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

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT and LIVING SYSTEMS

Оценка абразионной опасности берегов юго-западного Крыма

Развитие процессов овражной эрозии в вулканических ландшафтах природного парка «Ключевской»

Особенности энергетического перехода в электроэнергетике отдельных стран мира

2022 № 3

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT and LIVING SYSTEMS

Название журнала до января 2020 г.: Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки

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).

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 Ph.D. Candidate or Doctorate Degree" (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).

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

2022 № 3

Учредитель журнала
«Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems»
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
Московский государственный областной университет

Выходит 4 раза в год

Редакционная коллегия

Главный редактор:
Медведков А. А. – канд. геогр. наук, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Зам. главного редактора:
Евдокимов М. Ю. – канд. геогр. наук, доц., Московский государственный областной университет
Ответственный секретарь:
Крылов П. М. – канд. геогр. наук, доц., Московский государственный областной университет
Члены редакционной коллегии:
Алексеев А. И. – д-р геогр. наук, проф., 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. – доктор наук, Гуджаратский университет (Пакистан);
Бакланов П. Я. – д-р геогр. наук, акад. РАН, научный руководитель Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения РАН;
Васильев Н. В. – д-р хим. наук, проф., Московский государственный областной университет;
Галацкий Л.-Д. – д-р наук, Университет Овидиус (Румыния);
Гордеев М. И. – д-р биол. наук, проф., Московский государственный областной университет;
Демин Д. В. – канд. биол. наук, ФИЦ "Пущинский научный центр биологических исследований РАН";
Емельянова Л. Г. – канд. геогр. наук, доц., Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова;
Заборцева Т. И. – д-р геогр. наук, доц., Институт географии имени 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, проф., Смоленский государственный университет;
Коничев А. С. – д-р биол. наук, проф.;
Красовская Т. М. – д-р геогр. наук, доц., 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, Московский государственный областной университет;
Мурадов П. З. – д-р биол. наук, проф., Институт микробиологии Национальной академии наук Азербайджана (Азербайджан);
Петренко Д. Б. – канд. хим. наук, Геологический институт РАН;
Рязанова Н. Е. – канд. геогр. наук, доц., 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, проф., 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, проф.;
Якуцени С. П. – канд. геол.-минерал. наук, доц., АО "Геолэкспертиза"

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

Рецензируемый научный журнал «Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems» (название журнала до января 2020 г.: Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки) – печатное издание, публикующее статьи по эколого-географической проблематике, различным аспектам регионального развития, экологическим технологиям и методикам экологической оценки территорий, актуальным тенденциям охраны природы, общебиологическим вопросам и основным направлениям "зелёной" химии.

Журнал адресован российским и зарубежным учёным, докторантам, аспирантам и всем, интересующимся достижениями естественных наук 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 включён в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), имеет полнотекстовую сетевую версию 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 сайтах Московского государственного областного университета (www.geoecosreda.ru; www.vestnik-mgou.ru).

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

Ответственность за содержание статей несут авторы. Мнение автора может не совпадать с точкой зрения редколлегии журнала. Рукописи не возвращаются.

Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems. 2022. № 3. 134 с.

© МГОУ 2022.

Адрес редакции:
105005, г. Москва, ул. Радио, д.10А, стр. 1, каб. 98
тел. +7 (495) 780-09-42 (доб. 6101)
e-mail: info@vestnik-mgou.ru
сайты: www.geoecosreda.ru; www.vestnik-mgou.ru

Founder of journal
"Geographical Environment and Living Systems"
Moscow Region State University

Issued 4 times a year

Editorial board

Editor-in-chief:
A. A. Medvedkov – Cand. Sci. (Geography), Lomonosov Moscow State University
Deputy editor-in-chief:
M. Yu. Evdokimov – Cand. Sci. (Geography), Assoc. Prof., Moscow Region State University
Executive secretary:
P. M. Krylov – Cand. Sci. (Geography), Assoc. Prof., Moscow Region State University
Members of Editorial Board:
A. I. Alekseev – Dr. Sci. (Geography), Prof., Lomonosov Moscow State University;
D. A. Areshidze – Cand. Sci. (Biology), Research Institute of Human Morphology;
M. M. Anwar – Dr. Sci., Prof., Head of the Department of Geography, Faculty of Science, University of Gujrat (Pakistan);
P. Ya. Baklanov – Dr. Sci. (Geography), Member of RAS, Pacific Geographical Institute Far-Eastern branch, RAS;
N. V. Vasil'ev – Dr. Sci. (Chemistry), Prof., Moscow Region State University;
L. D. Galatchi – Dr. Sci. (Biology), Ovidius University of Constanta (Romania);
M. I. Gordeyev – Dr. Sci. (Biology), Prof., Moscow Region State University;
D. V. Demin – Dr. Sci. (Biology), Federal Research Center 'Pushchino Scientific Center for Biological Research of the RAS';
L. G. Emalyanova– Cand. Sci. (Geography), Assoc. Prof., Lomonosov Moscow State University;
T. I. Zabortseva – Dr. Sci. (Geography), Assoc. Prof., V. B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, RAS;
K. V. Zakharov – Cand. Sci. (Biology), Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin;
A. P. Katrovskii – Dr. Sci. (Geography), Prof., Smolensk State University;
A. S. Konichev – Dr. Sci. (Biology), Prof.;
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 of the RAS;
T. V. Litvinenko – Cand. Sci. (Geography), Institute of Geography, RAS;
A. V. Moskaev – Cand. Sci. (Biology), Moscow Region State University;
P. Z. Muradov – Dr. Sci. (Biology), Prof., Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan (Azerbaijan);
D. B. Petrenko – Cand. Sci. (Chemistry), Geological Institute, RAS;
N. E. Ryazanova – Cand. Sci. (Geography), Assoc. Prof., MGIMO University of the Russian Ministry of Foreign Affairs;
D. Sava – Dr. Sci., Ovidius University of Constanta (Romania);
O. S. Sizov – Cand. Sci. (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 Institute, Tyumen Scientific Center, Siberian Branch, RAS;
Yu. V. Shumilov – Dr. Sci. (Geological and Mineralogical Sciences), Prof., Moscow Region State University;
S. P. Yakutseni – Cand. Sci. (Geological and Mineralogical Sciences), Assoc. Prof., Geolekspertiza

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

The reviewed scientific journal "Geographical Environment and Living Systems" (the title of the journal till 2020: "Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Natural Sciences") is a printed edition that publishes articles on environmental and geographical issues, various aspects of regional development, environmental technologies and methods of environmental assessment of areas, current trends in nature conservation, general biological issues and the main directions of "green" chemistry.

The journal is addressed to Russian and foreign scientists, doctoral students, postgraduate students and everyone interested in the achievements of natural sciences 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 included into the database of the Russian Science Citation Index, has a full text network version on the Internet on the platform of Scientific Electronic Library (www.elibrary.ru), and from August 2017 on the platform of the Scientific Electronic Library "CyberLeninka" (www.cyberleninka.ru), as well as at the sites of the Moscow Region State University (www.geoecosreda.ru; www.vestnik-mgou.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. The opinion of the Editorial Board does not necessarily coincide with that of the author. Manuscripts are not returned.

Geographical Environment and Living Systems. 2022. no 3. 134 p.

© Moscow Region State University, 2022.

The Editorial Board address:
10A Radio st., office 98, Moscow 105005, Russia
Phones: +7 (495) 780-09-42 (add. 6101)
e-mail: info@vestnik-mgou.ru;
sites: www.geoecosreda.ru; www.vestnik-mgou.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

Новиков А. А., Каширина Е. С., Голубева Е. И., Тикунов В. С.
Оценка абразионной опасности берегов юго-западного Крыма 6
Жаринова Н. Ю., Ямских Г. Ю., Макарчук Д. Е., Вайсброт И. А.
Морфологическая характеристика отложений левобережной террасы р. Енисей в пределах Красноярской лесостепи 24

ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОХРАНА ЛАНДШАФТОВ

Кузьмичев И. С., Медведков А. А., Скроб П. В. Развитие процессов овражной эрозии в вулканических ландшафтах природного парка «Ключевской» 44

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И БИОГЕОГРАФИЯ ЛАНДШАФТОВ

Данилов Ф. А., Преловский В. А. Териогеографическое районирование Восточного Саяна 60

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА И РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Примак Е. А., Иванова Е. А., Кадина А. Ю., Грязнова Е. А. Сравнительная оценка готовности населения к раздельному сбору отходов 74
Несмелов Н. М. Удельная водоёмкость ВВП. Итоги водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года 90

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ВЫЗОВЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

Обухов П. А. Особенности энергетического перехода в электроэнергетике отдельных стран мира 102

ИСТОРИЧЕСКАЯ И КУЛЬТУРНАЯ ГЕОГРАФИЯ

Исмаилова Е. А. Историко-культурные ресурсы Гянджа-Газахского экономико-географического района и их использование 120

CONTENTS

NATURAL PROCESSES AND DYNAMICS OF GEOSYSTEMS

A. Novikov, E. Kashirina, E. Golubeva, V. Tikunov. Assessment of the Abrasion Hazard of the Coast of the South-Western Crimea 6
N. Zharinova, G. Yamskikh, D. Makarchuk, I. Vaisbrot. Morphological Characteristics of the Yenisei River Left-Bank Terrace Deposits on the Territory of the Krasnoyarsk Forest-Steppe 24

NATURAL AND ANTHROPOGENIC PROCESSES AND LANDSCAPE PROTECTION

I. Kuzmichev, A. Medvedkov, P. Skrob. The Development of Gully Erosion Processes in Volcanic Landscapes of the Klyuchevskoy Nature Park 44

BIODIVERSITY AND BIOGEOGRAPHY OF LANDSCAPES

F. Danilov, V. Prelovsky. Theriogeographical Zoning of the Eastern Sayan. 60

ENVIRONMENTAL POLICY AND RATIONALIZATION OF NATURE MANAGEMENT

E. Primak, E. Ivanova, A. Kadina, E. Gryaznova. Comparative Assessment of the Preparedness of the Population for Separate Waste Collection 74
N. Nesmelov. Water Intensity of GDP. Results of the Water Strategy in the Russian Federation for the Period Up to 2020 90

ECONOMIC GEOGRAPHY AND CHALLENGES OF SPATIAL DEVELOPMENT

P. Obukhov. Features of Energy Transition in Electricity Power Industry of Some Countries of the Word. 102

HISTORICAL AND CULTURAL GEOGRAPHY

E. Ismayilova. Historical and Cultural Resources of the Ganja-Gazakh Economic-Geographical Region and Their Usage Expedients. 120

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

УДК 624.131.1(478.9)
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-6-23

ОЦЕНКА АБРАЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ БЕРЕГОВ ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА

Новиков А. А.[1,3], Каширина Е. С.[1,4], Голубева Е. И.[2], Тикунов В. С.[2]

[1] *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, филиал в г. Севастополе*
229001, г. Севастополь, ул. Героев Севастополя, д. 7, Российская Федерация

[2] *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова*
119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация

[3] *Институт природно-технических систем*
299011, г. Севастополь, ул. Ленина, д. 28, Российская Федерация

[4] *Севастопольский государственный университет*
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Оценка рисков, связанных с абразионными процессами побережья юго-западного Крыма на основе материалов наземных и разновременных дистанционных данных.

Процедура и методы. Анализ динамики линий уреза воды и кромки береговых уступов за период 2009–2019 гг. проведён на основе данных космических и аэрофотоснимков. Оценка физического риска потери земель осуществлена на основе данных о скорости отступания линии уреза и изрезанности береговой линии. Показатель удельного риска учитывает не только скорость развития процесса, но и ширину пляжа и протяжённость сектора.

Результаты. Представлены результаты оценки абразионной опасности юго-западного Крыма. Рассмотрена береговая зона юго-западного Крыма от м. Сарыч до м. Тюбек протяжённостью 92 км. Получены данные о гранулометрическом составе пляжевых отложений, ширине пляжа и абразионного уступа и их динамике за период 2009–2019 гг. По гранулометрическому составу преобладают пляжи, сложенные песчано-галечными отложениями (40%), меньше приходится на галечно-валунные пляжи (35%). Минимальная (менее 0,5 м) ширина пляжа характерна для абразионных берегов на участке от м. Херсонес до м. Айя, максимальная (до 110 м) – в устьевой зоне рек Кача и Бельбек. Оценка физического и удельного риска потери земель рассчитана на основании средних скоростей отступания берега, положения береговой линии (экспозиция, изрезанность), геолого-гео-

© CC BY Новиков А. А., Каширина Е. С., Голубева Е. И., Белоусов С. К., 2022.

морфологических особенностей и степени освоенности побережья. Участки со значимыми показателями (>0,1 м^2/год) физического риска абразии занимают 29% всей береговой линии г. Севастополя.

Теоретическая и/или практическая значимость. Применён дифференцированный подход к управлению прибрежной зоной с учётом степени рисков, разработкой планов территориального развития.

Ключевые слова: абразия, берег, геоэкологический риск, космоснимки, Крым

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда «Разработка концепции, технологий и сервисов атласной информационной системы нового поколения для мониторинга характеристик экологического состояния регионов и городов Европы и России» (проект № 20-47-01001).

ASSESSMENT OF THE ABRASION HAZARD OF THE COAST OF THE SOUTH-WESTERN CRIMEA

A. Novikov[1,3], E. Kashirina[1,4], E. Golubeva[2], V. Tikunov[2]

[1] *Lomonosov Moscow State University (Branch in Sevastopol)*
ul. Geroev Sevastopolya 7, Sevastopol 229001, Russian Federation

[2] *Lomonosov Moscow State University*
Leninskie gory 1, Moscow 119991, Russian Federation

[3] *Institute of Natural and Technical Systems*
ul. Lenina 28, Sevastopol 299011, Russian Federation

[4] *Sevastopol State University*
ul. Universitetskaya 33, Sevastopol 299053, Russian Federation

Abstract

Aim. We assess the risks associated with abrasion processes on the coast of the South-Western Crimea on the basis of ground-based and multi-temporal remote data.

Methodology. The dynamics of the water's edge lines and the edge of the coastal ledges for the period from 2009 to 2019 is analyzed using the data from space and aerial photographs. The physical risk of land loss is assessed on the basis of data on the rate of retreat of the coastline and its indentation. The specific risk indicator takes into account not only the speed of the process development, but also the width of the beach and the length of the sector.

Results. The paper presents the results of the assessment of the abrasion hazard of the South-Western Crimea. The coastal zone of the South-Western Crimea from Cape Sarych to Cape Tyubek with a length of 92 km is considered. Data are obtained on the granulometric composition of beach sediments, the width of the beach and abrasion scarp, and their dynamics for the period from 2009 to 2019. The granulometric composition is dominated by beaches composed of sand and pebble deposits (40%), and less accounted for by pebble and boulder beaches (35%). The minimum (less than 0.5 m) width of the beach is characteristic of abrasion coasts in the area from Cape Khersones to Cape Aya, while the maximum (up to 110 m) width is in the estuarine zone of the Kacha and Belbek rivers. The assessment of the physical and specific risk of land loss is calculated based on the average rates of coastal retreat, the position of the coastline (exposure, indentation), geological and geomorphological features, and the degree of

development of the coast. Areas with significant indicators (>0.1 m^2/year) of the physical risk of abrasion occupy 29% of the entire coastline of the city of Sevastopol.
Research implications. The theoretical and/or practical significance of the obtained results lies in a differentiated approach to coastal zone management, taking into account the degree of risk and the development of territorial development plans.

Keywords: coastal erosion, coast, geoecological risk, satellite imagery, Crimea

Acknowledgments. The work was supported by the Russian Science Foundation (Grant No. 20-47-01001).

Посвящается памяти профессора Евгения Ивановича Игнатова – Учителя, коллеги и друга

Введение

Природные условия побережья юго-западного Крыма способствуют активизации морской абразии. Неоднородность геолого-геоморфологического строения побережья и вынос взвешенного материала самыми полноводными реками полуострова (Чёрная, Бельбек, Кача) приводят к увеличению скорости абразии.

Проблеме оценки морской абразии юго-западного Крыма уделяется большое внимание, что связано, в первую очередь, с высоким экономическим потенциалом береговой зоны: вдоль побережья сосредоточена большая часть населения Крымского полуострова, и потеря части земельных ресурсов провоцирует социальную напряжённость. В последнее десятилетие опубликован ряд работ [1–3, 5–7; 9; 12], посвящённых оценке состояния береговой зоны Севастопольского региона и скорости абразии. Однако недостаточно внимания уделено проблеме оценки рисков для побережья Севастополя – города федерального значения и самого крупного населённого пункта Крыма.

Цель настоящего исследования – оценка рисков, связанных с абразионными процессами побережья юго-западного Крыма на основе материалов наземных и разновременных дистанционных данных.

Оценка береговой зоны юго-западного Крыма

Объект исследования – береговая зона юго-западного Крыма от м. Сарыч до м. Тюбек протяжённостью 92 км за исключением Севастопольской бухты, отличающейся незначительной скоростью абразии из-за изолированности акватории и высокой степени антропогенной преобразованности берегов – причалов, городских набережных и других урбанизированных объектов.

В основу работы положены картографические источники и данные дистанционного зондирования Земли: архивы немецкой аэрофотосъёмки Севастополя 1942 г., космические снимки высокого разрешения (1–2,5 м на пиксель) в видимом диапазоне за 2009 и 2019 гг., мультиспектральные снимки среднего разрешения (10 м на пиксель) с космического аппарата Sentinel-2 за период 2016–2020 гг., а также авторские тематические цифровые карты г. Севастополя – карты

риска развития оползней, развития карста и суффозии, оценки геоэкологических рисков г. Севастополя [10].

Наземные материалы включают результаты полевых наблюдений авторов в экспедициях 2017–2019 гг., проведённых на ключевых участках в районе Немецкой балки и пляжа Учкуевка для определения тенденций развития абразионно-гравитационных процессов. Фиксировался гранулометрический состав пляжевого материала (песчано-галечный, галечно-валунный, коренной), тип грунтов, формирующих абразионные уступы (рыхлые, скальные выветрелые, скальные монолитные), а также происхождение пляжей и клифов (естественное или искусственное).

