюдений удалены)
AIC: 177.61

Number of Fisher Scoring iterations: 11

```

Коэффициенты значимы, разница девиансов – 0,54, поэтому модель *d4* можно принять во внимание.

Модель *d5* содержит лишь один значимый предиктор:

d5 <- glm(dbh ~ Height, data = d, family=binomial(link="logit"))

```

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -11.46780    1.39362  -8.229 < 2e-16 ***
Height       0.47061    0.05908   7.965 1.65e-15 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 381.32 on 364 degrees of freedom
Residual deviance: 179.65 on 363 degrees of freedom
(1 пропущенное наблюдение удалено)
AIC: 183.65

Number of Fisher Scoring iterations: 7

```

Разница девиансов модели *d5* составила 0,53.

Таким образом, мы выбрали 3 модели с 4 значимыми предикторами:

1. модель *d3* с предиктором *Tree_age*,
2. модель *d4* с предикторами *Tree_number* и *Latitude*
3. модель *d5* с предиктором *Height*.

Интерпретация полученных коэффициентов представляет существенный интерес для исследователя, поскольку отвечает на вопрос «что говорят полученные коэффициенты об изучаемом вопросе?» и состоит из оценки отношения между зависимой и независимой переменными и определения

единицы изменения независимой переменной [10]. Вспомним, что мы моделируем влияние независимых переменных на вероятность превышения среднего значения диаметра ствола показателя в 30 см. Для примера выберем модель *d4*, поскольку она содержит два значимых предиктора, *Tree_number* или среднее число экземпляров дуба, и *Latitude*, который измеряется в градусах широты. Выведем коэффициенты модели: *coef(d4)*

```
(Intercept) Tree_number Latitude
16.877362448 -0.009044065 -0.254273213
```

Запишем регрессионное уравнение логита (p_i):

$$\text{logit}(p_i) = 16,87 - 0,009 \times \text{Tree_number} - 0,25 \times \text{Latitude}$$

Например, для пробной площади с 800 экз. дуба, расположенной на широте 45° логит составит:

$$\text{logit}(p_{800}) = 16,87 - 0,009 \times 800 - 0,25 \times 45 = -1.58$$

а для пробной площади со 100 экз. на широте 50°:

$$\text{logit}(p_{100}) = 16,87 - 0,009 \times 100 - 0,25 \times 50 = 3.47$$

Вспомним, что *logit* — это натуральный логарифм отношения вероятностей, поэтому для нахождения вероятности используем формулу (3) и потенцируем полученные результаты с использованием функции *exp()*.

$$\text{exp}(-1.58)/(1+\text{exp}(-1.58))$$

[1] 0.1707955

$$\text{exp}(3.47)/(1+\text{exp}(3.47))$$

[1] 0.969822

Таким образом, в соответствии с моделью *d4* вероятность превышения диаметра ствола дубов средней 30 см на пробной площади с 800 экз. на широте 45° составляет 0,17 или 17%, а на пробной площади со 100 экз., хотя и расположенной на 5° севернее, уже 0,97 или 97%.

Изобразить линию регрессионной зависимости можно с помощью команды *visreg()* (*Visualization of regression functions*) из пакета *visreg* [2]. Для простоты используем

модель *d5* с одной независимой переменной:

$$\text{visreg}(d5, \text{ylim} = c(0,1), \text{scale} = 'response')$$

Аргумент *scale='response'* добавляется в код *glm*-моделей для построения функции в масштабе ответа, для бинарных данных это значения вероятностей от 0 до 1. На рисунке 4 изображена функция связи между зависимой и независимой (средним значением высоты дубов на пробной площади) переменными в границах 95%-го доверительного интервала.

Схожий график может построить команда *binreg_plot()* из пакета *vcd* [14].

Из подогнанных моделей мы выбрали модель *d4*, которую и проверим на соответствие требованиям, предъявляемым к линейным моделям. Немалое внимание уделяется остаткам модели, в т. ч. их графическому отображению [3; 6]. Разница между наблюдаемыми и вычисленными

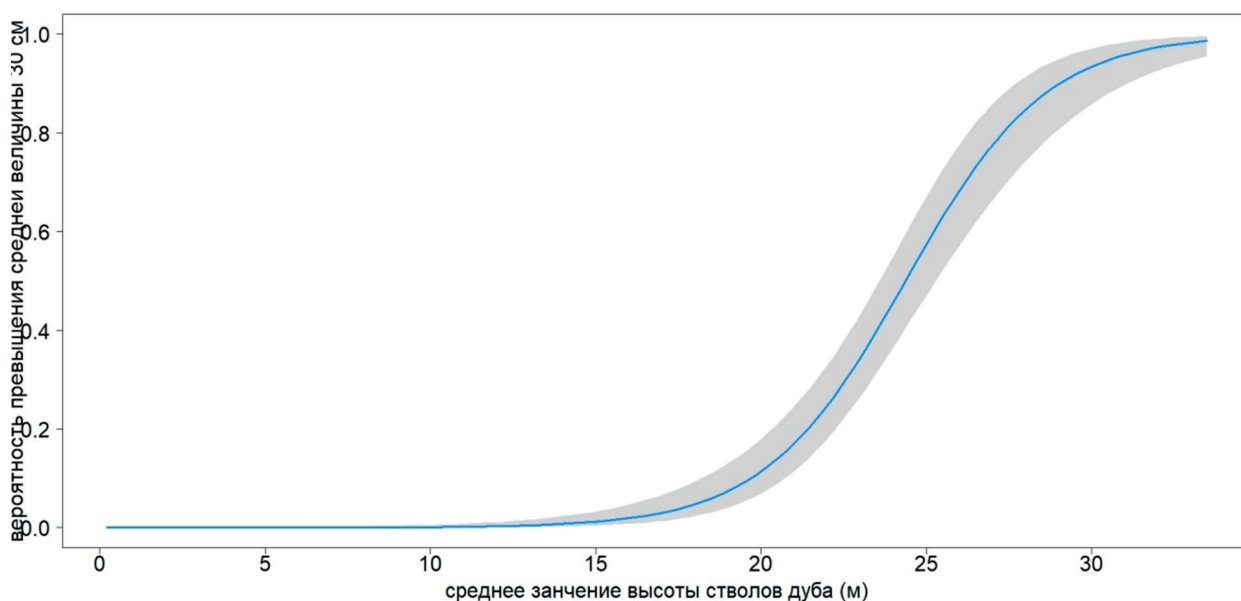


Рис. 4 / Fig. 4. Функция связи — голубая линия, серая заливка показывает доверительный интервал в 95% / Connection function is the blue line, the border of 95% confidence interval has grey color

Источник: составлено авторами

значениями зависимой переменной получили название сырых остатков (r_i), которые обычно используются при оценке *LM*, поскольку они отвечают требованиям нормальности. В *GLM* дисперсия остатков не постоянна и изменяется для разных y_i , поэтому обычно используются взвешенные значения остатков. Для бинарных моделей это т. н. квантильные остатки (r_q) [3; 7], которые рассчитываются при нахождении эквивалента стандартного отклонения для каждого ответа [6; 7]. Рассчитать r_q можно посредством команды *gresid()* из пакета *statmod* [9]. Квантильные остатки для модели *d4* отвечают требованиям нормального распределения, что подтверждает тест Колмогорова-Смирнова: *shapiro.test(gresid(d4))*, *p-value=0,1*.

Воспользуемся командой *simulateResiduals()* из пакета *DHARMA*⁹ и построим графики (рис. 5), которые содержат результаты нескольких тестов. Код программы для модели *d4*: *plot(simulateResiduals(d4))*.

Графики слева, или *Q-Q*-графики, показывают соотношение теоретически ожидаемых и расчетных значений квантильных остатков, расположение которых вдоль прямой линии подтверждает соответствие распределения нормальному. Проверка выбросов (*outliertest*) не показала значительных результатов (*p=0,10*). Тест дисперсий (*dispersiontest*) не показал значительных отклонений (*p=0,30*). Правый график демонстрирует различия между ожидаемыми и расчетными значениями квантильных остатков. Остатки должны быть распределены равномерно по квантилям, обозначенным горизонтальной штриховой линией, что подтверждают ровные сплошные линии. В противном случае линии изогнуты и выделены красным, что видно на графике для модели *d1*, которая не соответствует предъявляемым требованиям.

Принципиально иное направление проверки моделей — это оценка качества прогноза, т. е. оценка того, насколько хорошо полученная модель предсказывает значение зависимой переменной. Для этого вы-

борку разбивают на 2 части — обучающую и тестовую; первую используют для подгонки модели, а вторую — для проверки. Разбить выборку на 2 части несложно используя команду *sample.split()* из пакета *caTools*¹⁰, которая разделяет данные случайно, а таким образом, чтобы в обучающей и тестовой выборках сохранилось соотношение положительных и отрицательных ответов.