На первом этапе по аэро- и космоснимкам оцифрованы линии уреза моря, тыловой зоны заплеска и бровки абразионных клифов. Для обработки материалов использован программный продукт QGIS 3.10.4. В результате получены данные о состоянии береговой зоны за 1942, 2009, 2019 гг.

На втором этапе оценены морфометрические характеристики берега: ширина пляжа от уреза моря до линии заплеска, расстояние от линии заплеска до кромки берегового уступа, высота клифа.

На третьем этапе проведён анализ динамики линий уреза воды и кромки береговых уступов за 2009–2019 гг. Дальнейшие расчёты проведены для участков, на которых диапазон значений поперечных смещений линий превышал 2 м. При этом необходимо отметить, что большая часть побережья Севастополя (от м. Константиновский до м. Коса Северная и от м. Херсонес до м. Сарыч) отличается крайне низкой степенью изменчивости: максимальные значения отступания береговой линии за весь период наблюдений не превышали 1 м.

Оценка рисков рассчитана на основании средних скоростей динамики береговой линии, её положения (экспозиции, изрезанности), геолого-геоморфологических особенностей и степени освоенности побережья [4; 8; 11; 14].

Оценка физического риска потери земель проведена на основе данных о скорости отступания линии уреза и изрезанности береговой линии [13]:

$$R_f(H) = V_n \cdot P(V_n) \cdot k_t \cdot P(L) \cdot L_t \quad (1)$$

где:

V_n – средняя скорость абразии сектора (м/год);

$P(V_n)$ – вероятность реализации этой скорости (принята за 1, т. к. в расчёт принимается среднегодовая скорость абразии, полученная за период 10 лет);

$P(L)$ – геометрическая вероятность линейного поражения участка побережья (сектора);

L_t – общая протяжённость сектора (м).

В связи с неоднородностью береговой линии введён дополнительный коэффициент изрезанности (k_t), учитывающий степень вогнутости/выпуклости береговой черты (2, 3):

$$k_t = 2 - L_{min}/L_t \quad (2)$$

$$k_t = L_{min}/L_t \quad (3),$$

где:

L_{min} – минимальное расстояние (по прямой) между границами сектора.

Уравнение (2) применимо для мысов, где происходит конвергенция волноприбойной силы, усиливающей процессы абразии, (3) – для заливов, в

которых абразия ослабляется из-за дивергенции фронта волны.

Для оценки устойчивости территории к воздействию абразионной опасности рассчитан показатель удельного риска, учитывающий не только скорость развития процесса, но и ширину пляжа и протяжённость сектора. Удельное значение риска вычислялось по формуле (4):

$$Rs_f(H) = R_f(H)/S_n, \quad (4)$$

где:

S_n – площадь пляжа каждого сектора ($м^2$).

Общепринятой классификации степени абразионной опасности не существует, в связи с этим авторами предложена своя классификация, основанная на 5 диапазонах значений удельного риска, сгруппированных по принципу наименьшего разброса значений внутри класса. На основе метода оптимизации Дженкса [15] береговая линия по величине удельного риска ранжирована на 5 классов:

– с нулевым (<0,001 $м^2/м^{2*}$год);
– низким (0,001–0,005 $м^2/м^{2*}$год);
– средним (0,005–0,012 $м^2/м^{2*}$год);
– высоким (0,012–0,025 $м^2/м^{2*}$год);
– крайне высоким (>0,025 $м^2/м^{2*}$год) риском.

По величине физического риска выделены участки с нулевым (<0,1 $м^2$/год); низким (0,1–78 $м^2$/год); средним (78–212 $м^2$/год); высоким (212–424 $м^2$/год); крайне высоким (>424 $м^2$/год) риском.

Гранулометрический состав и ширина пляжей. По гранулометрическому составу (рис. 1) преобладают пляжи, сложенные песчано-галечными отложениями (40%), меньше приходится на галечно-валунные пляжи (35%). Побережье, сформированное коренными породами (в т. ч. гравитационно-оползневыми валунно-глыбовыми отложениями), занимает оставшиеся 25% береговой линии (рис. 1).

Наиболее протяжёнными оказались участки побережья с шириной пляжа от 5 до 15 м. Ширина пляжей Севастополя колеблется от 0,5 м до 110 м, причём наибольшая их вариабельность, как пространственная, так и временная (в первую очередь, сезонная), отмечается к северу от Севастопольской бухты (рис. 2).

Минимальная (<0,5 м) ширина пляжа характерна для абразионных берегов на участке Гераклейского полуострова от м. Херсонес до м. Айя и мысов Северной стороны (рис. 1). Максимальная ширина пляжа (до 110 м) отмечается в устьевой зоне рек Кача и Бельбек.

Динамика уреза. Анализ современной динамики уреза показал, что его большая часть слабо подвержена изменениям. Около 75% протяжённости линии уреза моря характеризуется незначительными изменениями (+/-1 м от линии 2009 г.). Протяжённость участков, на которых были зафиксированы значительные изменения в береговой линии (>2 м по нормали), составила 23,2 км, причём области аккумуляции и абразии занимают приблизительно одинаковую протяжённость (11% и 14% всей длины побережья соответственно).

Важно отметить, что максимальные значения сдвига уреза отмечаются севернее м. Константиновский и достигают 14 м за 10 лет. Побережье южнее отличается относительной устойчивостью со средней скоростью отступания до 0,01 м/год. Это связано, в первую очередь, с гео-

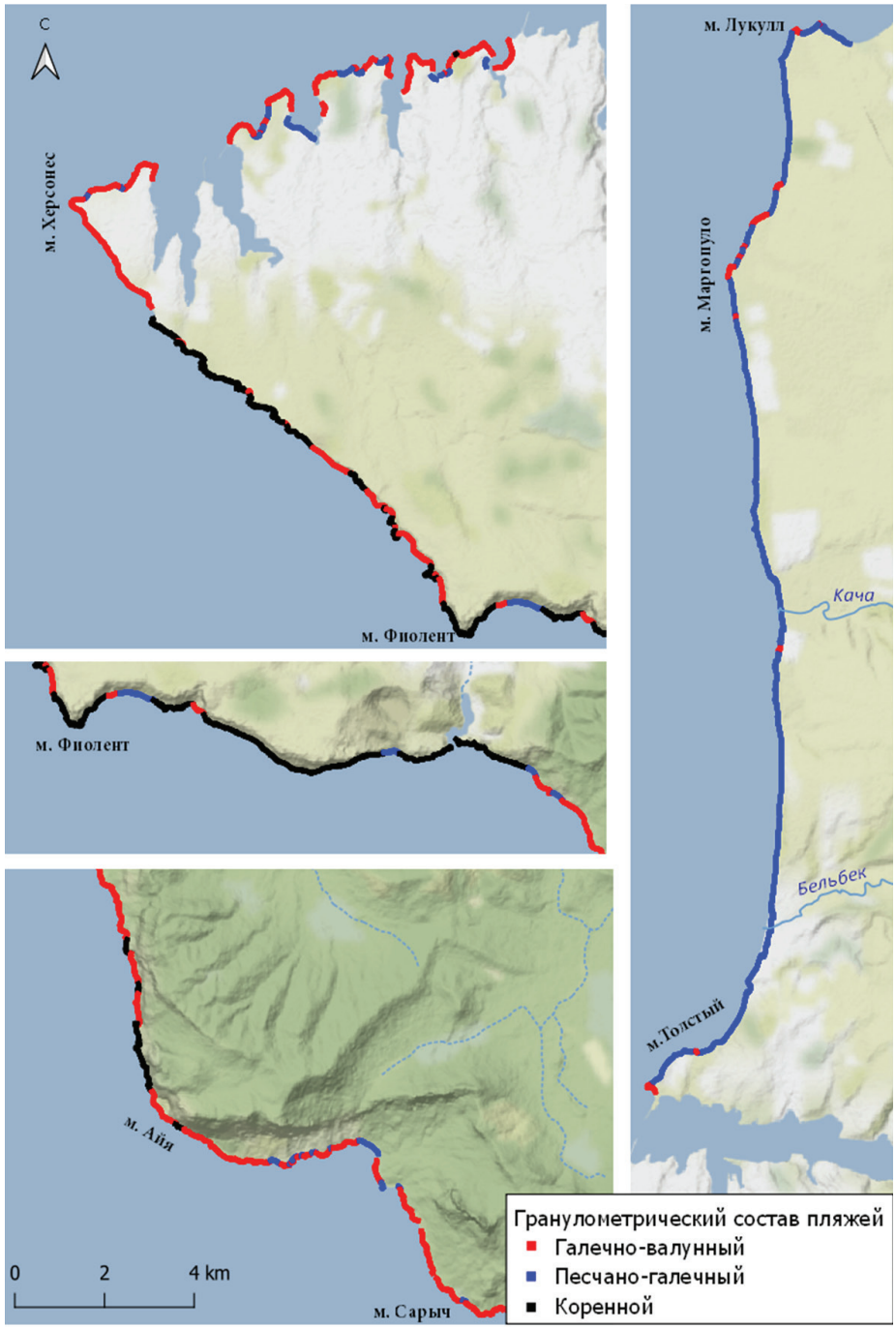


Рис. 1 / Fig. 1. Гранулометрический состав пляжей / Granulometric composition of beaches

Источник: составлено авторами

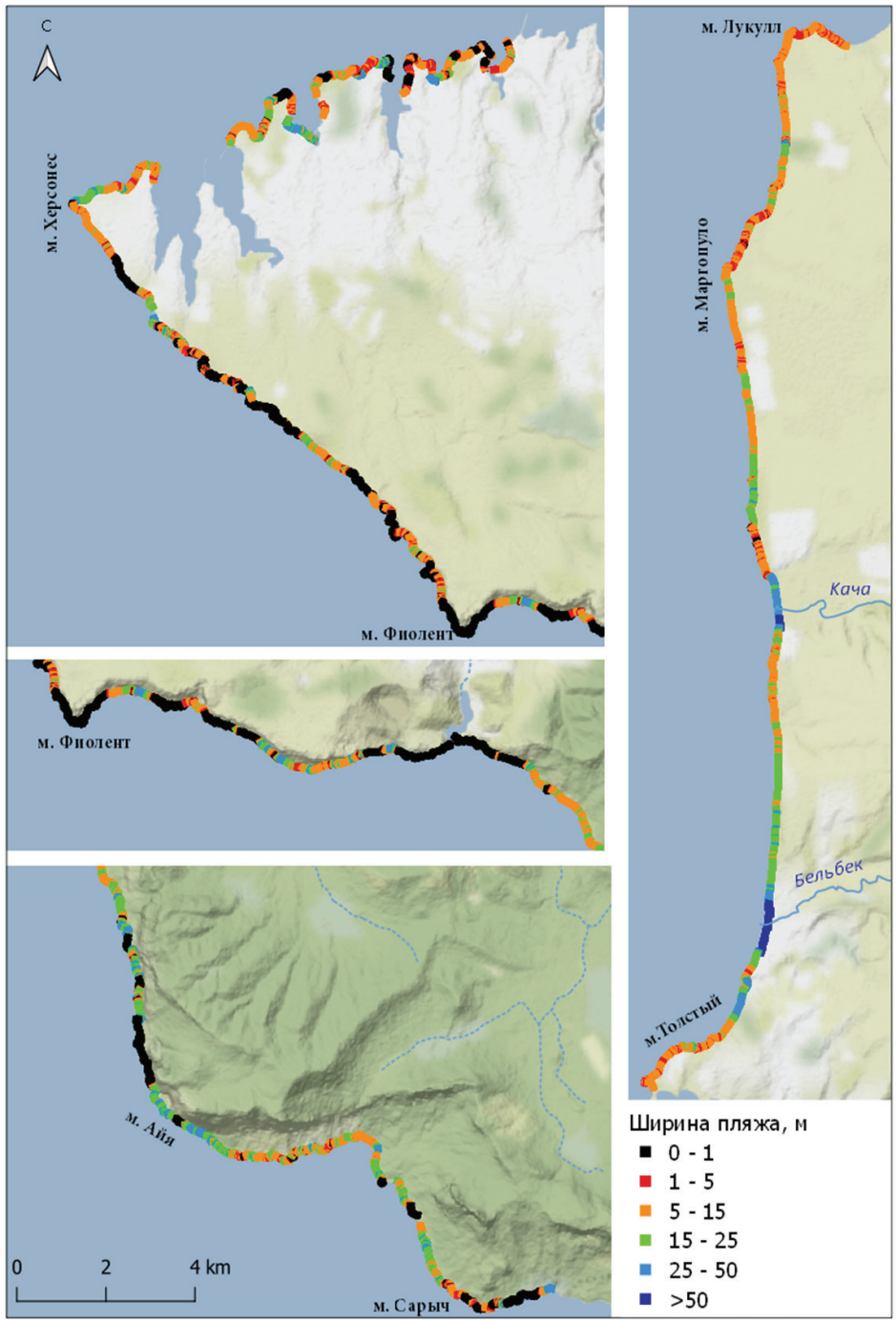


Рис. 2 / Fig. 2. Средняя ширина пляжей / Average width of beaches

Источник: составлено авторами

логическим строением берега. В отличие от берегов северной части Севастополя, сложенных рыхлыми грунтами, берега Гераклейского полуострова и побережье от Балаклавы до Сарыча представлены, в основном, известняками, песчаниками и конгломератами.

Динамика береговых уступов. Береговые абразионные уступы формируют тыловую часть пляжа на 80% всей изучаемой береговой линии. Они отсутствуют только в устьевых областях речных долин, а также на преобразованных террасированных склонах Гераклейского полуострова и Северной стороны г. Севастополя. Временной анализ показал, что суммарная протяжённость линии активного сдвига (более 1 м за 10 лет) составила 4,3 км (почти 6% от всей протяжённости уступов), средняя скорость – 0,4 м/год. Однако необходимо учесть, что обвально-оползневые процессы, вызывающие смещение бровки уступа, протекают локально и мгновенно, охватывая участки побережья протяжённостью не более 50 м, при этом остальная часть клифа может оставаться в устойчивом состоянии в течение длительного срока. Наиболее активно линия бровки уступа смещается на участке побережья от м. Толстый до м. Тюбек, сложенного рыхлыми осадочными породами.

Оценка рисков. На основе геологического строения и литодинамических процессов выделено 12 секторов, для которых проведён расчёт абразионного риска (*табл. 1*).

Таблица 1 / Table 1

Литодинамическая характеристика исследуемых секторов / Lithodynamic characteristics of the studied sectors

№	Местоположение сектора	Тип отложений*	Длина сектора, км	Доля участков абразии, %	Средняя ширина пляжа, м	Ср. скорость абразии, м/год	Максимальная скорость абразии, м/год
1	м. Херсонес – м. Сарыч м. Коса Северная – м. Константиновский	3	63,57	0,2	9	<0,01	<0,01
2	м. Константиновский – пляж турбазы «Севастополь» у м. Толстый («Толстяк»)	3	0,64	31,3	7	0,30	0,45
3	Пляж турбазы «Севастополь» у м. Толстый («Толстяк») – урочище Учкуевка	1	2,29	12,3	9	0,31	1,13
4	Пляж Учкуевка – юг пляжа Любимовка	1	1,59	29,0	23	0,44	0,85
5	Пляж Любимовка	1	1,49	0	71	-	-
6	Север пляжа Любимовка – устье р. Кача	1	5,42	47,4	17	0,80	2,20
7	Устье р. Кача – пляж Орловка	1	1,75	15,0	33	0,55	1,03
8	Север пляжа Орловка – юг пгт Кача	1	5,04	13,6	13	0,39	0,63
9	пгт Кача – м. Маргопуло	1	1,74	32,6	11	0,37	0,62
10	м. Маргопуло – юг пляжа Андреевка	3	1,93	30,6	7	0,39	0,96
11	Пляж Андреевка – м. Лукулл	1	3,52	13,3	12	0,32	0,73
12	м. Лукулл – м. Тюбек	2	2,52	38,7	7	0,368	0,83

*1 – песчано-галечный, 2 – песчано-галечно-валунный, 3– смешанный

Источник: составлено авторами

Как видно, абразионные участки занимают 7,86% протяжённости берега, на отдельных участках достигая 39–47%.

Участки со значимыми показателями (>0,1 м^2/год) физического риска абразии занимают 29% всей береговой линии г. Севастополя (*табл. 2*).

Физический риск. Минимальные значения физического риска абразии (71,1% береговой линии) получены для юго-западного побережья от м. Сарыч до м. Константиновский, представляющего собой абразионно-денудационные или абразионно-оползневые участки берега с узкой полосой галечно-валунных пляжей (1-й сектор), а также аккумулятивной устьевой зоны р. Бельбек (5-й сектор) (рис. 3). Общая

Таблица 2 / Table 2

Оценка природного риска абразии и степени абразионной опасности / Assessment of the natural risk of abrasion and the degree of abrasion hazard

№ сектора	Местоположение сектора	Геометрическая вероятность P(L)	Коэф. извилистости k_t	Физ. риск R_f(H) м^2/год	Уд. риск Rs_f(H), м^2/ м^{2*}год	Степень абразионной опасности
1	м. Херсонес – м. Сарыч м. Коса Северная – м. Константиновский	0,002	1,49	<0,1	<0,0001	незначительная
2	м. Константиновский – пляж турбазы «Севастополь» у м. Толстый («Толстяк»)	0,313	0,59	35,4	0,0080	средняя
3	Пляж турбазы «Севастополь» у м. Толстый («Толстяк») – урочище Учкуевка	0,123	0,89	78,2	0,0038	низкая
4	Пляж Учкуевка – юг пляжа Любимовка	0,290	0,97	198,4	0,0054	средняя
5	Пляж Любимовка	0,000	1,00	0,0	0,0000	незначительная
6	Север пляжа Любимовка – устье р. Кача	0,474	0,98	2014,5	0,0219	высокая
7	устье р. Кача – пляж Орловка	0,151	0,94	135,4	0,0024	низкая
8	север пляжа Орловка – юг пгт Кача	0,136	1,03	277,1	0,0042	низкая
9	пгт Кача – м. Маргопуло	0,326	1,02	211,8	0,0110	средняя
10	м. Маргопуло – юг пляжа Андреевка	0,306	1,12	261,3	0,0193	высокая
11	Пляж Андреевка – м. Лукулл	0,134	0,96	144,1	0,0034	низкая
12	м. Лукулл – м. Тюбек	0,387	1,32	471,7	0,0268	крайне высокая

Источник: составлено авторами

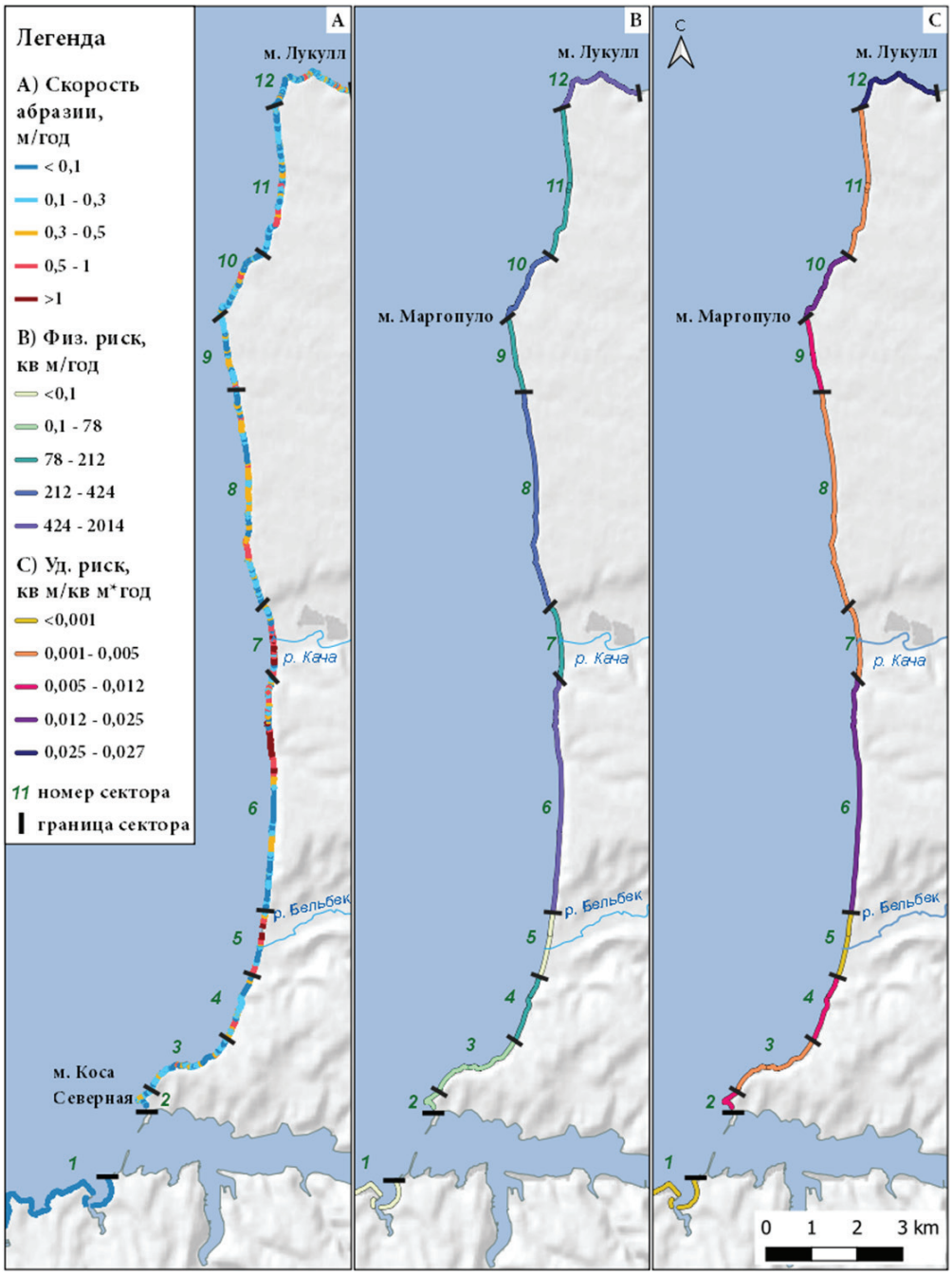


Рис. 3 / Fig. 3. Скорость абразии (A), удельного (B) и физического (C) рисков абразии Севастополя (фрагмент) / Rate of abrasion (A), and specific (B) and physical (C) risks of abrasion of Sevastopol (fragment)

Источник: составлено авторами

протяжённость участков абразии в 1-м секторе составляет 0,2% от всей длины, на 5-м секторе отрицательные смещения уреза отсутствуют.

Низкие показатели физического риска (3,2% береговой линии) характерны для 2-го и 3-го секторов – участки побережья от м. Константиновский до пляжа Учкуевка (рис. 4). Здесь отмечено чередование участков аккумуляции и абразии. Протяжённость абразионных участков – 31% и 12% длины соответствующих секторов. Необходимо отметить тенденцию к выдвижению береговой линии во 2-ом секторе (м. Толстый – Учкуевка) за счёт «выдавливания» подножия оползневого склона.

Рис. 4 / Fig. 4. Берег с низкой степенью абразионной опасности / Low Abrasion Hazard Coast

Источник: фото Е. С. Кашириной

Средние значения физического риска (9,4% береговой линии) отмечаются в районе пляжей Учкуевки и Андреевки (4-й и 11-й сектора соответственно), а также устьевой зоны р. Кача (7-ой сектор) (рис. 5). В пределах 4-го и 11-го секторов вогнутая береговая линия приводит к дивергенции волноприбойной энергии, уменьшая тем самым силу воздействия на побережье; кроме того, абразия частично компенсируется вдольбереговым потоком наносов с соседних секторов. Относительно высокие скорости смещения береговой линии (до 10 м за 10 лет) 7-го сектора объясняются локальными геодинамическими процессами устьевой зоны и имеют временный характер. Сравнение летних снимков 2019 и 2020 гг. подтверждают это – отрицательное смещение (отступание) береговой линии сменилось на положительное.

Рис. 5 / Fig. 5. Абразионный берег со средними значениями физического риска / Abrasion coast with average physical risk values

Источник: фото Д. В. Шамрея

К берегам с высокими показателями физического риска (7,6% береговой линии) относится участок побережья от с. Осипенко до Андреевки (8–10 сектора) и самый северный (12-й) сектор побережья в районе м. Лукулл (рис. 6). Несмотря на высокие скорости смещения, на отрезке 8–10 секторов за счёт разрушения обвально-абразионного клифа в тыловой части пляжа формируются участки аккумуляции, разрушаемые в период осенне-зимних штормов. Для 12-го сектора характерна большая протяжённость абразионных участков (39%) при средних скоростях смещения линии уреза (0,37 м/год); рефракция волн вокруг мыса, усиливающая волноприбойный эффект, а также дивергенция потока наносов приводят к формированию узкого (до 7 м ширины) песчано-галечно-валунного пляжа.

Максимальные значения (8,7% береговой линии) приходятся на 6-й сектор (рис. 7). Аккумуляция здесь практически отсутствует, а абразионные участки занимают 48% всей длины сектора. Высокие скорости смещения линии уреза, вероятно, связаны с отсутствием пляжеобразующего материала – из-за широкого пляжа (от 4 до 27 м) подпитка пляжа материалом из абразионного клифа возможна только в сильные шторма.

Удельный риск. Степень абразионной опасности, выраженная не через средние скорости отступания береговой линии, а через показатель удельного риска (с учётом скорость развития процесса, но и ширину пляжа и протяжённость сектора), позволяет определить наиболее уязвимые участки побережья, отличающиеся друг от друга как очертаниями, так и протяжённостью.

Рис. 6 / Fig. 6. Берег с высокими показателями физического риска / Coast with high physical risk values

Источник: фото Е. С. Кашириной

Рис. 7 / Fig. 7. Берег с максимальными значениями физического риска / Coast with maximum physical risk values

Источник: фото С. А. Свирина

Сектора с незначительной степенью опасности представляют собой либо устойчивые к абразии коренные берега (1-й сектор), либо устьевые области рек, абразия в пределах которых компенсируется аккумуляцией речных наносов (5-й сектор). В первом случае формируются обрывистые берега с узкими валунно-галечными пляжами, во втором – широкие песчаные пляжи полного профиля.

Низкая степень абразионной опасности характерна для секторов со слабовогнутой конфигурацией берега, сложенных слоистыми отложениями глин и песчаников, бронированными в основании более прочными конгломератами (3-м, 8-м, 11-м). Эти сектора отличаются относительно широкими пляжами неполного профиля с обвально-оползневым клифом в тыловой части, являющимся основным источником пляжевого материала. К этому же классу опасности относится устьевая зона р. Кача. Причины относительно высоких значений удельного риска на этом участке указаны выше.

Средняя степень риска абразионной опасности отмечается во 2-м, 4-м и 9-х секторах. Второй сектор представляет собой мыс, сильно выступающий в сторону моря, узкий галечно-валунный пляж находится под воздействием волноприбойных сил сразу с нескольких направлений, подпитка пляжевым материалом практически отсутствует. 4–й сектор кардинально отличается от 2-го: пляж сложен песчано-галечными отложениями, имеет прямой профиль с неглубокой бухтой в центральной части. К северу от неё участок берега укреплен берегозащитными сооружениями (поперечные буны и волноотбойные стенки), клиф террасирован и залесён. По факту эта часть берега стабилизирована, и расчёт рисков проведён для оставшегося участка. Южная часть сектора представляет собой широкий (до 35 м) пляж неполного профиля, прислонённого к уступу низкой террасы, выполняющей днище широкой ложбинообразной балки. Уступ террасы и верхняя часть пляжа «стихийно» застроены вереницей разнородных рекреационных объектов, нарушающих морфолитодинамическое равновесие пляжа и регулярно разрушаемых штормами [9]. Побережье 9-го сектора также сильно преобразовано. В южной части естественный обвально-оползневой клиф был срыт, а его подножие было укреплено. Незащищённый пляж, в условиях отсутствия подпитки материалом со склонов абразионного уступа, быстро деградировал. К северу от освоенного участка обвально-оползневые процессы сохранили свою активность, и подпитка пляжа продолжается, а смещение береговой линии не столь интенсивно.

Высокая степень абразионной опасности наблюдается в 6-м и 10-м секторах. Именно в 6-м секторе отмечаются самые высокие для всего побережья г. Севастополя скорости абразии (0,8 м/год – средняя, 2,2 м/год – максимальная). Однако из-за большой протяжённости и прямолинейной формы береговой линии, а также относительно широкого пляжа (более 10 м) удельные величины риска здесь сопоставимы с 10 сектором, узкий (<10 м), извилистый пляж которого отступает со значительно меньшими скоростями (0,35–0,4 м/год). Оба сектора характеризуются большой протяжённостью участков размыва (47% и 31% длины соответствующего сектора).

Крайне высокая степень абразионной опасности отмечается на м. Лукулл. Несмотря на то, что коренной берег сложен песчаниками, а карманные пляжи, тянущиеся вдоль всего побережья, сложены глыбами, галькой и крупным песком, волноприбойная сила активно разрушает как сам пляж, так и абразионно-обвальный клиф, служащий основным источником пляжевого материала. Ширина пляжа колеблется от 2 до 11 м, максимальная скорость абразии – 0,83 м/год.

Выводы

Проведённые исследования позволили выявить следующие особенности побережья юго-западного Крыма и оценить абразионную опасность:

1. около 75% побережья г. Севастополя находится в относительно стабильном состоянии, межгодовая динамика смещения береговой линии не превышает 0,05 м/год, однако этот процесс, как правило, однонаправлен и приводит к отступанию берегов;

2. наиболее динамически неустойчивые участки береговой линии локализованы к северу от Севастопольской бухты. Сложенные слабосцементированными галечниками, суглинками и глинами, они слабо противостоят волновой деятельности и активно размываются в период зимних штормов. Твёрдый сток 3 самых полноводных рек Крыма, впадающих в Чёрное море на этом участке берега, не может компенсировать отток наносов вниз по подводному склону. Процессы стабильной аккумуляции наблюдаются только в пределах устьевых зон рек;

3. наиболее уязвимые для абразии берега – вдоль мысов Коса Северная, Маргопуло, Лукулл, а также побережье между устьевыми зонами рек Кача и Бельбек. Именно на этом отрезке абсолютные значения потерь от абразии максимальны – более 2000 м^2/год;

4. влияние антропогенной деятельности на динамику береговой зоны не всегда однозначно – наиболее освоенные участки селитебных зон (например, мкр-н Радиогорка, мкр-н Учкуевка, пгт Кача) имеют средние показатели риска, однако потенциальный экономический ущерб для этих районов может быть значительно выше, чем для всей остальной территории.

Необходим дифференцированный подход к управлению прибрежной зоной с учётом степени рисков: размещение берегоукрепительных сооружений на участках высокого и максимального риска.

Полученные данные позволят учесть показатели риска при разработке схем генерального планирования и территориального развития города.

Статья поступила в редакцию 01.09.2022

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаркова-Лях И. В. Многолетняя динамика берегов Севастополя между м. Лукулл и м. Сарыч (по материалам разновременных исследований) // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и индустриальных вызовов («Опасные явления»): материалы Международной научной конференции (г. Ростов-на-Дону, 13–23 июня 2019 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. С. 148–150.
2. Агаркова-Лях И. В. Развитие экзогенных геологических процессов в береговой зоне Крыма от м. Лукулл до м. Константиновский // Системы контроля окружающей среды. 2017. № 10. С. 58–67.

3. Горячкин Ю. Н., Долотов В. В. Морские берега Крыма. Севастополь: ООО «КОЛОРИТ», 2019. 256 с.
4. Донцова О. Л., Панина О. В., Николашин Н. В. Основные аспекты прогноза динамики изменения инженерно-геологических условий Краснодарского водохранилища // Сергеевские чтения: геоэкологические аспекты реализации национального проекта «экология». Диалог поколений: сборник трудов конференции / отв. ред. В. И. Осипов. М., 2020. С. 227–232.
5. Игнатов Е. И., Орлова М. С., Санин А. Ю. Береговые морфосистемы Крыма. Севастополь: НПЦ ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. 266 с.
6. Игнатов Е. И., Лукьянова С. А., Соловьева Г. Д. Морские берега Крыма // Геоморфология. 2016. № 1. С. 55–63.
7. Использование лазерного сканирования для оценки динамики абразионно-оползневых процессов в прибрежной зоне Севастополя / В. С. Исаев, Е. И. Игнатов, А. А. Новиков, Е. С. Каширина, В. Трачук, Р. М. Аманжуров, Е. И. Горшков, Вербовский В. В. // Интеркарто. Интергис. 2020. Т. 26. № 2. С. 322–334. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-2-26-322-334
8. Луговой Н. Н. Типизация, районирование и состояние морских берегов Севастополя // Геоморфологи: К юбилейному XXXV Пленуму Геоморфологической комиссии РАН в Симферополе. Т. 7. / отв. ред. Э. А. Лихачёва, М. Е. Кладовщикова. М.: Медиа-ПРЕСС, 2016. С. 131–139.
9. Мысливец В. И. Взаимоотношения природы и человека на побережье юго-западного Крыма // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. Вып. 1: Крымоведение: пространство и время Крыма. 2017. Т. 14. URL: http://www.j-space-time.com/actual%20content/t14v1/PDF/2227-9490e-aprovr_e-ast14-1.2017.14.pdf (дата обращения: 06.10.2022).
10. Новиков А. А., Игнатов Е. И., Каширина Е. С. Оценка скорости отступания берегов юго-западного Крыма по данным дистанционного зондирования Земли // Естественные и технические науки. 2021. № 2. С. 116–119.
11. Панина О. В., Донцова О. Л., Кирилюк Д. А. Оценка геоэкологического риска оползневых процессов на территории Таманского полуострова // Геология, география и глобальная энергия. 2020. № 1. С. 172–177.
12. Садыкова Г. Э., Иваненко Т. А. Оценка экологического риска прибрежных территорий от процесса абразии // Строительство и техногенная безопасность. 2016. № 2. С. 92–97.
13. Оценка и управление природными рисками. Тематический том / под ред. А. Л. Рагозина. М.: Издательская фирма «КРУК», 2003. 320 с.
14. DaSilva M., DaSilva G. M., Hesp P. A., et al. Assessing Shoreline Change using Historical Aerial and RapidEye Satellite Imagery (Cape Jaffa, South Australia) // Journal of Coastal Research. 2021. № 37-3. P. 468–483.
15. Jenks G. F. The Data Model Concept in Statistical Mapping // International Yearbook of Cartography. 1967. № 7. P. 186–190.