```
split<-sample.split(d, SplitRatio = 0.8)
trset = d[split, ]
testset = d[!split, ]
```

Мы разделили выборку на 2 неравные части в соотношении 0,8:0,2 (параметр *SplitRatio=0,8*). В результате мы получили 2 новые таблицы *trset* и *testset*, которые сохраняют примерное соотношение положительных и отрицательных ответов как 8:2.

```
table(trset$dbh)/sum(table(trset$dbh))
0 1
0.7852113 0.2147887
```

```
table(testset$dbh)/sum(table(testset$dbh))
0 1
0.7804878 0.2195122
```

Подгоним модель *trset5* с одной независимой переменной *Height* на обучающей выборке *trset*, аналогично модели *d5*:

```
trset5 <- glm(dbh ~ Height, data = trset,
family=binomial(link="logit"))
summary(trset5)
```

```
Call:
glm(formula = dbh ~ Height, family = binomial(link = "logit"),
data = trset)
```

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -10.96463    1.50985  -7.262 3.81e-13 ***
Height       0.44784     0.06385   7.014 2.32e-12 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)
```

```
Null deviance: 295.01 on 282 degrees of freedom
Residual deviance: 144.09 on 281 degrees of freedom
(1 пропущенное наблюдение удалено)
AIC: 148.09
```

```
Number of Fisher Scoring iterations: 7
```

Переменная *Height* значима и значения коэффициентов близки к таковым модели *d5*.

⁹ Hartig F. DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level/Mixed) Regression Models. R package version 0.4.6. 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/3R8yum> (дата обращения: 26.10.2024).

¹⁰ Tuszynski J. caTools: Moving Window Statistics, GIF, Base64, ROC AUC, etc. R package version 1.18.2. 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/3R8yuA> (дата обращения: 26.10.2024).