REFERENCES

1. Agarkova-Lyakh I. V. [Long-term dynamics of the coast of Sevastopol between Cape Lukull and Cape Sarych (based on studies of different times)]. In: *Zakonomernosti formirovaniya i vozdeistviya morskikh, atmosfernykh opasnykh yavlenii i katastrof na pribrezhnuyu zonu RF v usloviyakh globalnykh klimaticheskikh i industrialnykh vyzovov ("Opasnye yavleniya"): materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (g. Rostov-na-Donu, 13–23 iyunya 2019 g.)* [Regularities of the formation and impact of marine, atmospheric hazards and disasters on the coastal zone of the Russian Federation in the context of global climatic and industrial

challenges ("Dangerous phenomena"): materials of the International Scientific Conference (Rostov-on-Don, June 13-23, 2019)]. Rostov n/D, Izdatelstvo UNC RAN, 2019, pp. 148–150.
2. Agarkova-Lyakh I. V. [Development of exogenous geological processes in the coastal zone of Crimea from cape Lukull to cape Konstantinovsky]. In: *Sistemy kontrolya okruzhayushchei sredy* [Environmental control systems], 2017, no. 10, pp. 58–67.
3. Goryachkin Yu. N., Dolotov V. V. *Morskie berega Kryma* [Sea coast of Crimea]. Sevastopol, OOO «COLORIT», 2019. 256 p.
4. Dontsova O. L., Panina O. V., Nikolashin N. V. [Main aspects of forecasting the dynamics of changes in engineering-geological conditions of the Krasnodar reservoir]. In: Osipov V. I., ed. *Sergeevskie chteniya: geoekologicheskie aspekty realizatsii natsionalnogo proyekta "ekologiya". Dialog pokolenii: sbornik trudov konferentsii* [Sergeev readings: geoecological aspects of the implementation of the National Project "Ecology". Dialogue of Generations: Proceedings of the Conference]. Moscow, RUDN Publ., 2020, pp. 227–232.
5. Ignatov E. I., Orlova M. S., Sanin A. Yu. *Beregovye morfosistemy Kryma* [Coastal morphosystems of Crimea]. Sevastopol, SPC ECOSI-Hydrophysics Publ., 2014. 266 p.
6. Ignatov E. I., Lukyanova S. A., Solov'eva G. D. [Sea coasts of Crimea]. In: *Geomorphologiya* [Geomorfologiya], 2016, no. 1, pp. 55–63.
7. Isaev V. S., Ignatov E. I., Novikov A. A., Kashirina E. S., Trachuk V., Amanzhurov R. M., Gorshkov E. I., Verbovsky V. V. [Use of laser scanning to evaluate the dynamics abrasion-landslide processes in the coastal zone of Sevastopol]. In: *Interkarto. Intergis* [Intercarto. Intergis], 2020, vol. 26, no. 2, pp. 322–334. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-2-26-322-334
8. Lugovoi N. N. [Typification, regionalization and state of the sea coasts of Sevastopol]. In: Likhacheva E. A., Kladovshchikova M. E., eds. *Geomorfologi: K yubileinomu XXXV Plenumu Geomorfologicheskoi komissii RAN v Simferopole. T. 7* [Geomorphologists: To the Jubilee 35th Plenum of the Geomorphological Commission of the Russian Academy of Sciences in Simferopol. Vol. 7] Moscow, Media-PRESS Publ., 2016, pp. 131–139.
9. Myslivets V. I. [The relationship between nature and man on the coast of the Southwestern Crimea]. In: *Elektronnoe nauchnoe izdanie Al'manakh Prostranstvo i Vremya. Vyp. 1: Krymovedenie: prostranstvo i vremya Kryma* [Electronic scientific publication Almanac Space and Time. Iss. 1: Crimean studies: space and time of Crimea], 2017. vol. 14. Availible at: http://www.j-spacetime.com/actual%20content/t14v1/PDF/2227-9490e-aprovr_e-ast14-1.2017.14.pdf (accessed: 06.10.2022).
10. Novikov A. A., Ignatov E. I., Kashirina E. S. [Assessment of geoecological risks of urbanized coastal territories]. In: *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Geopolitics and ecogeodynamics of regions], 2018, no. 4, pp. 100–108.
11. Panina O. V., Dontsova O. L., Kirilyuk D. A. [Assessment of the geoecological risk of landslide processes on the territory of the Taman Peninsula]. In: *Geologiya, geografiya i global'naya energiya* [Geology, geography and global energy], 2020, no. 1, pp. 172–177.
12. Sadykova G. E., Ivanenko T. A. [Assessment of the ecological risk of coastal areas from the abrasion process]. In: *Stroitelstvo i tekhnogennaya bezopasnost* [Construction and technogenic safety], 2016, no. 2, pp. 92–97.
13. Ragozin A. L., ed. *Otsenka i upravlenie prirodnymi riskami. Tematicheskii tom* [Assessment and management of natural risks. Thematic volume]. Moscow, Izdatelskaya firma "KRUK", 2003. 320 p.
14. DaSilva M., DaSilva G. M., Hesp P. A., et al. Assessing Shoreline Change using Historical Aerial and RapidEye Satellite Imagery (Cape Jaffa, South Australia). In: *Journal of Coastal Research*, 2021, no. 37-3, pp. 468–483.
15. Jenks G. F. The Data Model Concept in Statistical Mapping. In: *International Yearbook of Cartography*, 1967, no. 7, pp. 186–190.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Новиков Антон Алексеевич – старший преподаватель кафедры геоэкологии и природопользования факультета естественных наук Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (филиал МГУ в г. Севастополе);
e-mail: a_novik@bk.ru

Каширина Екатерина Сергеевна – кандидат географических наук, старший преподаватель кафедры геоэкологии и природопользования факультета естественных наук Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (филиал МГУ в г. Севастополе); доцент Института развития города Севастопольского государственного университета;
e-mail: e_katerina.05@mail.ru

Голубева Елена Ильинична – доктор биологических наук, профессор кафедры рационального природопользования географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: egolubeva@gmail.com

Тикунов Владимир Сергеевич – доктор географических наук, профессор кафедры географии мирового хозяйства и заведующий научно-исследовательской лабораторией комплексного картографирования географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: tikunov@geogr.msu.su

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anton A. Novikov – Senior Lecturer, Department of Geoecology and Nature Management, Faculty of Natural Sciences, Lomonosov Moscow State University, Branch in Sevastopol;
e-mail: a_novik@bk.ru

Ekaterina S. Kashirina – Cand. Sci. (Geography), Senior Lecturer, Department of Geoecology and Nature Management, Faculty of Natural Sciences, Lomonosov Moscow State University, Branch in Sevastopol; Assoc. Prof., City Development Institute, Sevastopol State University;
e-mail: e_katerina.05@mail.ru

Elena I. Golubeva – Dr. Sci. (Biology), Prof., Department of Environmental Management, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: egolubeva@gmail.com

Vladimir S. Tikunov – Dr. Sci. (Geography), Prof., Department of Geography of the World Economy and Head of the Research Laboratory for Integrated Mapping, Geography Faculty, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: tikunov@geogr.msu.su

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Новиков А. А., Каширина Е. С., Голубева Е. И., Тикунов В. С. Оценка абразионной опасности берегов юго-западного Крыма // Географическая среда и живые системы. 2022. № 3. С. 6–23.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-6-23

FOR CITATION

Novikov A. A., Kashirina E. S., Golubeva E. I., Tikunov V. S. Assessment of the abrasion hazard of the coast of the South-Western Crimea. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2022, no. 3, pp. 6–23.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-6-23

УДК 631.48
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-24-43

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ТЕРРАСЫ Р. ЕНИСЕЙ В ПРЕДЕЛАХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Жаринова Н. Ю., Ямских Г. Ю., Макарчук Д. Е., Вайсброт И. А.

Сибирский федеральный университет
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, д. 79, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Определить характер и условия формирования отложений левобережной террасы р. Енисей Красноярской лесостепи на основе анализа общей характеристики и особенностей макроморфологического строения шестиметрового разреза, установить тип современного почвообразования и признаки почвообразовательного процесса в более ранние эпохи.

Процедура и методы. Проведено детальное морфологическое исследование отложений левобережной террасы р. Енисей Красноярской лесостепи. Разрез был заложен на территории Красноярской лесостепи в границах археологической стоянки Афонтова гора V. Осуществлён анализ полученных морфологических характеристик плейстоценовых отложений (цвета и окраски, влажности, сложения, структуры, гранулометрического состава, пористости, новообразований, включений, характера перехода горизонтов), выявлены факторы, повлиявшие на их формирование (соотношение тепла и влаги, мерзлотные процессы, деятельность временных и постоянных водотоков, характер материнских пород), определён тип современной почвы. Основные методы, используемые в работе: морфологический, сравнительно-описательный.

Результаты. Установлено формирование современной почвы – чернозёма обыкновенного, наличие трёх слаборазвитых погребённых почвенных профилей. Зафиксировано проявление солифлюкционных процессов на глубине 484–500 см и наличие мерзлотных клиньев с глубины 546 см, что свидетельствует о переувлажнении территории и мерзлотных процессах в прошлые эпохи. Присутствие мелкой субгоризонтальной слоистости на глубинах 266–280 см и 398–416 см, мелкой гальки на глубине 546 см свидетельствует о деятельности временных водотоков или слабых постоянных. Отмечается наличие глеевого процесса в разрезе с глубины 164 см до подошвы разреза, на глубине 55 см выделены новообразования карбонатов, фиксируемые далее по всей толще разреза. Гранулометрический состав отложений изменяется от мелкопесчаного до глинистого. Материнскими породами современной почвы являются лессовидные суглинки, вся толща залегает на средних суглинках красно-коричневого цвета.

Теоретическая и/или практическая значимость. Результаты исследования морфологических свойств показывают, что отложения сформированы на красно-коричневом среднем суглинке (переотложенные девонские отложения), современное почвообразование идёт по типу чернозёмов обыкновенных, погребённые почвы слаборазвитые. Выявлены солифлюкционные процессы и мерзлотные клинья, сформированные в позднесартанское время. Установлено, что формирование толщи осадков происходило под действием вре-

© CC BY Жаринова Н. Ю., Ямских Г. Ю., Макарчук Д. Е., Вайсброт И. А., 2022.

менных или слабых постоянных водотоков. Подробное морфологическое описание отложений на стоянке Афонтова гора V имеет практическое значение для организации археологических исследований, а также для создания базы данных о территориях, имеющих потенциал для развития научного туризма на территории юга Красноярского края.

Ключевые слова: плейстоценовые отложения, морфология почв, Красноярская лесостепь, археологическая стоянка, Афонтова гора V

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, Правительства Красноярского края и Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта № 20-45-240001.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE YENISEI RIVER LEFT-BANK TERRACE DEPOSITS ON THE TERRITORY OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

N. Zharinova, G. Yamskikh, D. Makarchuk, I. Vaisbrot

Siberian Federal University
Svobodnyi prosp. 79, Krasnoyarsk 660041, Russian Federation

Abstract

Aim. We determine the nature and formation conditions of the Yenisei river left-bank terrace deposits of the Krasnoyarsk forest-steppe, based on the general characteristics and features of the macromorphological structure analysis of the 6-meter section. We also establish the type of modern soil formation and signs of the soil formation process in earlier eras.

Methodology. A detailed morphological study of the Yenisei river left-bank terrace section is performed at the archaeological site of Afontova Gora V (Krasnoyarsk forest-steppe). An analysis of the obtained characteristics is carried out; the features of the morphology (color and coloration, humidity, composition, structure, gran-size composition, porosity, units, inclusions, and character of horizon transition) of the Pleistocene sediments and the factors (ratio of heat and moisture, permafrost processes, activity of temporary and permanent watercourses, and nature of parent rocks) that influenced its formation are identified; and the type of modern soil is determined. Use is made of morphological and comparative descriptive methods.

Results. We have established the formation of modern soil [ordinary chernozem (black soil)] and the presence of three underdeveloped buried soil profiles. The development of solifluction processes at a depth of 484–500 cm and the presence of permafrost wedges from a depth of 546 cm indicate waterlogging of the territory and permafrost processes in past eras. The shallow subhorizontal layering at depths of 266–280 cm and 398–416 cm and small pebbles at a depth of 546 cm testify to the activity of temporary or weak permanent watercourses. Gleys are observed in the section from a depth of 164 cm, and new formations of carbonates are identified (from a depth of 55 cm). The grain-size composition varies from fine sand to heavy clay loam, the parent rocks of the modern soil are represented by loess-like loam, and the underlying rocks are red-brown middle clay loam.

Research implications. The results of the study of the section morphological properties show that the section was formed on a red-brown medium loam (redeposited Devonian material). Modern soil formation proceeds according to the type of ordinary chernozems; buried soils are underdeveloped. Solifluction processes and permafrost wedges formed in late Sartan time are revealed.

The action of temporary or weak permanent watercourses is established. A detailed morphological description of the section at the Afontova Gora-V site is of practical importance for archaeological research, as well as for the formation of a database of territories suitable for scientific tourism.

Keywords: soil morphology, Krasnoyarsk forest-steppe, Pleistocene deposits, archaeological site, Afontova Gora V

Acknowledgments. The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research, the Krasnoyarsk Krai Government and Krasnoyarsk Regional Fund of Science (Project No. 20-45-240001).

Введение

История человеческого общества охватывает продолжительный отрезок геологического времени от плейстоцена до голоцена. С конца XX в. большой интерес почвоведов вызвало изучение мест обитания человека и реконструкция природной среды в различные этапы его существования [11].

Афонтовская культура получила своё название по археологическому памятнику Афонтова гора – группе из четырёх стоянок на левом берегу Енисея у г. Красноярска (Красноярская лесостепь). Археологические стоянки Афонтовской культуры изучались с XIX в., но первые наиболее подробные исследования были проведены известным отечественным археологом С. Н. Астаховым в 70-е гг. XX в.[1]

Открытие памятника Афонтова гора V состоялось в 1996 г. Археологический материал на стоянке обнаружен на глубине до 5 м в палеопедогенных лёссовидных делювиальных толщах склоновых отложений. На сегодняшний день памятник признаётся одним из древнейших на территории «Красноярского археологического района» [19].

Основные геологические и палеогеографические исследования на археологическом комплексе Афонтова гора связаны с именами таких исследователей как И. Т. Савенков [26], В. И. Громов [10], С. М. Цейтлин [28], З. А. Абрамова [1], С. Н. Астахов [5] Н. И. Дроздов [13; 24], Е. В. Артемьев [2], А. П. Деревянко [3], М. Н. Мещерин [22], И. Д. Зольников [14] и др.

Общеизвестно, что главными носителями информации об условиях окружающей среды являются осадочные горные породы. Их толщи содержат важные характеристики процессов литогенеза, действующих на земной поверхности и зависимых от климатических, биологических и геологических факторов. Почвы и коры выветривания характеризуются своим типом памяти и хранения информации. Почвенная память действует в любой точке земной поверхности, что является процессом общего взаимодействия факторов почвообразования. Эти факторы представлены климатом, материнской породой, рельефом и живыми организмами, взаимодействующими во времени. Основным обладателем почва-памяти является твёрдая фаза покрова, структура которой состоит из минеральных, органических и органо-минеральных веществ [23].

[1] Афонтовская культура. Поздний палеолит – Интернет-энциклопедии Красноярского края // Энциклопедия Красноярского края: [сайт]. URL: http://my.krskstate.ru/docs/early_history/afontovskaya-kultura (дата обращения: 25.05.2022).

Для реконструкции древних ландшафтов производится исследование погребённых почв и их реликтовых признаков. Такой подход всё более широко применяется в палеопочвоведении или историческом почвоведении [12; 23; 33; 34]. Ископаемые почвы располагаются практически везде, где действовали аккумулятивно-денудационные процессы накопления и перемещения осадочных пород.

Для исследования почв важно применение общих методов почвоведения, с помощью которых происходит определение морфологических и физико-химических свойств почв, отражающих общие закономерности развития, что позволяет восстановить факторы почвообразования, действующие в период формирования того или иного горизонта или профиля в целом.

Методологической основой исследований почвенного тела при анализе памяти почв является иерархическое морфосубстантивное исследование твердофазного каркаса почв, основанное на детальном изучении морфологических признаков и состава почвы и её компонентов. Морфология почвы – интегральный показатель всей истории развития почвы [27; 29].

Подробное морфологическое описание отложений террасы р. Енисей на стоянке Афонтова гора V (Красноярская лесостепь) имеет практическое значение для археологических исследований, а также для формирования базы данных территорий, пригодных для научного туризма [25].

Важнейшей особенностью геоморфологии района исследования является ярусность рельефа, которая связана с террасовыми уровнями Енисея и междуречными пространствами. Морфологически в долине Енисея выражено множество террасовых уровней, объединяемых исследователями в различное количество террас и их комплексов. М. П. Нагорским (1937) [21] выделено 8 террас, С. А. Лаухиным – 11 (1986) [15], С. П. Горшков (1961) насчитывал сначала 8 [8], а затем 5 террас [9]. А. Ф. Ямских (1992) [31] выделил 9 террас, объединённых по особенностям строения и морфологии в 3 комплекса: высокий – 120–135 м (150), 90–120 м и 60–80 м, средневысотный – 35–55 м и низкий – 24–30 м, 15–18 м, 10–14 м, 7–10 м уровни. Начало формирование поймы датировано от 6 до 4 тыс. л. н. [30]. Террасы и пойма сложены преимущественно аллювием, состоящим из глин, гравия и галечника. В геологическом строении территории принимают участие вулканогенные и пестроцветные терригенные отложения девона и карбона, пологозалегающие юрские и мезо-кайнозойские отложения, перекрытые осадками четвертичного возраста, среди которых наиболее широко распространены суглинки и супеси [8].

Палеогеографические реконструкции в плейстоценовых и голоценовых отложениях чаще всего были связаны с археологическими памятниками [4; 6; 16; 17; 32].

В связи с необходимостью реконструкции среды обитания на палеолитической стоянке Афонтова гора V на территории Красноярской лесостепи и в качестве объекта макроморфологического изучения, содержащего максимально достаточно полную информацию об условиях формирования почв и подстилающих отложений на территории Красноярской лесостепи, использован шестиметровый разрез

левобережной террасы р. Енисей, относительные высотные отметки превышают уровень Енисея на 70–60 м (рис. 1). Поверхности на площадях заложения раскопов ровные, субгоризонтальные. Координаты разреза: 56°00’38,38 с. ш. 92°49’01,54 в. д., абсолютная высота – 203 м над уровнем моря [19].

Рассмотренные морфологические свойства отложений террасы могут использоваться в качестве диагностических признаков при определении современного типа почвообразования и для оценки условий формирования толщи отложений.