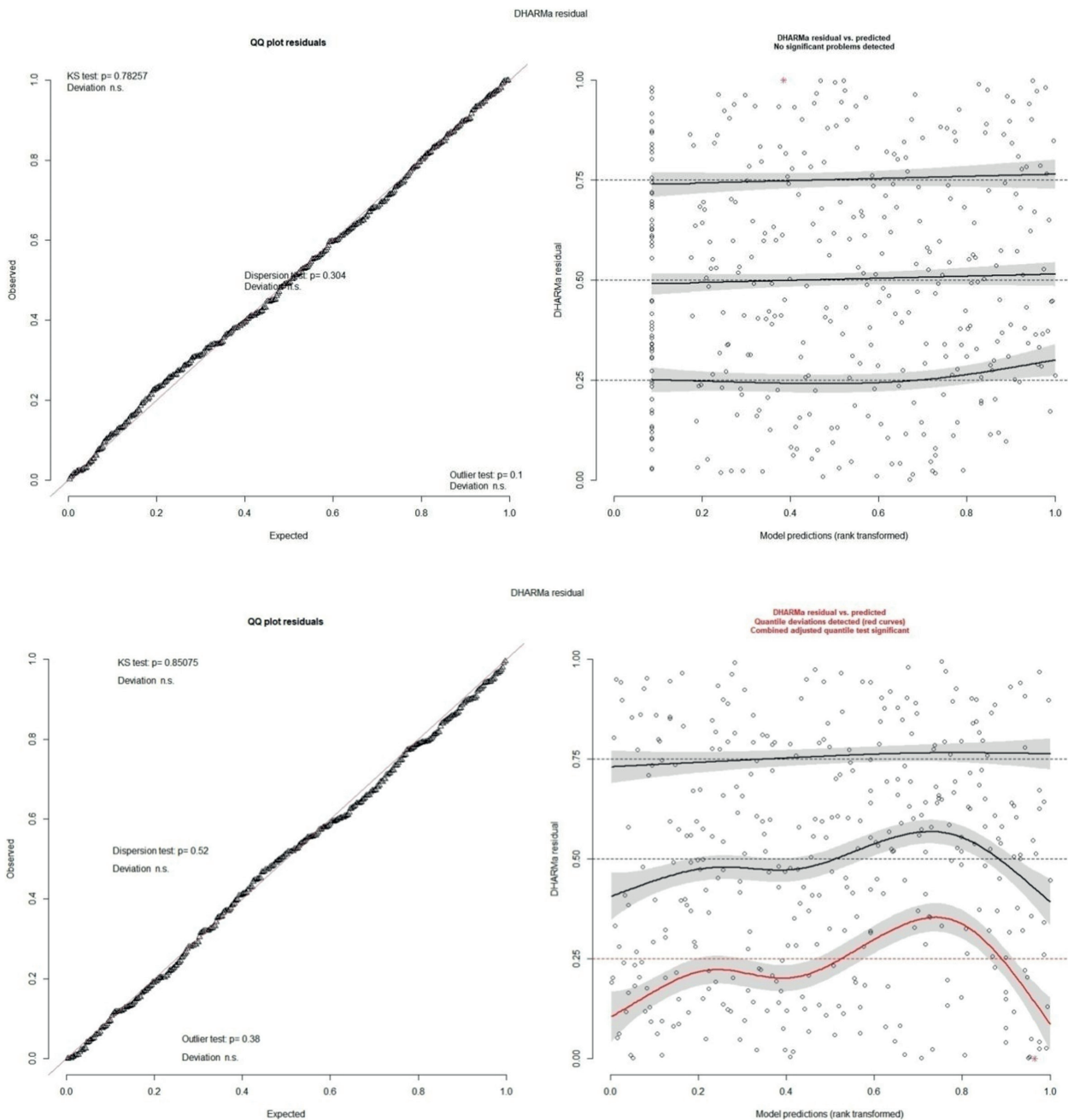


Рис. 5 / Fig. 5. Q-Q – графики и графики распределения квантильных остатков для модели d4 (вверху) и модели d1 (внизу) / Q-Q plots and quintile residuals distribution plots for model d4 (upper) and d1 (down)

Источник: составлено авторами

Проверим, насколько же хорошо модель *trset5* предскажет зависимую переменную *y* в тестовой выборке *testset*. Для этого используем команду *predict()*, которая рассчитывает результаты применения модели *trset5* к набору данных *testset*, параметр *type="response"* задаёт характерный для бинарных данных альтернативный ответ:

```
predict_result <- -predict(trset5, testset, type = 'response')
```

В результате получен числовой вектор со значениями вероятностей успешных событий *y* для каждого значения *x*. Проверим, насколько отличается число истинных и ложных ответов после применения модели *trset5* от реального соотношения ответов в наборе данных *testset*, для чего полезна функция *table()*, которая создаёт таблицу сопряжённости. Значение аргу-

мента *predict_result* определяет положительные ответы для вероятности более 0,5.

```
table(testset$dbh, predict_result > 0.5)
FALSE TRUE
0 62 2
1 7 11
```

Мы получили таблицу частот или сопряжённости, где значениям 0 и 1 в строках соответствуют истинные и ложные ответы в столбцах. В колонке *FALSE* содержатся негативные ответы, а в колонке *TRUE* – положительные.

Результаты не столь однозначны, поэтому следует оценить достоверность различий между ответами в модели *trset5* и набором данных *testset*. Для этого применяются меры согласия, самый простой из которых – оценка процента согласия, т. е. соотношения верных и неверных ответов, нередко применяется тест хи-квадрат. К сожалению, указанные методы не лишены недостатков, поскольку совпадения могут быть случайны¹¹.

Подобные случайности исключает специально разработанная мера согласия, а именно каппа Коэна или каппа-коэффициент, который оценивает согласованность результатов и рассчитывается как диагональная сумма частот в таблице сопряжённости. Значения каппы изменяются в диапазоне от -1 до +1, где 0 означает случайное совпадение, +1 – выражает полную согласованность, а -1 – полную несогласованность.

Рассчитать каппу можно с помощью команды *Kappa()* из пакета *vcd* [14].

```
t<-table(testset$dbh, predict_result > 0.5)
Kappa(t)
value ASE z Pr(>|z|)
Unweighted 0.6442 0.1075 5.99 2.093e-09
Weighted 0.6442 0.1075 5.99 2.093e-09
```

Каппа составила 0,64, что принято как хороший уровень согласованности. Ниже границы 0,4 уровень слабый, выше 0,8 – очень сильный. Приведены взвешенное *Weighted* (для порядковых переменных) и не взвешенное *Unweighted* значения, стандартные ошибки (ASE), z-статистика ($z = \text{value}/\text{ASE}$); $p < 0,05$, т. е. полученные результаты достоверны. Отметим, что при

¹¹ Бослаф С. Статистика для всех. М.: ДМК Пресс, 2017. 586 с.

повторном разделении данных на обучающую и тестовые выборки результаты могут несколько отличаться.

Для проверки качества прогноза можно использовать и графические методы, а именно ROC-кривые (*Receiver Operating Characteristic*) (рис. 6). ROC-кривые можно построить с использованием пакета *ROCR* [19], где команда *prediction()* создаёт объект с результатами прогнозирования, а команда *performance()* оценивает прогноз. Вновь оценим модель *trset5*, результаты применения которой содержит числовой вектор *predict_result*.

Код построения ROC-кривой:

```
ROCRpred5 = prediction(predict_result,
testset$dbh)
ROCRperf5 = performance(ROCRpred5,
"tpr", "fpr")
plot(ROCRperf5, colorize=TRUE, print.
cutoffs.at = seq(0,1,0.1), text.adj =
c(-0.2, 1.7))
```

При построении ROC-кривых вновь используется матрица ошибок, а кривая выражает компромисс между чувствительностью (*sensitivity*) или вероятностью предсказать положительные ответы, когда они действительно положительны и специфичностью (*specificity*) или вероятностью предсказать отрицательные результаты, когда они действительно отрицательны. Поэтому, чем выше качество модели, тем больше значения по *Oy* и меньше значения по оси *Ox*, а сама кривая ближе к точке с координатой (0;1). Модель *trset5* с предиктором *Height* предсказывает переменную *dbh* достаточно хорошо и площадь под ROC-кривой близка к площади всего графика.