Морфологическая характеристика и особенности формирования отложений левобережной террасы р. Енисей Красноярской лесостепи

Отложения исследовались в 2020 г. В разрезе были выделены генетические горизонты и дано их морфологическое описание в соответствии с общепри-

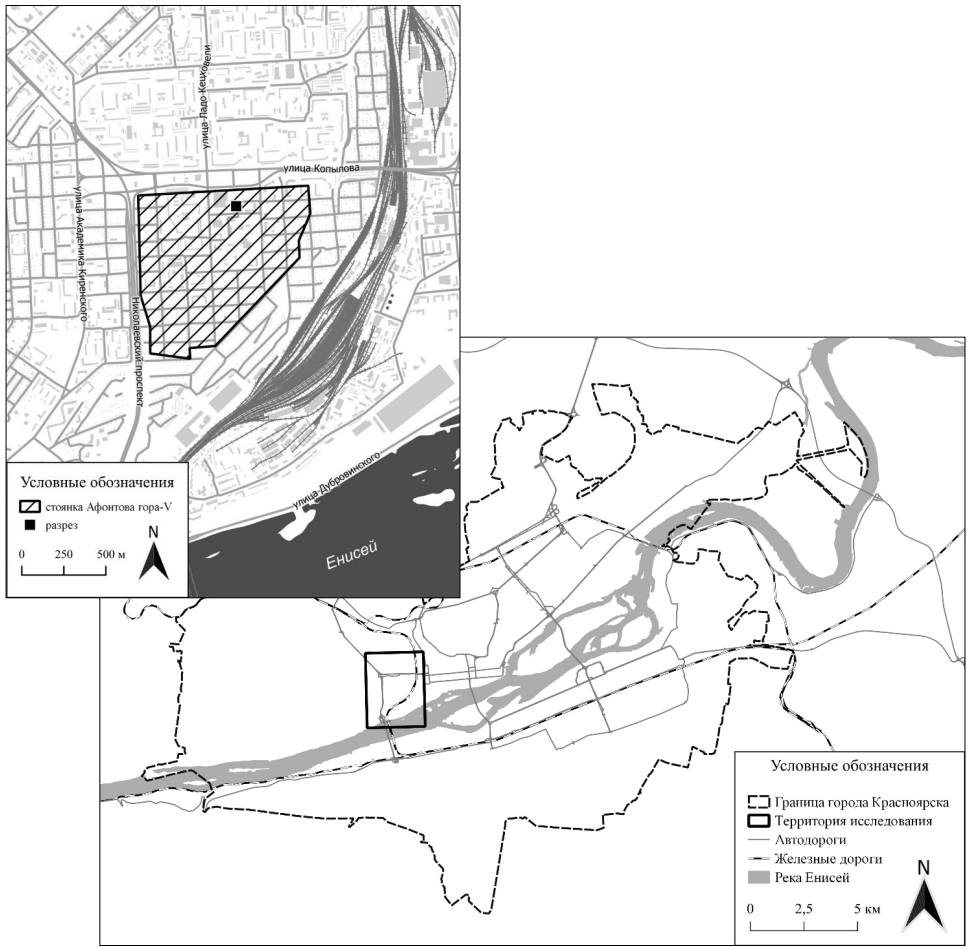


Рис. 1 / Fig. 1. Местоположение стоянки Афонтова гора V и изученного разреза на карте г. Красноярска / Location of the Afontova Gora V site and the studied section on the map of Krasnoyarsk

Источник: составлено авторами

нятой методикой, которая включает следующие морфологические (диагностические) признаки: цвет и окрас, влажность, сложение, структуру, гранулометрический состав, пористость, новообразования, включения, характер перехода одного генетического горизонта в другой *(табл. 1)*.

Таблица 1 / Table 1

Морфологическое описание отложений / Morphological description of the deposits

Генетический горизонт[1]* и глубина его залегания, см	**Описание горизонта**
Акт / AUur, 0–40	влажный, тёмно-серый до чёрного, окраска равномерная, супесчаный, структура мелко-комковатая, уплотнённый, тонкопористый, от 10-% HCl не вскипает, много тонких корней растений, присутствуют корни средней степени разложения, включения техногенного характера (асфальт), строительный мусор, включения гальки 0,5–2 см, единичные до 10 см, переход ясный, граница ровная
А / AU, 40–55	влажный, гумусово-аккумулятивный, тёмно-бурый, сероватый, окраска неравномерная, содержит потёки гумуса (чёрные вертикальные полосы из верхнего горизонта), средний суглинок, структура слаборазвитая ореховато-плитчатая, плотный, тонкопористый, среднетрещиноватый, единичные тонкие корни растений, переход постепенный, граница ровная
Вк / BCA, 55–75	влажный, бурый, окраска равномерная, тяжёлый суглинок, структура слаборазвита комковато-плитчатая, уплотнённый, тонкопористый, содержит вертикальные полосы карбонатного мелкого песка, вскипает от 10-% HCl, единичные тонкие корни растений, по ходам корней заметны затёки гумусированного материала, переход постепенный, граница ровная
Ск / C_{Ca}, mc, 75–164	поверхность культурного горизонта; влажный, светло-бурый с белесым налётом, окраска равномерная, тяжёлый суглинок, структура плохо развита, комковато-плитчатая, уплотнён, тонкопористый, новообразования карбонатов кальция в виде псевдомицелия, бурно вскипает от 10-% HCl, единичные тонкие корни растений, переход постепенный, граница ровная
Сgк / C_{Ca}, mc, g, 164–226	влажный, светло-бурый с сизым оттенком, окраска равномерная, средний суглинок, структура плохо развита, комковато-плитчатая, уплотнён, тонкопористый, тонкотрещиноватый, пропиточные охристые (ржавые) новообразования железа, карбонаты кальция в виде псевдомицелия, бурно вскипает от 10-% HCl, единичные мелкие корни растений диаметром до 1 мм, единичные круглые полости с органическим сильно разложившимся материалом, переход ясный, граница ровная

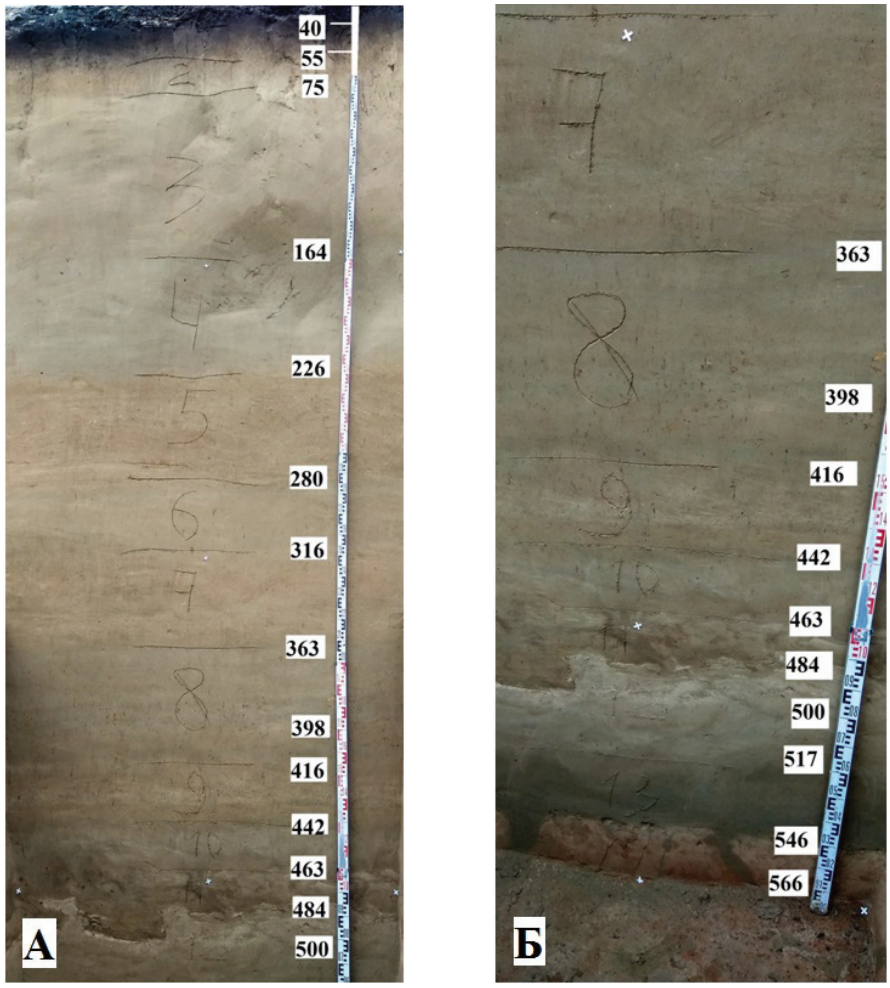
[1] Индексы горизонтов даны по: Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.; Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

Генетический горизонт* и глубина его залегания, см	**Описание горизонта**
Cgк / C_{Ca}, g, 226–280	влажный, светло-бурый с охристо-красноватым оттенком, окраска полосчатая, заметны слабые прерывистые горизонтальные слои светло-бурого цвета с сизым толщиной до 2 см, лёгкая глина, структура плохо развита, комковато-плитчатая, уплотнён, тонкопористый, карбонаты кальция в виде псевдомицелия в форме отдельных радиальных пятен, единичные железистые новообразования (сизые круги в центре, круг ржавого цвета диаметром до 0,5 см), бурно вскипает от 10-% HCl, единичные корни растений, переход ясный, граница ровная
Cgк / C_{Ca}, g, 280–316	влажный, светло-бурый с сизым оттенком, окраска равномерная, тяжёлый суглинок, слаборазвитая комковато-плитчатая структура, уплотнён, тонкопористый, тонкотрещиноватый, присутствуют карбонаты в диффузной форме, единичные охристые пятна и точки диаметром 1–2 мм, единичные тёмно-бурые до чёрного крапинки, бурно вскипает от 10-% HCl, единичные разложившиеся корни растений, переход постепенный, граница ровная
Cgк / C_{Ca}, g, 316–363	влажный, цвет преимущественно светло-бурый с охристо-красноватым оттенком, окраска неравномерная, полосчатая, тяжёлый суглинок, структура слаборазвитая комковато-плитчатая, уплотнён, тонкопористый, карбонаты кальция в виде псевдомицелия, железистые новообразования, конкреции и пропиточно-радиальные чисто охристые и сизые с охристым центром, единичные тёмно-бурые до чёрного крапинки, бурно вскипает от 10-% HCl, переход резкий, граница ровная
Cgк / C_{Ca}, g, 363–398	влажный, светло-бурый с сизым оттенком, окраска равномерная, лёгкая глина, структура слаборазвитая, комковато-глыбистая, уплотнён, тонкопористый, охристые новообразования железа в виде пятен и колец, чёрные крапинки и единичные чёрные либо тёмно-бурые пятна, бурно вскипает от 10-% HCl, переход постепенный, граница ровная
Cgк / C_{Ca}, g, 398–416	влажный, светло-бурый, окраска неравномерная, заметны прерывистые охристые и сизые полосы, лёгкая глина, структура слаборазвитая комковато-глыбистая, уплотнён, тонкопористый, охристые железисто-пропиточные новообразования, бурно вскипает от 10-% HCl, переход постепенный, граница ровная
[ACgк] / [AYC_{Ca}, g], 416–442	поверхность культурного горизонта; влажный, светло-бурый, окраска неравномерная, единичные сизые пятна и прерывистые слои, мелкие железистые пятна по всей толще, чёрные (тёмно-бурые) пятна, лёгкая глина, уплотнённый, структура слаборазвитая, комковато-глыбистая, новообразования оксидов железа, бурно вскипает от 10-% HCl, единичные корни растений, переход ясный, граница волнистая

Генетический горизонт* и глубина его залегания, см	**Описание горизонта**
[Cgк] / [C_{Ca}, g], 442–463	влажный, светло-бурый с сизым оттенком, окраска равномерная, лёгкая глина, структура слаборазвитая, комковато-глыбистая, уплотнён, тонкопористый, охристые железистые пропиточные новообразования в форме тонких вертикальных полос, тёмно-бурые/чёрные крапинки (точки), бурно вскипает от 10-% HCl, переход постепенный, граница волнистая
[СДgк] / [CD_{Ca}, g], 463–484	влажный, светло-бурый с охристо-красноватым и сизым оттенком, окраска неравномерная, лёгкая глина, структура слаборазвитая, комковато-глыбистая, уплотнён, тонкопористый, мелкие железистые пропиточные новообразования, чёрные/тёмно-бурые крапинки по всей толще, бурно вскипает от 10-% HCl, переход резкий, граница волнисто-затёчная, форма вихрей
[ACgк] / [AY**C_{Ca}, g, cr**], 484–500	влажный, светло-бурый белёсый, окраска неравномерная, завихрения бурого и тёмно-бурого цвета, на границе с верхним горизонтом заметны белёсые полосы, прерывистые вертикальные полосы сизого беловатого материала, тяжёлый суглинок, структура слаборазвитая глыбистая, уплотнён, тонкопористый, новообразования в виде белёсых разводов (карбонаты), тёмно-бурые/чёрные крапинки (точки), единичные охристые точки, бурно вскипает от 10-% HCl, переход резкий, граница волнисто-затёчная
[Cgк~~] / [C_{Ca}, g~~], 500–517	влажный, светло-бурый с сизым оттенком, окраска полосчатая, тяжёлый суглинок, структура слаборазвитая, комковато-глыбистая, уплотнён, тонкопористый, новообразования в виде чёрных точек и крапинок, единичные железистые новообразования, бурно вскипает от 10-% HCl, переход постепенный, граница волнисто-затёчная
[ACgк] / [AYC_{Ca}, g], 517–546	влажный, более тёмный буро-сизый, окраска неравномерная, затёчные клинья светло-бурого с сизым материала, мелкопесчаный, структура слаборазвитая комковатая, уплотнён, тонкопористый, новообразования в виде чёрных/тёмно-бурых точек/крапинок, бурно вскипает от 10-% HCl, переход резкий, граница ровная, местами затёчная
Д / D, 546–566	влажный, светло-красно-коричневый, окраска равномерная, средний суглинок, структура слаборазвитая комковатая, уплотнён, тонкопористый, единичные вкрапления карбонатов в виде псевдомицелия, тёмно-бурые/чёрные крапинки/точки, бурно вскипает от 10-% HCl, включения гальки по верхней границе горизонта, в горизонте проходят мерзлотные клинья, содержащие материал вышележащего горизонта, переход постепенный, граница ровная
Д / Dcm, 566–569	влажный, красно-коричневый, окраска равномерная, средний суглинок, структура слаборазвитая комковатая, уплотнён, тонкопористый, единичные вкрапления карбонатов в виде псевдомицелия, тёмно-бурые/чёрные крапинки/точки, бурно вскипает от 10-% HCl; в горизонте проходят мерзлотные клинья, содержащие материал вышележащего горизонта

Источник: Колесников С. И. Почвоведение с основами геологии. М.: РИОР, 2005. 150 с.; [18]

На рисунке 2 представлено полное строение отложений.



А. Верхняя часть разреза **Б.** Нижняя часть разреза

Рис. 2 / Fig. 2. Строение отложений левобережной террасы Енисея на стоянке Афонтова гора V (Красноярская лесостепь) / Structure of the left-bank terrace of the Yenisei River sediment section at the Afontova Gora V site (Krasnoyarsk forest-steppe)

Источник: фото авторов

Согласно выявленным морфологическим признакам можно предположить, что современная почва относится к типу чернозёмов обыкновенных.

С поверхности до глубины 40 см развит гумусово-аккумулятивный техногенный горизонт, это объясняется тем, что в настоящее время территория имеет плотную городскую застройку, и первозданный облик ландшафтов не сохранился.

В интервале глубин от 40 до 226 см представлены другие горизонты современной почвы. Цвет верхних горизон-

тов свидетельствует о недостаточно высоком содержании гумуса, что связано с перекрытием их техногенными отложениями. Прослеживаются признаки дёрнового и гумусово-аккумулятивного процессов. Почвообразование идёт по типу чернозёмов обыкновенных. С глубины 55 см (и до нижней границы разреза) отмечается бурное вскипание от 10% HCl, что свидетельствует о наличии карбонатов. Визуально карбонаты определяются в горизонтах по наличию псевдомицелия. Горизонт Ск (75–164 см) является поверхностью культурного горизонта. Ниже, до глубины 226 см, по сизому оттенку и наличию пропиточных охристых новообразований железа диагностируется слабый процесс оглеения. По гранулометрическому составу профиль современной почвы включает отложения лессовидных суглинков (от среднего до тяжёлого гранулометрического состава).

Ниже по разрезу с глубины 226 до 416 см закономерно друг друга сменяют горизонты тяжёлосуглинистого и глинистого состава, светло-бурого с охристо-красноватым или сизым оттенком, границы между которыми ровные, субгоризонтальные. Во всех горизонтах отмечаются следы оглеения и ожелезнения, которые диагностируются по наличию железистых новообразований в виде пятен, точек или конкреций. Выделяются радиальные новообразования охристого или ярко-сизые с охристым центром, предположительно, данный тип новообразований сформировался в полостях ходов растений (рис. 3).

В горизонтах на глубинах 266–280 см и 398–416 см выявляется тонкая слоистость, что может быть связано с

Рис. 3 / Fig. 3. Железистые новообразования / Ferruginous units

Источник: фото авторов

деятельностью временных или слабых постоянных водотоков (рис. 4).

На глубине 416 см отмечается поверхность второго культурного горизонта стоянки Афонтова гора V, которая совпадает с началом погребённого слаборазвитого почвенного профиля (416–484 см), по гранулометрическому составу относящемуся к лёгкой глине. Верхний горизонт погребённого профиля диагностируется по наличию тёмно-бурых гумусированных пятен. По всему профилю прослеживается процесс оглеения и наличие железистых новообразований.

Ниже, на глубине 484–517 см, фиксируется ещё один слаборазвитый тяжёлосуглинистый профиль погребённой почвы. В интервале глубин 484–500 см выделятся горизонт с завихрениями, сохраняющий неявную субгоризонтальную слоистость и сформированный солифлюкционными процессами. В горизонте отмечаются признаки накопления гумусированного материала, что говорит о наличии погребённого слаборазвитого почвенного профиля с чертами оглеения (до глубины 517 см), затронутого солифлюкционными процессами.

С глубины 517 см цвет мелкопесчаного горизонта меняется на более тёмный, что указывает на наличие гумусированного материала в форме небольших скоплений. Это свидетельствует о сформированном горизонте следующего погребённого почвенного профиля (со слабой степенью развития), мощность которого составляет 29 см. Ниже (до конца раз-

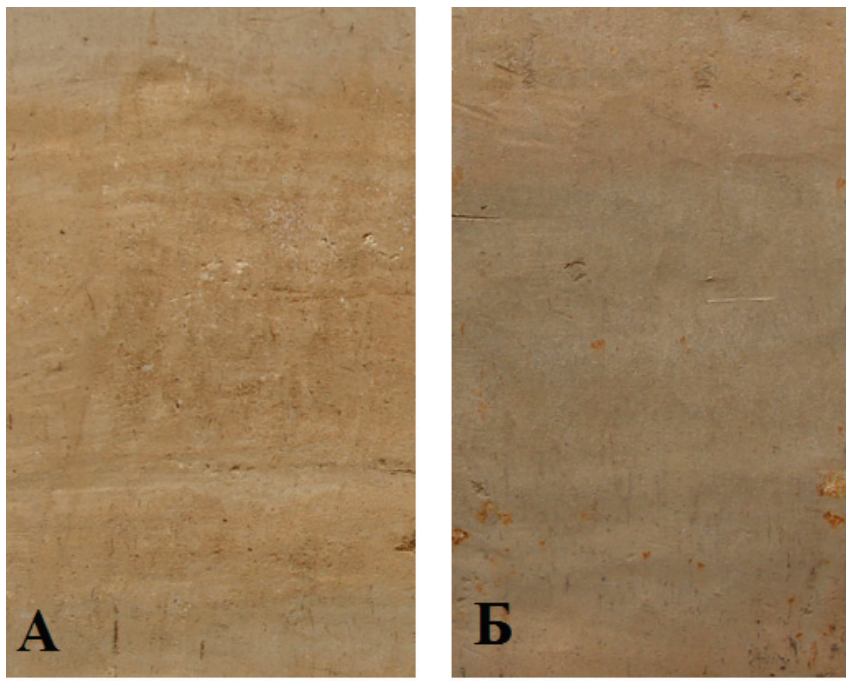


Рис. 4 / Fig. 4. Проявление тонкой слоистости на глубине 266–280 см (А) и 398–416 см (Б) / Features of thin layering at depth 266–280 cm (A) and 398–416 cm (Б)

Источник: фото авторов

реза) представлены подстилающие среднесуглинистые отложения красно-коричневого цвета окраски разной интенсивности. На поверхности горизонта 546–566 см отмечается наличие гальки, что, вероятно, связано с деятельностью временных или слабых постоянных водотоков.

Вся толща красноцветных отложений пронизана мерзлотными клиньями, содержащими материал вышележащего тёмного буро-сизого горизонта, что свидетельствует о мерзлотных процессах, происходящих с глубины 517 см (рис. 5).

Рис. 5 / Fig. 5. Проявления мерзлотных процессов в нижней части разреза / Features of the permafrost processes in the lower part of the section.

Источник: фото авторов

На основании исследований археологических материалов [19] выделены культурные слои, представленные зонами хозяйственной активности с каменными артефактами и костными остатками, связанными несистематичными золисто-углистыми заполнениями, пятнами охры и гумусированными линзами.

Почвенные профили отложений левобережной террасы р. Енисей Красноярской лесостепи

С опорой на морфологические признаки отложений было выделено 4 почвенных профиля, 3 из которых относятся к погребённым и слаборазвитым.

Согласно почвенной классификации[1] с поверхности развит чернозём обыкновенный среднесуглинистый на карбонатных лессовидных суглинках. Анализ геоморфологических условий (разрез заложен на широкой плоской гриве местного водораздела), содержание карбонатов и чрезмерно слабое проявление глеевого процесса не дают оснований к выделению почв лугово-чернозёмного типа. Для данного по-

[1] Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.

чвенного профиля характерны ведущие почвообразовательные процессы: гумусообразование и гумусонакопление (верхний горизонт), окарбоначивание (начиная со второго горизонта почвы), глеевый процесс (в нижней части профиля). Формирования данного типа почв связано с современными лесостепными условиями.

Таким образом, с поверхности выделяется гумусово-аккумулятивный, антропогенно-преобразованный горизонт, который, по Почвенной классификации 1977 г., обозначен как Акт, поскольку данная классификация ещё не имеет подробной системы деления антропогенно-преобразованных почв[1], по Классификации 2004 г.[2] ему соответствует темногумусовый горизонт, содержащий значительное количество урбо-индустриальных включений AUur, также возможно использование индекса UR (урбиковый горизонт или урбик), предложенного в качестве дополнения к Классификации и диагностике почв России 2004 г. [7; 20]. Ниже представлены гумусовый горизонт A[3] или темногумусовый AU[4]; иллювиально-карбонатный Вк[5] или аккумулятивно-карбонатный горизонт ВСА[6]; материнская карбонатная порода Ск[7] или материнская порода с карбонатами в форме псевдомицелия $C_{Ca,}$ mc[8]. По морфологическим признакам под антропогенно-преобразованным горизонтом выделен чернозём обыкновенный глубоковскипающий укороченный малогумусный[9], по Классификации 2004 г. [7] почва также относится к типу чернозёмов, а наличие карбонатов в виде псевдомицелия позволяет отнести её к подтипу миграционно-мицелярного.

Первый погребённый почвенный профиль (416–484 см) является наиболее мощным (из всех обнаруженных), однако развит очень слабо, ярко-выраженных маркеров того или иного типа почвообразования не выявлено. В верхнем горизонте профиля прослеживаются признаки гумусообразования в виде тёмно-бурых пятен, по всей толще обмечаются следы переувлажнения (глеевый процесс) и окарбоначивания.

Второй погребённый профиль (484–546 см) является маломощным, слаборазвитым, состоит из двух горизонтов, верхний из которых является турбированным с ярко выраженным проявлением солифлюкционных процессов. Профиль выделен по наличию завихрений бурого и тёмно-бурого цвета в верхнем горизонте профиля. Хорошо выражены процессы оглеения и окарбоначивания.

Третий погребённый профиль связан с мерзлотными процессами, является маломощным и слаборазвитым (517–546 см). Выделен по проявлению более тёмной окраски, по сравнению с вышележащим горизонтом. Выражены глеевый процесс и процесс окарбона-

[1] Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.

[2] Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

[3] Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.

[4] Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

[5] Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.

[6] Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

[7] Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.

[8] Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

[9] Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.

чивания. Профиль сформирован на подстилающих красноцветных отложениях.

Горизонты погребённых почв обладают гидроморфными признаками и высокой плотностью, что указывает на гидроморфные условия их формирования в позднем плейстоцене.

Заключение

Таким образом, на основании изучения морфологии отложений левобережной террасы р. Енисей Красноярской лесостепи выявлена полная стратиграфическая последовательность разреза, установлено формирование современной почвы – чернозёма обыкновенного. Выделены 3 слаборазвитых погребённых почвенных профиля. Проявление признаков солифлюкционных процессов на глубине 484–500 см, наличие мерзлотных клиньев с глубины 546 см говорят о переувлажнении территории и мерзлотных процессах в финале позднего плейстоцена. Присутствие мелкой субгоризонтальной слоистости на глубинах 266–280 и 398–416 см, мелкой гальки на глубине 546 см свидетельствует о деятельности временных или слабых постоянных водотоков. С глубины 164 см проявляется сизый оттенок и железистые новообразования, что подтверждает наличие процесса оглеения. Гранулометрический состав изменяется от мелкопесчаного до глинистого, материнские породы современной почвы представлены лессовидным суглинком, подстилающие породы – красно-коричневым средним суглинком – переотложенным девонским материалом. Отложения являются карбонатными, бурное вскипание от HCl происходит с глубины 55 см и до подошвы разреза.

Результаты морфологических исследований показали, что условия образования первого культурного горизонта (поверхность горизонта Ск 75–164 см) и, соответственно, условия жизни древнего человека были приближены к современным лесостепным условиям. Второй культурный горизонт (поверхность горизонта ACgк 416–442 см) формировался в условиях переувлажнения и относительно пониженных температур, содержит остаточные проявления деятельности водотоков.

Статья поступила в редакцию 26.05.2022

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова З. А. Палеолит Енисея. Афонтовская культура. Новосибирск: Наука, 1979. 157 с.
2. Артемьев Е. В. Афонтова Гора II. Новые данные. Дополнение к контексту // Древности Приенисейской Сибири: сб. науч. трудов. Вып. 4. Красноярск, 2005. С. 32–44.
3. Археологические комплексы позднего палеолита стоянки Афонтова Гора II (по материалам раскопок 2014 года) / А. П. Деревянко, В. С. Славинский, А. А. Цыбанков, Д. Н. Лысенко, Н. И. Дроздов, С. А. Гладышев, Е. П. Рыбин и др. // Stratum plus. Archaeology and Cultural Anthropology. 2017. № 1. С. 175–199.
4. Археологический материал и палеогеография многослойной стоянки Шалунин бык / Н. П. Макаров, П. В. Мандрыка, А. Ф. Ямских, Г. Ю. Ямских // Палеогеография Средней Сибири: сб. научн. трудов. Вып. 2. Красноярск, 1995. С. 113–135.
5. Астахов С. Н. Палеолит Енисея. Палеолитические стоянки на Афонтовой горе в г. Красноярске. СПб.: Европейский дом, 1999, 207 с.

6. Геологическая обстановка среднеплейстоценовой палеолитической стоянки Усть-Ижуль 1 (юг Средней Сибири) / С. А. Лаухин, Е. В. Акимова, Н. Д. Оводов, Н. И. Дроздов, И. В. Стасюк, Е. А. Томилова // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 1999. № 2. С. 105–114.
7. Герасимова М. И. Классификация почв России: путь к следующей версии // Почвоведение. 2019. № 1. С. 32–42.
8. Горшков С. П. Геологический возраст и палеогеографические особенности формирования террас среднего течения Енисея // Доклады Академии наук. 1961. Т. 137. № 5. С. 1181–1184.
9. Горшков С. П. Проблема сопоставления плейстоценовых отложений внеледниковой зоны Приенисейской Сибири с отложениями в ледниковой зоне // Четвертичные оледенения Средней Сибири. М.: Наука, 1986. С. 45–101.
10. Громов В. И. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР. М.: АН СССР, 1948. 524 с.
11. Дергачева М. И. Археологическое почвоведение. Новосибирск: СО РАН, 1997. 228 с.
12. Почвы в биосфере и жизни человека / Г. В. Добровольский, Г. С. Куст, И. Ю. Чернов, Т. Г. Добровольская, Л. В. Лысак, О. В. Андреева, А. Л. Степанов и др. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. 584 с.
13. Дроздов Н. И., Артемьев Е. В. Палеолит Афонтовой Горы: последние данные – новые вопросы // Археология, этнография и антропология Евразии. 2007. № 1 (29). С. 39–45.
14. Геологическое строение и постседиментационные деформации археологического памятника Афонтова Гора II (г. Красноярск, Сибирь) / И. Д. Зольников, Е. В. Деев, В. С. Славинский, А. А. Цыбанков, Е. П. Рыбин, Д. Н. Лысенко, И. В. Стасюк // Геология и геофизика. 2017. Т. 58. № 2. С. 231–242.
15. Лаухин С. А. Стратиграфия плейстоценовых отложений внеледниковой зоны бассейна Енисея // Четвертичные оледенения Средней Сибири. М.: Наука, 1986. С. 85–95.
16. Макаров Н. П., Мартынович Н. В., Оводов Н. Д. Пещера Еленева – многослойный голоценовый памятник на Среднем Енисее. Краткие итоги изучения // Пещеры: охрана, история исследований, культура, туризм, современное состояние и перспективы научных исследований в пещерах на территории бывшего СССР: мат-лы научн.-практ. конференции. Красноярск, 2009. С. 81–103.
17. Межстадиал сартанского криохрона (Мис-2) Иртыш-Ишимского междуречья по данным фауны моллюсков / С. А. Лаухин, А. Ф. Санько, С. И. Ларин, Ф. Е. Максимов // Актуальные вопросы инженерной геологии, гидрогеологии и рационального недропользования: мат-лы IX Университетских геологических чтений. Минск: Издательский центр БГУ, 2015. С. 83–85.
18. Методика палеопедологических исследований / М. Ф. Веклич, Ж. Н. Матвиишина, В. В. Медведев, Н. А. Сиренко, К. Н. Федоров. Киев: Наукова думка, 1979. 272 с.
19. Мещерин М. Н., Барков А. В., Муратов Е. С. Спасательные работы на объекте археологического наследия Афонтова гора V в 2020 году // Путеводитель полевой экскурсии. Геология палеолита Северной Азии: к столетию со дня рождения С. М. Цейтлина. Красноярск: Ситалл, 2020. С. 31–44.
20. Морфологические свойства почв археологических памятников г. Уфы (Республика Башкортостан) / Р. Р. Сулейманов, А. Я. Кунгурцев, А. С. Проценко, И. А. Шутелева, Н. Б. Щербаков // Экобиотех. 2019. Т. 2. № 4. С. 462–467.
21. Нагорский М. П. Материалы по геологии четвертичных отложений Центральной части Красноярского района // Вестник Западно-Сибирского геологического управления. 1937. № 5. С. 17–31.

22. Новейшие геоархеологические изыскания на Афонтовой Горе II / М. Н. Мещерин, М. Ю. Опекунова, В. А. Голубцов, Д. Н. Лысенко, А. М. Клементьев, Ф. Е. Максимов, Е. А. Филатов // Евразия в кайнозое. Стратиграфия, палеоэкология, культуры. 2018. № 7. С. 142–149.
23. Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий / отв. ред. В. О. Таргульян, С. В. Горячкин. М.: ЛКИ, 2008. 692 с.
24. Позднепалеолитическая стоянка Афонтова Гора 2 – новые результаты геоархеологического исследования / Н. И.Дроздов, Е. В. Артемьев, В. П. Чеха, П. Хазартс // Проблемы археологии и палеоэкологии Северной, Восточной и Центральной Азии: мат-лы международной конференции «Из века в век». Новосибирск: Институт археологии и этнографии Сибирского отделения Российской академии наук, 2013. С. 117–121.
25. Роль геоинформационных технологий в развитии экологического туризма Красноярской дестинации / И. А. Вайсброт, Г. Ю. Ямских, В. И. Чернов, О. С. Орлова // Географическая среда и живые системы. 2022. № 1. С. 93–109. DOI: 10.18384/2712-7621-2022-1-93-109
26. Савенков И. Т. Каменный век в Минусинском крае. М.: тип. М. Г. Волчанинова, 1896. 87 с.
27. Таргульян В. О., Бронникова М. А. Память почв: теоретические основы концепции, современное состояние и перспективы развития // Почвоведение. 2019. № 3. С. 259–275.
28. Цейтлин С. М. Верхнепалеолитическая стоянка Афонтова Гора II (результаты новых геологических исследований) // Четвертичная геология и геоморфология Сибири: сб. статей. Ч. 1. Новосибирск: Наука, 1969. С. 135–145.
29. Ямских А. А. Полевой почвенный генетический анализ (на примере почв юга Средней Сибири). Красноярск: Красноярский государственный университет, 2004. 110 с.
30. Ямских А. Ф. Осадконакопление и террасообразование в речных долинах Южной Сибири. Красноярск, 1993. 226 с.
31. Ямских А. Ф. Полицикловое террасообразование и статиграфическое расчленение четвертичных отложений речных долин ледниковой зоны Приенисейской Сибири. Красноярск: КГПИ, 1992. 55 с.
32. Ямских Г. Ю. Плейстоцен-голоценовые климаты и растительность Красноярской котловины // Пути эволюционной географии: мат-лы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти проф. А. А. Величко. М., 2016. С. 386–390.
33. Archeology of the Lu City: Place memory and urban foundation in Early China / M. Li, H. Fang, T. X. Zheng, A. Rosen, H. Wright, J. Wright, Y. Wang // Archaeological Research in Asia. 2018. Vol. 14. P. 151–160. DOI: 10.1016/j.ara.2017.02.006
34. Soil Formation, Subaerial Sedimentation Processes and Ancient Cultures during MIS 2 and the Deglaciation Phase MIS 1 in the Baikal–Yenisei Siberia (Russia) / G. Vorobieva, N. Vashukevich, N. Berdnikova, I. Berdnikov, D. Zolotarev, S. Kuklina, E. Lipnina // Geosciences. 2021. № 11 (8). DOI: https://doi.org/10.3390/geosciences11080323

REFERENCES

1. Abramova Z. A. *Paleolit Yeniseya. Afontovskaya kultura.* [Paleolithic of the Yenisei River. Afontovsk culture.]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1979. 157 p.
2. Artemyev Ye. V. [Afontova Gora II. New data. Complementing the context]. In: *Drevnosti Prieniseiskoi Sibiri: sbornik naychnykh trydov. Vyp. 4* [Antiquities of the Yenisei Siberia: Collection of scientific papers. Iss. 4.]. Krasoyarsk, 2005. P. 32–44.
3. Derevyanko A. P., Slavinskiy V. S., Tsybankov A. A., Lysenko D. N., Drozdov N. I., Gladyshev S. A., Rybin Ye. P. [Late Paleolithic archaeological complexes of the Afontova

Gora II site (based on excavations in 2014)]. In: *Stratum plus. Archaeology and Cultural Anthropology*, 2017, no. 1, pp. 175–199.
4. Makarov N. P., Mandryka P. V., Yamskikh A. F., Yamskikh G. Yu. [Archaeological material and paleogeography of the multilayer Shalunin Byk site]. In: *Paleogeografija Srednei Sibiri. Vip. 2* [Paleogeography of Central Siberia. Iss. 2.]. Krasnojarsk, 1995. P. 113–135.
5. Astakhov S. N. *Paleolit Yeniseya. Paleoliticheskie stoyanki na Afontovoy gore v g. Krasnoyarske* [Paleolithic of the Yenisei River. Paleolithic sites on Afontova gora in Krasnoyarsk]. St. Petersburg, Evropeisky dom Publ., 1999, 207 p.
6. Laukhin S. A., Akimova Ye. V., Ovodov N. D., Drozdov N. I., Stasyuk I. V., Tomilova Ye. A. [Geological setting of the Middle Pleistocene Paleolithic site Ust-Izhul 1 (south of Central Siberia)]. In: *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii* [Bulletin of Archeology, Anthropology and Ethnography], 1999, no. 2, pp. 105–114.
7. Gerasimova M. I. [Classification of soils in Russia: path to a next version]. In: *Pochvovedenie* [Eurasian soil science], 2019, no. 1, pp. 32–42.
8. Gorshkov S. P. [Geological age and paleogeographic features of the formation of terraces of the middle course of the Yenisei River]. In: *Doklady Akademii nauk* [Reports of the Academy of Sciences], 1961, vol. 137, no. 5, pp. 1181–1184.
9. Gorshkov S. P. [The problem of comparing the Pleistocene deposits of the extra-glacial zone of the Yenisei Siberia with deposits in the glacial zone]. In: *Chetvertichnye oledeneniya Srednei Sibiri* [Quaternary glaciations of Central Siberia]. Moscow, Nauka Publ., 1986. P. 45–101.
10. Gromov V. I. *Paleontologicheskoe i arkheologicheskoe obosnovanie stratigrafii kontinental'nykh otlozhenii chetvertichnogo perioda na territorii SSSR* [Paleontological and archaeological substantiation of the stratigraphy of continental deposits of the Quaternary period on the territory of the USSR]. Moscow, AN SSSR Publ., 1948. 524 p.
11. Dergacheva M. I. *Arkheologicheskoe pochvovedenie* [Archaeological soil science]. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN Publ., 1997. 228 p.
12. Dobrovolskiy G. V., Kust G. S., Chernov I. Yu., at al. *Pochvy v biosfere i zhizni cheloveka* [Soils in the biosphere and human life]. Moscow, FGOY VPO MGYL Publ., 2012. 584 p.
13. Drozdov N. I., Artemyev Ye. V. [Paleolithic of Afontova Gora: latest data – new questions]. In *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Yevrazii* [Archeology, ethnography and anthropology of Eurasia], 2007, no. 1 (29), pp. 39–45.
14. Zolnikov I. D., Deyev Ye. V., Slavinskiy V. S., Tsybankov A. A., Rybin Ye. P., Lysenko D. N., Stasyuk I. V. [Geological structure and post-sedimentary deformations of an archaeological site Afontova Gora II (Krasnoyarsk, Siberia)]. In: *Geologiya i geofizika* [Geology and geophysics], 2017, vol. 58, no. 2, pp. 231–242.
15. Laukhin S. A. *Stratigrafiya pleystotsenovykh otlozhenii vnelednikovoi zony basseina Yeniseya* [Stratigraphy of the Pleistocene deposits of the extraglacial zone of the Yenisei basin]. In *Chetvertichnye oledeneniya Srednei Sibiri* [Quaternary glaciations of Central Siberia]. Moscow, Nauka Publ., 1986. P. 85–95.
16. Makarov N. P., Martynovich N. V., Ovodov N. D. [Eleneva Cave as a multi-layered Holocene monument on the Middle Yenisei. Brief summary of the study]. In: *Peshchery: okhrana, istoriya issledovanii, kultura, turizm, sovremennoe sostoyanie i perspektivy nauchnykh issledovanii v peshcherakh na territorii byvshego SSSR: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Caves: protection, research history, culture, tourism, current state and prospects of scientific research in caves in the territory of the former USSR]. Krasnojarsk, 2009. P. 81–103.