Таким образом, полученные результаты показали, что вероятность превышения диаметром ствола порога в 30 см зависит от числа деревьев на площади, средних возраста, высоты и в меньшей степени от широты, на которой расположена пробная площадь. Переменная долготы и такой, казалось бы, очевидный показатель как эко-регион оказались незначимы.

АНАЛИЗ МОЩНОСТИ

При проведении научного исследования следует определиться с минимальным

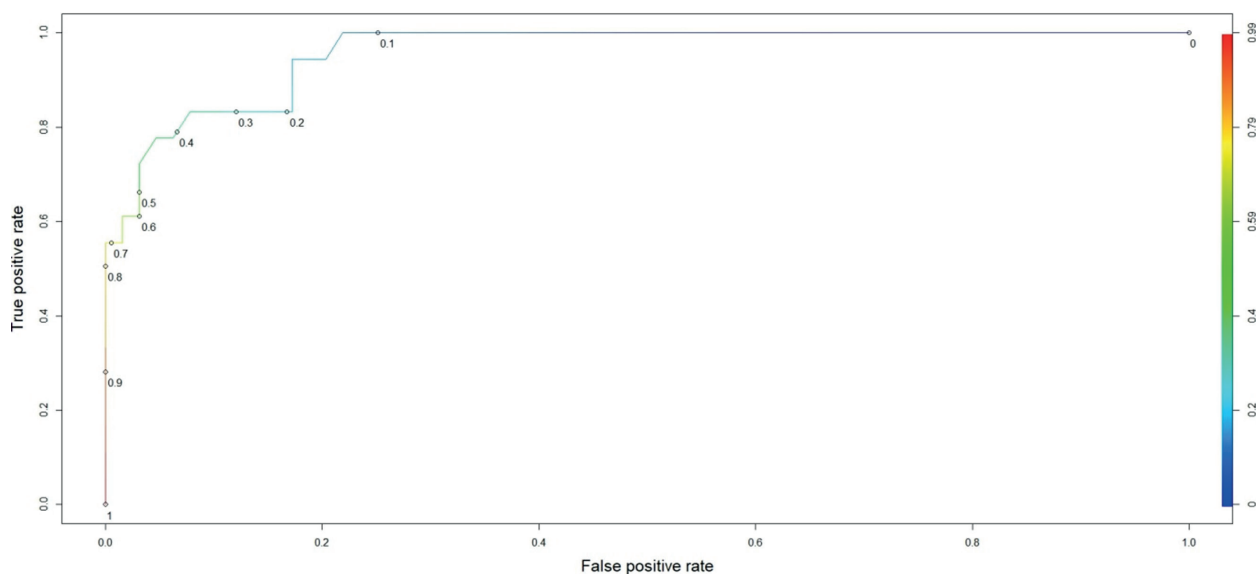


Рис. 6 / Fig. 6. ROC-кривая для модели trset5 / ROC-curve for trset5 model

Источник: составлено авторами

объёмом данных, необходимым для корректного результата. Авторы не всегда уделяют внимание этому вопросу, между тем недостаточная выборка не позволит сделать достоверный статистический вывод, тогда как получение излишних данных нередко связано со значительными затратами ресурсов. Это особенно актуально для экологических исследований и сбора материала в поле.

Размер выборки тесно связан с таким понятием, как мощность. Мощность – это вероятность не совершить статистическую ошибку II рода (β), приняв нулевую гипотезу при верной альтернативной. Обычно исследователи оценивают только вероятность ошибки I рода (α), когда отвергается верная нулевая гипотеза. Мощность рассчитывается как $(1-\beta)$, а порог мощности принят в 80 или 90%. Если уровень значимости или α – это вероятность нахождения несуществующей закономерности, то мощность – это вероятность обнаружения существующей закономерности¹².

На мощность влияют: вероятность ошибки I рода, различия в результате между группами, размер выборки и выбранный критерий. Поэтому, задавая минимальную мощность, теоретически мож-

но определить минимальный размер выборки.

Для оценки размера выборки в R разработан пакет *pwr*, однако для GLM специальных функций не предусмотрено. В интернете можно найти коды для расчета мощности в R¹³ или же использовать онлайн-калькуляторы¹⁴, но сначала скажем пару слова о теоретической базе расчётов. В основе рассуждений лежит одновыборочный двусторонний Z-тест проверки гипотез, который оценивает, действительно ли различается частота бинарных ответов в 2 выборках (p и p_0) и учитывает объём выборки n ¹⁵ [21].

$$n = \frac{(z_{\alpha/2} + z_{\beta})^2 \times p(1-p)}{(p - p_0)^2} \quad (5)$$

Нулевая гипотеза $H_0: p = p_0$, альтернативная гипотеза $H_a: p \neq p_0$. Для нулевой гипотезы $p_0 = 0,5$, т. е. вероятность успеш-

¹² Кабаков Р. И. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R / пер. А. Киселёва. М.: ДМК Пресс. 2023. 768 с.

¹³ Calculate Sample Size Needed to Test 1 Proportion: 1-Sample, 2-Sided Equality [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/3R8zt5> (дата обращения: 12.02.2025).

¹⁴ Comparing Two Proportions – Sample Size [Электронный ресурс]. URL: <https://select-statistics.co.uk/calculators/sample-size-calculator-two-proportions/> (дата обращения: 12.02.2025).

¹⁵ Smith C., Warren M. GLMs in R for Ecology. Independently published, 2019. 79 p. URL: https://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/37478/1/14596_Smith.pdf (дата обращения: 12.02.2025).

ных и неуспешных событий одинакова, тогда как вероятность успешных событий для альтернативной гипотезы мы можем узнать лишь из собранных данных. Z -значение стандартного нормального распределения, α и β – вероятность ошибки I и II рода.