17. Lauhin S. A., Sanko A. F., Larin S. I., Maksimov F. E. [Interstadial Sartan cryochron (Mis-2) of the Irtysh-Ishim interfluve according to the data of the mollusk fauna]. In: *Aktualnye voprosy inzhenernoi geologii, gidrogeologii i ratsionalnogo nedropolzovaniya: materialy IX Universitetskikh geol. Chtenii* [Topical issues of engineering geology, hydrogeology and rational subsoil use: materials of the 9th University Geological Readings]. Minsk, Izdatelskiy centr BGU Publ., 2015. P. 83–85.
18. Veklich M. F., Matviishina Zh. N., Medvedev V. V., Sirenko N. A., Fedorov K. N. *Metodika paleopedologicheskikh issledovanii* [Methods of paleopedological research]. Kiev, Naykova dymka Publ., 1979. 272 p.
19. Meshcherin M. N., Barkov A. V., Muratov Ye. S. [Rescue work at the archaeological heritage site Afontova Gora V in 2020]. In: *Putevoditel polevoi ekskyrsii. Geologiya paleolita Severnoy Azii: k stoletiu so dnya rozhdeniya S. M. Tseitlina.* [Field trip guide. Geology of the Paleolithic of North Asia: on the centenary of the birth of S. M. Tseitlin.]. Krasnoyarsk, Sitall Publ., 2020. P. 31–44.
20. Suleymanov R. R., Kungurtsev A. Ya., Protsenko A. S., Shuteleva I. A., Shcherbakov N. B. [Morphological properties of archaeological site soils in Ufa (Republic of Bashkortostan)]. In: *Ecobiotech* [Ecobiotech], 2019, vol. 2, no. 4, pp. 462–467.
21. Nagorski M. P. *Materialy po geologii chetvertichnkyh otlozhenii Centralnoi chasti Krasnoyarskogo raiona* [Materials on the geology of Quaternary deposits of the Central part of the Krasnoyarsk region]. In: *Vestnik Zapadno-Sibirskogo geologicheskogo upravleniya* [Bulletin of West Siberian Geological Administration], 1937, no. 5, pp. 17–31.
22. Meshherin M. N., Opekunova M. Yu., Golubcov V. A., Lysenko D. N., Klementev A. M., Maksimov F. E., Filatov E. A. [Recent Geoarchaeological Research of Afontova Gora 2]. In: *Evraziya v kainozoe. Stratigrafiya, paleojekologiya, kultury* [Eurasia in the Cenozoic. Stratigraphy, Paleoecology, Cultures]. 2018, vol. 7, pp. 142–149.
23. Targulian V. O., Goryachkin S. V., eds. *Pamyat pochv: Pochva kak pamyat' biosferno-geosferno-antroposfernykh vzaimodeystvii* [Soil memory: Soil as a memory of biosphere–geosphere–anthroposphere interactions]. Moscow, Izdatelstvo LKI Publ., 2008. 692 p.
24. Drozdov N. I., Artemyev Ye. V., Chekha V. P., Khazarts P. [Late Paleolithic site Afontova Gora 2: New results of geoarchaeological research]. In: *Problemy arkheologii i paleoekologii Severnoi, Vostochnoi i Tsentralnoi Azii: mat-ly mezhdunarodnoi konferentsii "Iz veka v vek"* [Problems of archeology and paleoecology of North, East and Central Asia. Proceedings of the international conference "From century to century"]. Novosibirsk: Institut arkheologii i etnografii Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk Publ., 2013. P. 117–121.
25. Vaisbrot I. A., Yamskikh G. Yu., Chernov V. I., Orlova O. S. [Role of geoinformation technologies in the development of ecological tourism of the Krasnoyarsk destination]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [Geographical Environment and Living Systems], 2022, no. 1, pp. 93–109. DOI: 10.18384/2712-7621-2022-1-93-109
26. Savenkov I. T. *Kamennyi vek v Minusinskom krae* [Stone Age in the Minusinsk Territory]. Moscow, tipografiya M. G. Volchaninova Publ., 1896. 87 p.
27. Targulyan V. O., Bronnikova M. A. [Soil memory: theoretical foundations of the concept, current state and development prospects]. In: *Pochvovedenie* [Eurasian soil science], 2019, no. 3, pp. 259–275.
28. Tseitlin S. M. [Upper Paleolithic site Afontova Gora II (results of new geological research)]. In: *Chetvertichnaya geologiya i geomorfologiya Sibiri: sb. statei. Ch. 1* [Quaternary geology and geomorphology of Siberia: collection of articles. Part 1]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1969. P. 135–145.

29. Yamskikh A. A. *Polevoi pochvennyi geneticheskii analiz (na primere pochv yuga Srednei Sibiri)* [Field soil genetic analysis (on the example of soils in the south of Central Siberia)]. Kranoyarsk, Krasnoyarskiy gosudarstvennyy yniversitet Publ., 2004. 110 p.
30. Yamskikh A. F. *Osadkonakoplenie i terrasoobrazovanie v rechnykh dolinakh Yuzhnoi Sibiri* [Sedimentation and terrace formation in the river valleys of Southern Siberia]. Krasnojarsk, 1993. 226 p.
31. Yamskikh A. F. *Politsiklovoe terrasoobrazovanie i statigraficheskoe raschlenenie chetvertichnykh otlozhenii rechnykh dolin lednikovoi zony Prieniseiskoi Sibiri* [Polycycle terrace formation and statigraphic subdivision of Quaternary deposits of river valleys in the glacial zone of Yenisei Siberia]. Krasnojarsk, KGPI Publ., 1992. 55 p.
32. Yamskikh G. Yu. [Late Pleistocene-Holocene Climate and Vegetation in the Krasnoyarsk Basin]. In: *Puti evolyutsionnoi geografii: materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi pamyati prof. A. A. Velichko* [Routes of Evolutionary Geography: proceedings of the Scientific Conference in memory of prof. A. A. Velichko]. Moscow, 2016. P. 386–390.
33. Li M., Fang H., Zheng T. X., Rosen A., Wright H., Wright J., Wang Y. Archeology of the Lu City: Place memory and urban foundation in Early China. In: *Archaeological Research in Asia*, 2018, vol. 14, pp. 151–160. DOI: 10.1016/j.ara.2017.02.006
34. Vorobieva G., Vashukevich N., Berdnikova N., Berdnikov I., Zolotarev D., Kuklina S., Lipnina E. Soil Formation, Subaerial Sedimentation Processes and Ancient Cultures during MIS 2 and the Deglaciation Phase MIS 1 in the Baikal–Yenisei Siberia (Russia). In *Geosciences*, 2021, no. 11 (8). DOI: https://doi.org/10.3390/geosciences11080323

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Жаринова Наталья Юрьевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры географии Института экологии и географии Сибирского федерального университета;
e-mail: nata_1986@bk.ru

Ямских Галина Юрьевна – доктор географических наук, профессор, зав. кафедрой географии Института экологии и географии Сибирского федерального университета;
e-mail: yamskikh@mail.ru

Макарчук Дарья Евгеньевна – кандидат географических наук, доцент кафедры географии Института экологии и географии Сибирского федерального университета;
e-mail: bolkunova91@mail.ru

Вайсброт Игорь Анатольевич – аспирант кафедры географии Института экологии и географии Сибирского федерального университета;
e-mail: igor.vat.7@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalya Yu. Zharinova – Cand. Sci. (Biology), Assoc. Prof., Department of Geography, Institute of Ecology and Geography, Siberian Federal University;
e-mail: nata_1986@bk.ru

Galina Yu. Yamskikh – Dr. Sci. (Geography), Prof., Departmentally Head, Department of Geography, Institute of Ecology and Geography, Siberian Federal University;
e-mail: yamskikh@mail.ru

Darya E. Makarchuk – Cand. Sci. (Geography), Assoc. Prof., Department of Geography, Institute of Ecology and Geography, Siberian Federal University;
e-mail: bolkunova91@mail.ru

Igor A. Vaisbrot – Postgraduate Student, Department of Geography, Institute of Ecology and Geography, Siberian Federal University;
e-mail: igor.vat.7@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Жаринова Н. Ю., Ямских Г. Ю., Макарчук Д. Е., Вайсброт И. А. Морфологическая характеристика отложений левобережной террасы р. Енисей в пределах Красноярской лесостепи // Географическая среда и живые системы. 2022. № 3. С. 24–43.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-24-43

FOR CITATION

Zharinova N. Yu., Yamskikh G. Yu., Makarchuk D. E., Vaisbrot I. A. Morphological characteristics of the Yenisei river left-bank terrace deposits on the territory of the Krasnoyarsk forest-steppe. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2022, no. 3, pp. 24–43.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-24-43

ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОХРАНА ЛАНДШАФТОВ

УДК 551.4.042:911.9
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-44-59

РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССОВ ОВРАЖНОЙ ЭРОЗИИ В ВУЛКАНИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТАХ ПРИРОДНОГО ПАРКА «КЛЮЧЕВСКОЙ»

Кузьмичев И. С., Медведков А. А., Скроб П. В.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Провести анализ условий развития эрозионных процессов в вулканических ландшафтах при механических нарушениях, вызванных развитием стихийного туризма на одной из территорий кластерного объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО «Вулканы Камчатки».

Процедуры и методы. Проведён анализ картографических материалов, данных дистанционного зондирования и научных публикаций по району исследования, предварявших полевые изыскания на территории Ушковского дола. Для оценки морфометрических особенностей территории и анализа морфологической структуры ландшафтов природного парка «Ключевской» использованы цифровая модель рельефа SRTM и архив данных дистанционного зондирования Геологической службы США. На участках с наибольшей туристической нагрузкой производились полевые исследования эрозионных форм рельефа.

Результаты. На камеральном этапе сформулирована гипотеза о наличии многолетнемёрзлых пород. Об этом свидетельствовали морфологические признаки – озерные котловины округлой формы, в генетическом отношении похожие на термокарстовые озера. В полевых маршрутах установлено наличие многолетнемёрзлых пород в бортах форм линейной эрозии, что свидетельствует об их термоэрозионном происхождении и о чрезвычайно высокой уязвимости вулканических ландшафтов с ледовым компонентом к механическим воздействиям. По результатам проведённого анализа для придорожных участков, нарушенных процессами овражной эрозии, предложены мероприятия по охране природы.

Теоретическая и/или практическая значимость. Полученные выводы могут быть использованы для планирования мероприятий по охране природы вулканических ландшафтов и для обоснования принятия управленческих решений с целью минимизации экологических рисков, вызванных стихийным туризмом.

© CC BY Кузьмичев И. С., Медведков А. А., Скроб П. В.

Ключевые слова: линейная эрозия, лёд в вулканических отложениях, горные ландшафты, природно-туристские ресурсы, вулкан Ушковский, Ключевская группа вулканов, «Вулканы Камчатки», природное наследие ЮНЕСКО

THE DEVELOPMENT OF GULLY EROSION PROCESSES IN VOLCANIC LANDSCAPES OF THE KLYUCHEVSKOY NATURE PARK

I. Kuzmichev, A. Medvedkov, P. Skrob

Lomonosov Moscow State University
Leninskie Gory 1, Moscow 119991, Russian Federation

Abstract

Aim. We analyze conditions for the development of erosion processes in volcanic landscapes under mechanical disturbances caused by spontaneous tourism in one of the territories of the "Volcanoes of Kamchatka" included in the list of the UNESCO World Natural Heritage Sites.

Methodology. Cartographic materials, remote sensing data and scientific publications on the territory in question are analyzed before proceeding with field studies within the Ushkovsky Valley. The morphometric features of the territory and the morphological structure of the landscapes of the Klyuchevskoy Nature Park are respectively assessed and analyzed using the SRTM digital relief model and the archive of remote sensing data of the US Geological Survey. Field studies of erosive landforms are performed in areas with the greatest tourist load.

Results. At the desk stage, a hypothesis is formulated about the presence of permafrost rocks, which is evidenced by morphological features, such as lake basins of rounded shape that are genetically similar to thermokarst lakes. In the field routes, the presence of permafrost rocks in the sides of linear erosion forms is established, which indicates their thermoerosion origin and the extremely high vulnerability of volcanic landscapes with an ice component to mechanical disturbances. Based on the results of the analysis, nature protection measures are proposed for gully-eroded roadside areas.

Research implications. The results of the study can be used to plan measures to protect the nature of volcanic landscapes and to justify management decisions for minimizing environmental risks caused by spontaneous tourism.

Keywords: linear erosion, ice in volcanic deposits, mountain landscapes, natural and tourist resources, Ushkovsky volcano, Klyuchevskaya group of volcanoes, Volcanoes of Kamchatka, UNESCO Natural Heritage

Введение

Камчатский край является одним из центров российского туризма. Камчатка привлекает туристов прежде всего своими вулканическими ландшафтами, эстетическая ценность и разнообразие которых очевидны. Это обстоятельство выражается в устойчивой тенденции роста туристического потока[1] только в 2021 г. Камчатский край посетили около 250 тыс. туристов, в ближайшей перспективе ожидается дальнейший рост числа рекреантов.

[1] Туризм. Интерфакс: [сайт]. URL: https://tourism.interfax.ru/ru/news/articles/83555/ (дата обращения: 15.09.2022).

В качестве одного из туристических аттракторов Камчатки выступает крупнейшая на полуострове группа вулканов – Ключевская. Этот район активного вулканизма расположен в 500 км к северу от административного центра Камчатского края. Район указанной группы вулканов относится к территории природного парка «Ключевской», это один из кластеров сети природных парков регионального значения «Вулканы Камчатки», входящий в состав объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО. Данный статус усиливает интерес к объекту со стороны туристов. Вместе с тем высокая туристическая привлекательность территории – это ещё вызов для охраны природы, требующий планирования и обустройства туристических маршрутов [17], а также проведения мониторинговых исследований и изучения факторов развития неблагоприятных природных процессов в условиях механического воздействия на почвогрунты.

Рассмотрение поставленного вопроса требует анализа конкретных ситуаций. Так, сегодня в связи с нерегулируемым воздействием транспортных средств нарушается целостность поверхности лавового плато Ушковский дол (примыкает к юго-западному и западному склонам Ушковского вулкана и вулкана Камень соответственно), формируются предпосылки для развития форм линейной эрозии. Развитие водно-эрозионных процессов в форме промоин и оврагов снижает эстетическую привлекательность территории и угрожает безопасности туристов, создавая риск выведения территории из рекреационного использования на продолжительное время. Для природного парка «Ключевской» это, прежде всего, актуально для первой половины маршрута от туристической стоянки «Столик» до стоянки «Поляна эдельвейсов», поэтому указанный участок будет выступать в качестве ключевого по обозначенной проблеме.