Определим среднее значение переменной dbh :

```
mean(d$dbh)
[1] 0.215847
```

Вероятность положительных ответов в нашем наборе данных $p=0,2$. Приведём код для расчета размера выборки¹, для сравнения двух выборок с $p=0,2$ и $p_0=0,5$. Уровень значимости или вероятность ошибки I рода $\alpha=0,01$ и вероятности ошибки II рода $\beta = 0,1$.

```
p=0.2
p0=0.5
alpha=0.01
beta=0.10
```

Перепишем формулу (5) на языке R и рассчитаем критическое значение для теста с заданным уровнем α и β . Z -значение задаётся с использованием команды $qnorm()$.

```
n=p*(1-p)*((qnorm(1-alpha/2)+qnorm(1-beta))/(p-p0))^2
[1] 26.45224
```

Минимальный объём выборки (n) для заданных условий составил 27 наблюдений, поэтому мы можем использовать таблицу d для подгонки GLM . При меньших различиях между p и p_0 это число увеличится.

Следует сказать несколько слов об оформлении полученных материалов. Для простоты понимания мы приводим данные в том виде, в котором они изображены в R , однако это вряд ли удобно для публикации.

При выведении результатов целесообразно использовать специальные команды, например $stargazer()$ из одноимённого пакета¹⁶. Функция $stargazer(model, type='text')$ выводит параметры модели в формате $ASCII$; $type = 'html'$ в виде кода $html$.

Код и результат его выполнения для модели $d4$:

```
stargazer(d4, type = 'text').
```

<i>Dependent variable:</i>	
	dbh
Tree_number	-0.009*** (0.001)
Latitude	-0.254*** (0.097)
Constant	16.877*** (5.223)
Observations	359
LogLikelihood	-85.804
AkaikeInf. Crit.	177.609

Note: * $p<0.1$; ** $p<0.05$; *** $p<0.01$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате моделирования переменной dbh мы получили несколько моделей, в т. ч. наиболее качественную модель $d2$. Наш анализ показал, работа с GLM имеет свои особенности, отличные от LM это использование разницы девиансов и квантильных остатков в оценке качества модели, использование непараметрических тестов в сравнении вложенных моделей, потенцирования параметров модели. Все команды, использованные в моделировании переменной dbh , сведены в таблице 2.

Мы рассмотрели лишь некоторые команды и пакеты, обзор всех возможных функций для работы с логистическими моделями выходит за рамки нашей работы.

Принципиальная схема анализа данных приведена в работе Р. И. Кабакова¹⁷; исследователи часто используют протокол, предложенный в работе «*A Protocol for data exploration to avoid common statistical problems*» [22], мы же уточнили этот весьма общий алгоритм применительно к логистической регрессии (рис. 7) и добавили

¹⁶ Hlavac M. stargazer: Well-Formatted Regression and Summary Statistics Tables. R package version 5.2.3. 2022. <https://CRAN.R-project.org/package=stargazer>.

¹⁷ Кабаков Р. И. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R. М.: ДМК Пресс. 2023. 768 с.

Таблица 2 / Table 2

Использованные на разных этапах моделирования переменной *dbh* команды и пакеты R /
Functions and packages R were used for different steps of *dbh* variable modeling

Этапы исследования		Команды	Пакеты
Получение данных	Анализ мощности	Код с использованием функции <code>qnorm()</code>	ядро R
Исследование данных	Определение выбросов	<code>boxplot()</code>	ядроR
	Проверка нормальности распределения	<code>shapiro.test()</code>	ядро R
		<code>lillie.test()</code>	nortest
	Оценка мультиколлинеарности	<code>cor.test()</code> , <code>plot()</code>	ядро R
<code>vif()</code>		car	
Подгонка и проверка модели	Подгонка модели	<code>glm(y~x, family=binomial(link="logit"))</code>	ядро R
	Оценка достоверности различий вложенных моделей	<code>anova(model1, model2, test = "Chisq")</code>	ядро R
		<code>anova2()</code>	glmtoolbox
	Потенцирование параметров модели	<code>exp()</code>	ядро R
		<code>parameters()</code>	parameters
	Построение линии регрессии	<code>visreg()</code>	visreg
		<code>binreg_plot()</code>	vcd
Получение квантильных остатков	<code>qresid()</code>	statmod	
Построение графика распределения квантильных остатков	<code>simulateResiduals()</code>	DHARMA	
Оценка прогностической способности модели	Расщепление выборки	<code>split()</code>	caTools
	Расчёт результатов применения модели	<code>predict()</code>	ядро R
	Построение таблиц сопряжённости	<code>test()</code>	ядро R
	Расчет Каппа-коэффициента	<code>Kappa()</code>	vcd
	Создание объекта с результатами прогноза для построения ROC-кривых	<code>prediction()</code>	ROCR
	Оценка прогноза	<code>performance()</code>	ROCR
	Построение ROC-кривых	<code>plot()</code>	ядро R

Источник: составлено авторами

некоторые важные этапы. Наш вариант включает 10 этапов, ошибка на каждом из них может привести к неверному результату. Однако ошибки в расчётах можно исправить, важно понять, какие этапы имеют принципиальное значение.

Во-первых, исследователь может неверно выбрать независимые переменные и впоследствии получить модели, где все предикторы будут незначимы. Такой результат всё равно может представлять интерес и заслуживать публикации, однако авторы всё же стремятся получить значимые результаты. Дать простой совет здесь сложно, поскольку многое зависит от зна-

комства исследователя с темой работы и знания литературы.

Во-вторых, оценка минимального объёма данных. На этом этапе исследователь может принять неверное решение, поскольку для такой оценки необходимо знать соотношение отрицательных и положительных ответов, т.е. иметь уже собранные данные. В наших данных разница между p и p_0 значительна, поэтому объём выборки невелик, однако, чем меньше разница между p и p_0 , тем большая выборка потребуется. При значениях $p=0,4$ и $p_0=0,5$, $\alpha=0,05$ и $\beta=0,2$, мы получим $n=189$. Думаем, на эту цифру можно ориентиро-

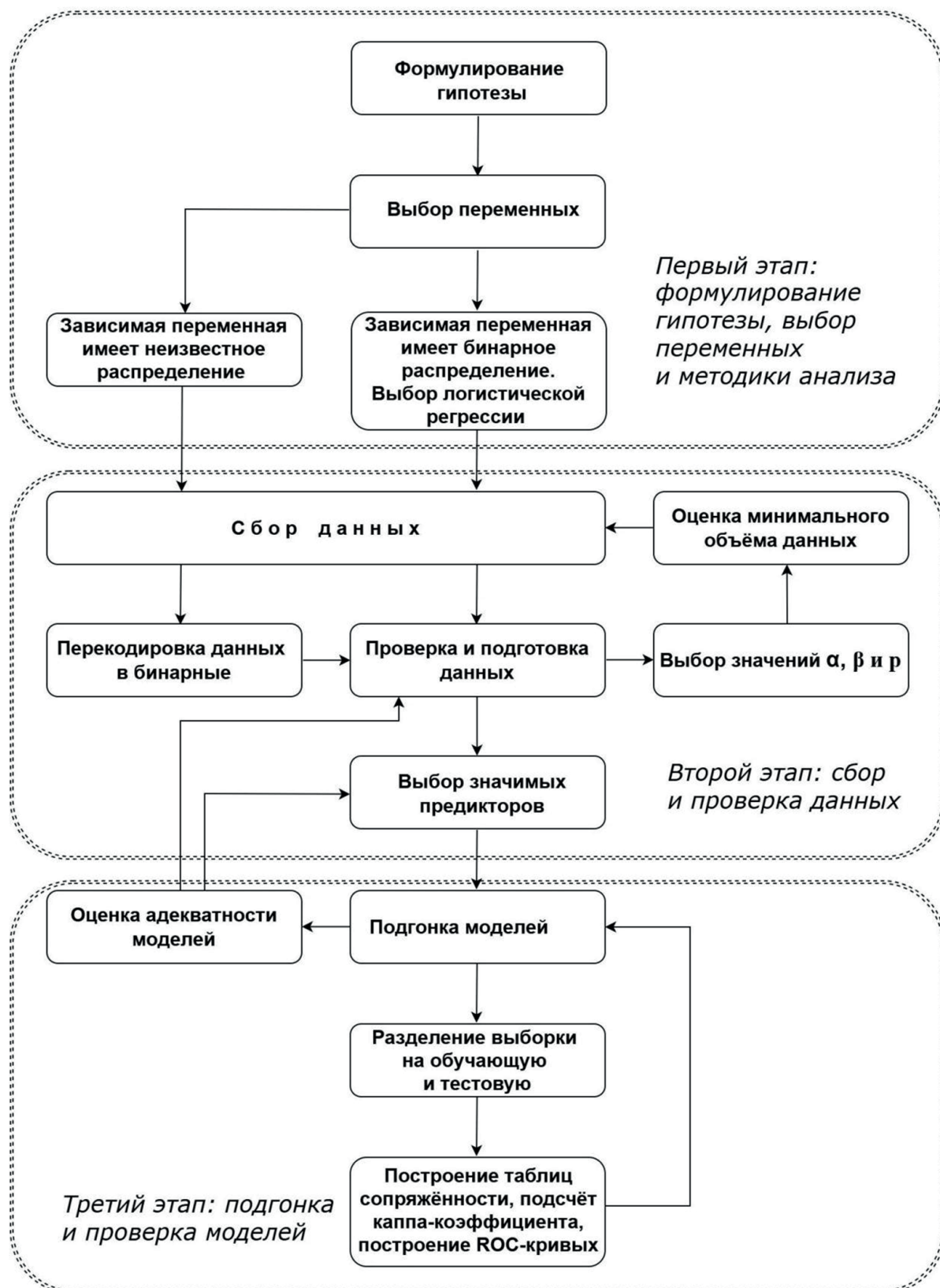


Рис. 7 / Fig. 7. Схема построения и проверки логистической модели / The algorithm of the logistic model creation and checking

Источник: составлено автором

ваться при планировании исследования. Следует учитывать и последующее разделение выборки на обучающую и тестовую, когда неизбежно происходит уменьшение объёма данных, что целесообразно предусмотреть заранее.

В-третьих, очень ответственный этап до начала подгонки моделей – это проверка и подготовка данных, поскольку от него зависит не только конечный результат, но и расчёт значений p . Неслучайно именно проверка данных отнимает столько времени и сил [3; 22]. На этом этапе существенной может оказаться проблема выбросов, следует понять их причину. Это объекты со значительными показателями, как деревья с большим диаметром ствола, которых обычно немного, либо же ошибки в сборе материала¹⁸. Решение об удалении выбросов зависит от исследователя и носит субъективный характер, которое, однако, существенно влияет на дальнейшую работу.

В-четвёртых, это разделение выборки на обучающую и тестовую части, поскольку результаты каждый раз могут отличаться, особенно если объём данных не очень велик.

Наконец, предложенный нами алгоритм анализа однозначно подтверждает известный принцип: первоначально следует выбрать цель исследования и сформулировать гипотезу, а затем уже приступать к сбору материала. В нашем примере мы использовали готовые данные, однако если бы мы планировали исследование с нуля, то важнейший вопрос, на который должен ответить исследователь – какие именно данные собирать? Зачастую исследователи наудачу собирают материал и лишь впоследствии пытаются понять, что же с ним делать. В экологических работах это случается нередко, поскольку полевые работы кажутся не только более важными, но и наиболее интересными, особенно для молодых исследователей. Конечно, это неверный путь, ведь данных может не хватить, либо выбранные предикторы будут не значимы.

¹⁸ Smith C., Warren M. GLMs in R for Ecology [Электронный ресурс]. URL: https://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/37478/1/14596_Smith.pdf. (дата обращения: 12.02.2025).

Надеемся, что предложенный нами алгоритм упростит применение логистических моделей в научной работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Замятина Н. Ю., Котов Е. А., Гончаров Р. В., Бурцева Е. А., Гребенец В. И., Медведков А. А., Молодцова В. А., Ключева В. П., Кульчицкий Ю. В., Миронова Б. А., Никитин Б. В., Пилясов А. Н., Поляченко А. Е., Потураева А. В., Стрелецкий Д. А., Шамало И. А. Оценка потенциала жизнестойкости городов Российской Арктики // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2022. № 5. С. 52-65.
2. Breheny P., Burchett W. Visualization of Regression Models Using visreg // The R Journal. 2017. Vol. 9. P. 56–71. DOI: 10.32614/RJ-2017-046
3. Corlatti L. Regression models, fantastic beasts, and where to find them: a simple tutorial for ecologists using R // Bioinformatics and Biology Insights. 2021. Vol. 15. P. 1–19. DOI: 10.1177/11779322211051522
4. Chow S., Shao J., Wang H. Sample Size Calculations in Clinical Research. NY: Basel, 2008. 358 p
5. Collet D. Modelling Binary Data. Taylor & Francis Group, 2003. 408 p.
6. Dunn P. K., Smyth G. K. Generalized Linear Models with Examples in R // Springer Texts in Statistics. 2018. 562 p. DOI: 10.1007/978-1-4419-0118-7_4
7. Dunn P K., Smyth G K. Randomized quantile residuals // Journal of Computational and Graphical Statistics. 1996. Vol. 5. P. 236–244. DOI: 10.2307/1390802
8. Fox J., Weisberg S. An R Companion to Applied Regression. Sage, 2019. 608 p.
9. Hosmer D. W., Lemeshow Jr. S., Sturdivant R. X. Applied Logistic Regression. Canada: Wiley, 2013. 528 p.
10. Jakaitiene A. Nonlinear Regression Models // Encyclopedia of bioinformatics and computational biology. 2019. Vol. 1. P. 731–737. DOI: 10.1016/B978-0-12-809633-8.20361-0
11. Jørgensen B. Generalized Linear Models // Encycpedialo of Environmetrics / A. H. El-Shaarawi, W. W. Piegorisch, eds. Chichester: Wiley. 2013. P. 1152–1159.
12. Giner G., Smyth G. K. statmod: probability calculations for the inverse Gaussian distribution // The R Journal. 2016. Vol. 8. P. 339–351. DOI: 10.32614/RJ-2016-024
13. Logan M. Biostatistical Design and Analysis Using R. A Practical Guide. Wiley-Blackwell, 2010. 546 p.

14. Meyer D., Zeileis A., Hornik K. The Strucplot Framework: Visualizing Multi-Way Contingency Tables with vcd. // *Journal of Statistical Software*. 2006. Vol. 17. P. 1–48. DOI: 10.18637/jss.v017.i03
15. O'Brien R. M. A Caution Regarding Rules of Thumb for Variance Inflation Factors // *Qual Quant*. 2007. Vol 41. P 673–690. DOI: 10.1007/s11135-006-9018-6
16. Olson D. M. et al. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth // *BioScience*. 2001. Vol. 51. No. 11. P. 933–938. DOI: 10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2
17. Schepaschenko D., Shvidenko A., Usoltsev V., Lakyda P., et al. A database of forest biomass structure for Eurasia // *Scientific Data*. 2017. DOI: 10.1594/PANGAEA.871491
18. Schmettow M. *New Statistics for Design Researchers: A Bayesian Workflow in Tidy R*. Springer Nature, 2021. 471 p.
19. Sing T., Sander O., Beerenwinkel N., Lengauer T. ROCr: visualizing classifier performance in R // *Bioinformatics*. 2005. Vol. 21. P. 7881. DOI: 10.1093/bioinformatics/bti623
20. Zakharov K., Mizgajski A. Socioeconomic and political settings for the land development decreasing urban green. Inside view from Moscow // *Land Use Policy*. 2024. Vol. 141. P. 107153. DOI: 10.1016/j.landusepol.2024.107153
21. Zhang Wenjun. SampSizeCal: The platform-independent computational tool for sample sizes in the paradigm of new statistics // *Network Biology*. 2024. Vol. 14. P. 100–155.
22. Zuur A. F., Ieno E. N., Elphick C. S. A Protocol for data exploration to avoid common statistical problems // *Methods in ecology and evolution*. 2010. Vol. 1. P. 3–14. DOI: 10.1111/j.2041-210X.2009.00001.x
3. Corlatti L. Regression models, fantastic beasts, and where to find them: a simple tutorial for ecologists using R. In: *Bioinformatics and Biology Insights*, 2021, vol. 15, pp. 1–19. DOI: 10.1177/11779322211051522
4. Chow S., Shao J., Wang H. *Sample Size Calculations in Clinical Research*. NY: Basel, 2008. 358 p.
5. Collet D. *Modelling Binary Data*. Taylor & Francis Group, 2003. 408 p.
6. Dunn P. K., Smyth G. K. Generalized Linear Models with Examples in R. In: *Springer Texts in Statistics*, 2018. 562 p. DOI: 10.1007/978-1-4419-0118-7_4
7. Dunn P K., Smyth G K. Randomized quantile residuals. In: *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 1996, vol. 5, pp. 236–244. DOI: 10.2307/1390802
8. Fox J., Weisberg S. *An R Companion to Applied Regression*. Sage, 2019. 608 p.
9. Hosmer D. W., Lemeshow Jr. S., Sturdivant R. X. *Applied Logistic Regression*. Canada: Wiley, 2013. 528 p.
10. Jakaitiene A. Nonlinear Regression Models. In: *Encyclopedia of bioinformatics and computational biology*, 2019, vol. 1, pp. 731–737. DOI: 10.1016/B978-0-12-809633-8.20361-0
11. Jørgensen B. Generalized Linear Models. In: El-Shaarawi A. H., Piegorsch W. W., eds. *Encyclopedia of Environmetrics*. Chichester: Wiley, 2013. P. 1152–1159.
12. Giner G., Smyth G. K. statmod: probability calculations for the inverse Gaussian distribution. In: *The R Journal*, 2016, vol. 8, pp. 339–351. DOI: 10.32614/RJ-2016-024
13. Logan M. *Biostatistical Design and Analysis Using R. A Practical Guide*. Wiley-Blackwell, 2010. 546 p.
14. Meyer D., Zeileis A., Hornik K. The Strucplot Framework: Visualizing Multi-Way Contingency Tables with vcd. In: *Journal of Statistical Software*, 2006, vol. 17, pp. 1–48. DOI: 10.18637/jss.v017.i03
15. O'Brien R. M. A Caution Regarding Rules of Thumb for Variance Inflation Factors. In: *Qual Quant*, 2007, vol 41, pp. 673–690. DOI: 10.1007/s11135-006-9018-6
16. Olson D. M. et al. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. In: *BioScience*, 2001, vol. 51, no. 11, pp. 933–938. DOI: 10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2
17. Schepaschenko D., Shvidenko A., Usoltsev V., Lakyda P., et al. A database of forest biomass structure for Eurasia. In: *Scientific Data*, 2017. DOI: 10.1594/PANGAEA.871491

REFERENCES

1. Zamyatina N. Yu., Kotov E. A., Goncharov R. V., Burceva A.V., Grebenets V.I., Medvedkov A.A., Molodtsova V.A., Klyueva V.P., Kulchitskii Yu. V., Mironova B.A., Nikitin B.V., Pilyasov A.N., Polyachenko A.E., Poturaeva A.V., Streletskii D.A., Shamalo I.A.. [Resilience potential of the Russian Arctic cities]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 2022, no. 5, pp. 52–65.
2. Breheny P., Burchett W. Visualization of Regression Models Using visreg. In: *The R Journal*, 2017, vol. 9, pp. 56–71. DOI: 10.32614/RJ-2017-046

18. Schmettow M. *New Statistics for Design Researchers: A Bayesian Workflow in Tidy R*. Springer Nature, 2021. 471 p.
19. Sing T., Sander O., Beerenwinkel N., Lengauer T. ROCr: visualizing classifier performance in R. In: *Bioinformatics*, 2005, vol. 21, p. 7881. DOI: 10.1093/bioinformatics/bti623
20. Zakharov K., Mizgajski A. Socioeconomic and political settings for the land development decreasing urban green. Inside view from Moscow. In: *Land Use Policy*, 2024, vol. 141, pp. 107153. DOI: 10.1016/j.landusepol.2024.107153
21. Zhang Wenjun. SampSizeCal: The platform-independent computational tool for sample sizes in the paradigm of new statistics. In: *Network Biology*, 2024, vol. 14, pp. 100–155.
22. Zuur A. F., Ieno E. N., Elphick C. S. A Protocol for data exploration to avoid common statistical problems. In: *Methods in ecology and evolution*, 2010, vol. 1, pp. 3–14. DOI: 10.1111/j.2041-210X.2009.00001.x

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Захаров Константин Валентинович (г. Москва) – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии, экологии и охраны природы имени А. Г. Банникова факультета биотехнологии и экологии Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина;
e-mail: k.v.zaharov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1620-3895

Коновалов Александр Михайлович (г. Москва) – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой зоологии, экологии и охраны природы имени А. Г. Банникова факультета биотехнологии и экологии Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина;
e-mail: zoolog82@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4050-0259

Ломсков Михаил Александрович (г. Москва) – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии, экологии и охраны природы имени А. Г. Банникова факультета биотехнологии и экологии Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина;
e-mail: lomskovma@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6579-0048

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Konstantin V. Zakharov (Moscow) – PhD (Biology), Assoc. Prof., Department of Zoology, Ecology and Nature Protection named after A. G. Bannikov, Faculty of Biotechnology and Ecology, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin;
e-mail: k.v.zaharov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1620-3895

Alexandr M. Konovalov (Moscow) – PhD (Agricultural), Departmentally Head, Department of Zoology, Ecology, and Nature Conservation named after A. G. Bannikov, Faculty of Biotechnology and Ecology, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin;
e-mail: zoolog82@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4050-0259

Mikhail A. Lomskov (Moscow) – PhD (Biology), Assoc. Prof., Department of zoology, ecology and nature protection named after A. G. Bannikov, Faculty of Biotechnology and Ecology, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin;
e-mail: lomskovma@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6579-0048

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ / GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT AND LIVING SYSTEMS

Научный журнал издаётся Государственным университетом просвещения с 1998 г.

Цель Журнала:

• Целью журнала является создание научно-информационной площадки для обмена накопленными знаниями между специалистами из разных стран в области индикации состояния природной среды, исследования геоэкологических проблем разного масштаба, прогнозирования геосферно-биосферных изменений, анализа лучших практик в сфере охраны природы и культурных ландшафтов, и тенденций пространственного развития стран и территорий (в т.ч. с учётом экологического фактора).

Задачи:

- рассматривать теоретические и методологические разработки в сфере изучения ландшафтов, геотехнических систем, объектов живой природы и трендов экологического развития городов, стран и регионов мира;
- информировать специалистов и содействовать развитию фундаментальных и прикладных знаний в следующих областях: новые методические аспекты мониторинга природной среды и геосферно-биосферных процессов, анализ конкретных индикаторов экологических (в т.ч. медико-экологических) и эколого-экономических проблем, а также тенденций эколого-технологического развития самых разных объектов (от предприятий и отраслей до стран и крупных регионов);
- оценивать актуальные вызовы для России и её регионов с позиции наук о Земле и экологии;
- знакомить с успешным опытом решения природоохранных проблем в России и за рубежом;
- способствовать внедрению научных достижений ведущих наук об окружающей среде в производственную практику, управленческую среду и образовательный процесс;
- содействовать интеграции российских учёных в международное научное сообщество.

Журнал «Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems» включён в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и международную базу рецензируемой научной литературы (Scopus). Печатная версия журнала зарегистрирована в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Полнотекстовая версия журнала доступна в интернете на платформе Научных электронных библиотек (www.elibrary.ru, cyberleninka.ru), а также на сайте журнала (www.geocosreda.ru).

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ / GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT AND LIVING SYSTEMS

2025. № 3

Над номером работали:

Ответственный редактор Л. В. Самсонова
Литературный редактор С. Ю. Полякова
Переводчик В. А. Дворянов
Корректор А. А. Глазунова
Компьютерная вёрстка А. В. Тетерин

Адрес редакции:

105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А, стр. 1, каб. 98
тел. +7 (495) 780-09-42 (доб. 6101); сайт: www.geocosreda.ru

Формат 70x108/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Minion Pro».

Тираж 500 экз. Усл. п.л. 16,75, уч.-изд. л. 11,5.

Подписано в печать: 22.12.2025. Выход в свет: 26.12.2025. Заказ № 2025/12-34.

Отпечатано в Государственном университете просвещения
105005, г. Москва, ул. Радио, 10А