Для разработки научных основ по охране природы, применительно к природным условиям конкретной территории, требуется решить следующие задачи:

1. выявить корреляционные связи между компонентами ландшафта в ненарушенных условиях;

2. оценить роль факторов, способствующих развитию эрозионных процессов на антропогенно нарушенных участках;

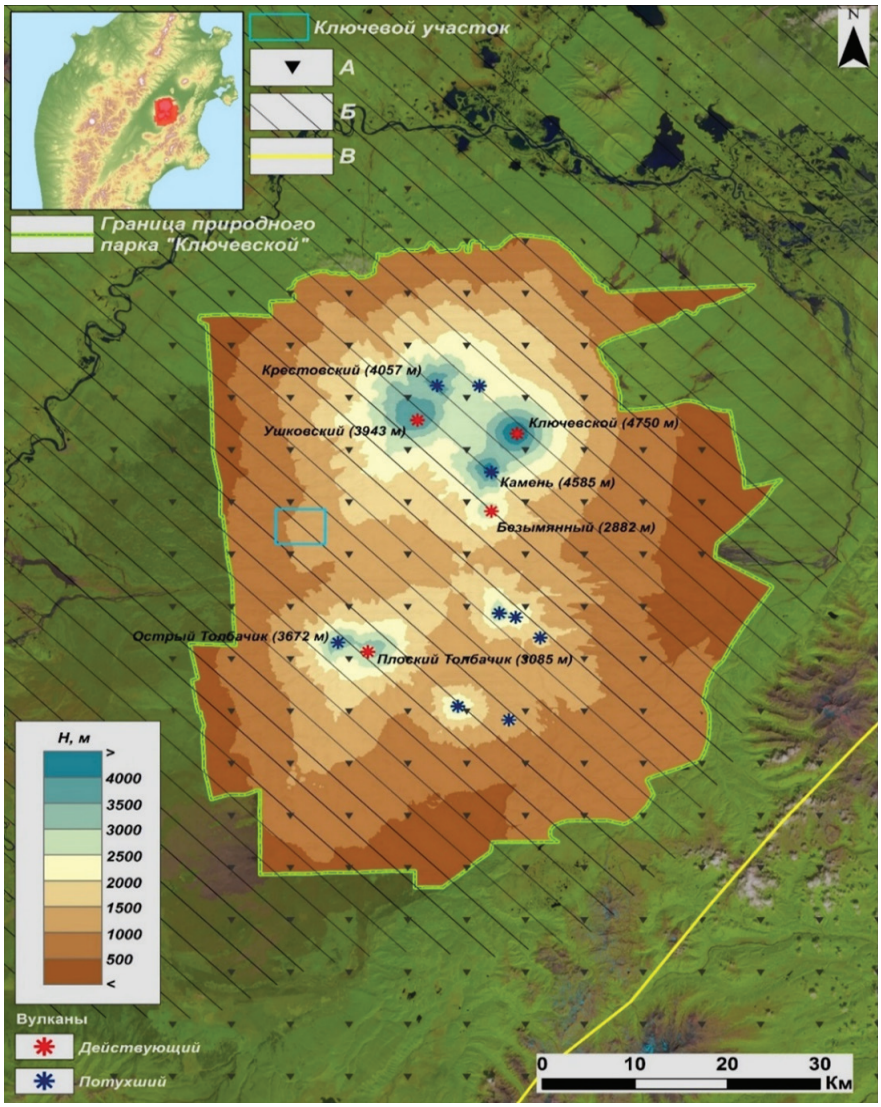
3. сформировать на основе полученных выводов начальные рекомендации для принятия управленческих решений на охраняемой территории.

Район исследования

Анализ картографических материалов[1] [18], данных дистанционного зондирования[2] и научных публикаций [1; 3; 4; 9–10; 11–16; 19] предваряли полевые изыскания на ключевом участке, который на рисунках 1–2 обозначен прямоугольником. Для оценки морфометрических особенностей террито-

[1] Национальный атлас России. Природа. Экология. Т. 2. М.: Роскартография, 2007; Сеть природных парков «Вулканы Камчатки». Природный парк «Ключевской»: [сайт]. URL: https://vulcanikamchatki.ru/territoriya/klaster_klyuchevskoj/ (дата обращения: 15.09.2022).

[2] Карта четвертичных образований территории Российской Федерации. Схема распространения многолетнемерзлых и сезонномерзлых пород: Масштаб 1:50000000 / под ред. О. В. Петрова. ВСЕГЕИ, 2014; Атлас СССР / под ред. В.В. Точенова М.: ГУГК, 1983. 260 с.



Условные обозначения:

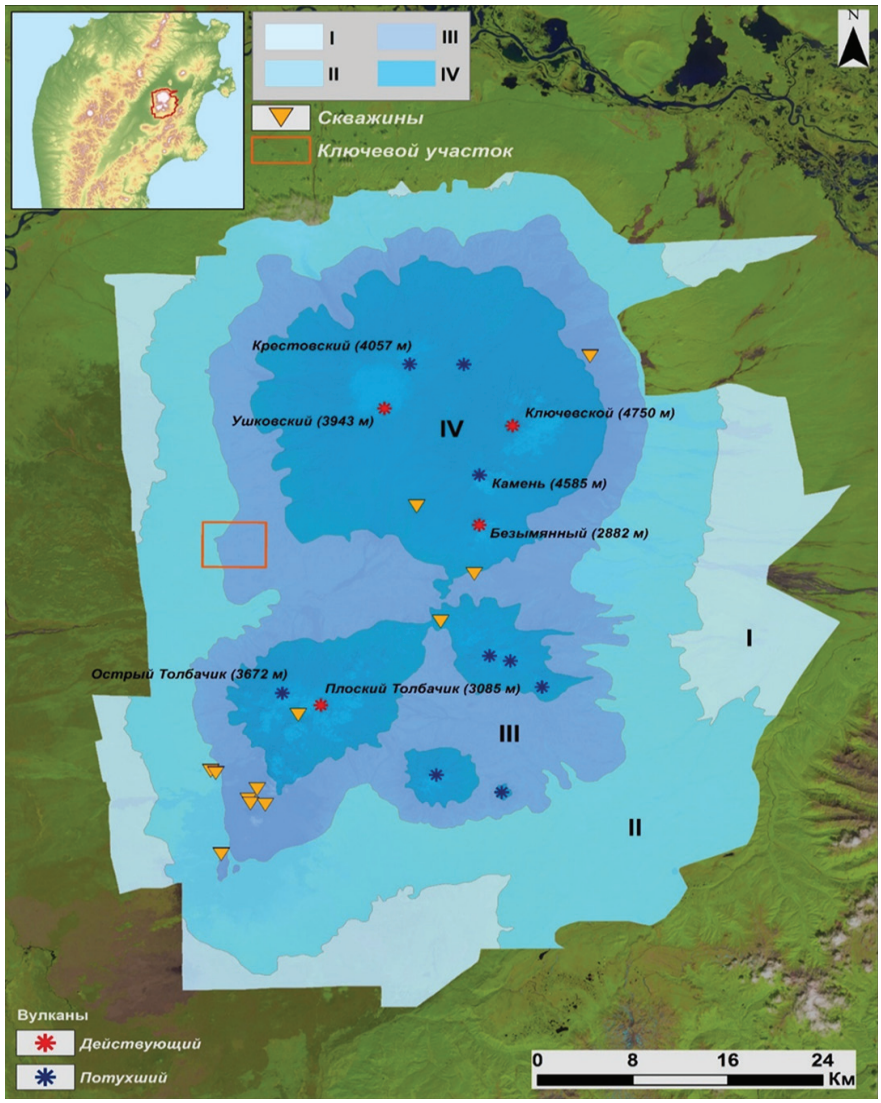
А – область островного распространения (<50%) многолетнемёрзлых пород в горных областях[1], со среднегодовой температурой пород от 1…-1°С и льдистостью мёрзлых пород от 20 до 40%;

Б – область островного распространения многолетнемёрзлых пород;

В – юго-восточная граница распространения многолетнемёрзлых пород.

Рис. 1 / Fig. 1. Геокриологические условия на территории природного парка «Ключевской» / Geocryological conditions on the territory of the Klyuchevskoy Nature Park

Источник: составлено авторами по: Атлас СССР / под ред. В.В. Точенова М.: ГУГК, 1983. 260 с.; Карта четвертичных образований территории Российской Федерации. Схема распространения многолетнемерзлых и сезонномерзлых пород: Масштаб 1:50000000 / под ред. О. В. Петрова. ВСЕГЕИ, 2014



Условные обозначения:

I – гипсометрическая ступень высотой до 500 м, область сезонного промерзания, средняя температура пород от 5°…0°С;

II – гипсометрическая ступень высотой до 1000 м, область островного распространения многолетней мерзлоты, средняя температура пород от 0...-2°С, мощность многолетнемёрзлых пород менее 50 м;

III – гипсометрическая ступень высотой до 1500 м, область прерывистого распространения многолетней мерзлоты, средняя температура пород от -2...-4°С, мощность многолетнемёрзлых пород менее 100 м;

IV – гипсометрическая ступень высотой более 1500 м, область сплошного распространения многолетней мерзлоты, средняя температура пород от -4...-15°С и ниже, мощность многолетнемёрзлых пород до 500 м и более [1].

Рис. 2 / Fig. 2. Распространение многолетнемёрзлых пород в пределах природного парка «Ключевской» / Distribution of permafrost rocks within the Klyuchevskoy Nature Park

Источник: составлено авторами по [1; 2]

рии природного парка «Ключевской» и знакомства с морфологической структурой её ландшафтов, использованы цифровая модель рельефа SRTM[1], архив данных дистанционного зондирования (ДДЗ) Геологической службы США (изображения спутника Sentinel-2[2]на территорию).

По результатам предварительного анализа опубликованных работ и морфологических особенностей территории по космоснимкам, выявлены озёрные котловины, визуально похожие на термокарстовые образования.

Данное обстоятельство позволило на камеральном этапе сформулировать научную гипотезу о триггерной роли многолетней мерзлоты в активизации эрозионных процессов на охраняемой территории, нарушенной механическими воздействиями. Наличие льдистых пород подтвердилось в полевых маршрутах.

Выбор ключевого участка для проведения исследования обусловлен высокой туристической нагрузкой: стоянка «Столик» – точка, доступная для туристического транспорта, начало для нескольких маршрутов (через плато «Ушковский дол» к стоянке «Поляна эдельвейсов», к кратеру «Перевальный» и далее по территории парка). Обозначенные маршруты пролегают через «Ушковский дол», при этом существует возможность перемещения на колесном транспорте практически до «Поляны эдельвейсов». Это отражается на состоянии ландшафтов, испытывающих наиболее существенную на территории Парка антропогенную нагрузку, что выражается в развитии процессов овражной эрозии.

Полевые изыскания были разделены на 2 этапа. На первом – изучалась природно-ландшафтная структура на участках, не затронутых механическими воздействиями, на втором – исследовались нарушенные участки (т. е. имеющие признаки механических воздействий). В круг основных задач полевых исследований входили: фиксации признаков активности эрозионных форм; анализ их геоморфологической и ландшафтной приуроченности; учёт ландшафтных особенностей, имеющих средозащитное значение и экспертная оценка их роли (данная позиция важна для сравнения нарушенных и условно ненарушенных участков).

Исследование ненарушенных ландшафтов осуществлялось на полого-холмистой поверхности лавового плато «Ушковский дол» по трансекту между озёрными котловинами (точки полевых описаний «Ключ_01» – «Ключ_08», рис. 3). Полевые описания производись на наиболее информативных морфологических частях ландшафта с точки зрения процессов экзодинамики, скульптурной морфологии и текстуры отложений (фиксировались признаки криотурбаций) в естественных разрезах и почвенных закопушках. Нарушенные комплексы изучались на примыкающих к дорогам участках (точки полевых описаний «Ключ_09» – «Ключ_28», рис. 4), где фиксировались особенности компонентов ландшафта, имеющие как средозащитное значение, так и определяющие потенциал для развития денудации. Индикация многолетнемёрзлых пород оценивалась также по

[1] SRTM 90m DEM Digital Elevation Database // SRTM: [сайт]. URL: https://srtm.csi.cgiar.org/ (дата обращения: 15.09.2022)

[2] USGS Earth Explorer: [сайт]. URL: https://earthexplorer.usgs.gov/ (дата обращения: 27.09.2022).

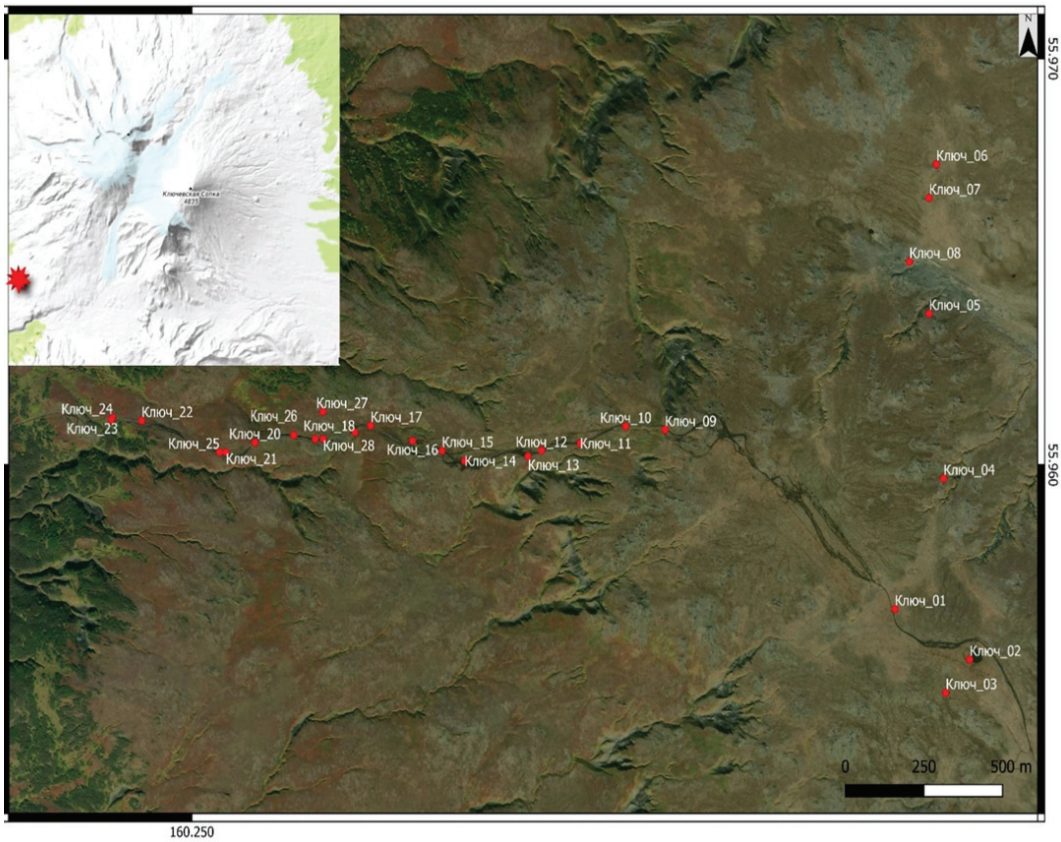


Рис. 3 / Fig. 3. Маршруты полевых исследований на территории природного парка «Ключевской» / Field research routes in the territory of the Klyuchevskoy Nature Park

Источник: составлено авторами

текстуре вулканических отложений и наличию на дневной поверхности скульптурных форм рельефа криогенного происхождения.

Район исследования относится к крупнейшей вулканической области России – Ключевской группе вулканов и одному из самых активных центров современного вулканизма на Земле [5; 8; 18]. Ключевой участок исследования в морфологическом отношении представлен пологими склонами, которые переходят в субгоризонтальную поверхность вулканического плато с абсолютными отметками от 950 до 1500 м. Рассматриваемая территория характеризуется значительным эрозионным расчленением, это область южной криолитозоны и морского умеренного климата[1]. Отметим, что континентальность климата в вулканическом районе нарастает с северо-востока на юго-запад, что определяет асимметричный характер природных комплексов, который присущ разным макросклонам вулканического района [7].

[1] Атлас СССР / под ред. В. В. Точенова. М.: ГУГК, 1983. 260 с.

Для Ключевской группы вулканов характерен тундрово-таёжный вариант притихоокеанского типа высотной поясности: лиственничные леса с примесью ели и каменной березы / каменно-берёзовые леса – субальпийский лугово-стланиковый пояс – горно-тундровый пояс – гляциально-нивальный пояс. На западных и юго-западных склонах (характеризующихся более континентальным климатом) наблюдается более высокое расположение верхней границы леса и несколько отличный породный состав (преобладание лиственницы) [7]. Ландшафтная структура отличается высокой мозаичностью, что обусловлено пестротой мофолитогенной основы, современными эндогенными процессами [6] и распространением выводных языков горного оледенения.

Растительный покров представлен преимущественно альпийскими лугами (разнотравье, кустарнички – арктоус, голубика и др., древесные карликовой формы – ива), местами (по водораздельным поверхностям) отмечается мохово-лишайниковая растительность и ольховым стланик (по линейным понижениям) [13]. Напочвенный покров преимущественно сплошной, однако на солифлюкционных склонах, а также на участках с высокой рекреационной нагрузкой наблюдается его повреждение и фрагментация.

Результаты исследования

В ходе проведённой работы в качестве информативных урочищ выбраны следующие участки, позволяющие судить о роли криогенного фактора в развитии форм линейной эрозии:

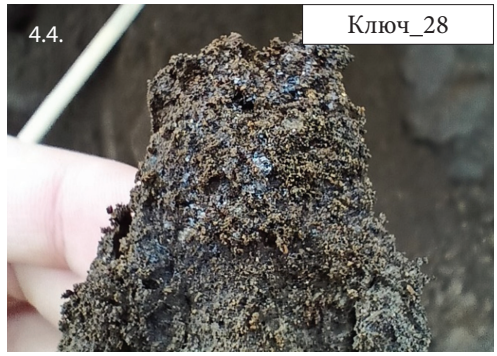
1. Эрозионный врез в 1–2 м к северу от грунтовой дороги (точки описания «Ключ_26», «Ключ_28», рис. 4–5) на пологом склоне (3–5^0) западной экспозиции. Абсолютная высота участка – 1110–1115 м. Эрозионная форма рельефа представляет собой овраг протяжённостью до 140 м, шириной по бровкам до 3 м и глубиной – 3–4 м. На всём протяжении для промоины характерна V-образная форма поперечного сечения, а её борта и днища не задернованы. На бортах эрозионной формы наблюдаются признаки блоковых отседаний (рис. 4.1). Также отмечается наличие вершинного перепада с признаками развития эрозионных процессов. Окончание промоины представляет собой слепое устье со следами суффозии. В бортах эрозионной формы (в их верхней части) наблюдаются следы криогенеза (в форме солифлюкционного перемещения материала) (рис. 4.2–4.3). Также в 15–20 м от стенки высотного перепада в левом борту данного эрозионного вреза на глубине 125 см (от бровки оврага) были обнаружены многолетнемёрзлые породы с высокой льдистостью (рис. 4.4).

2. Склон средней крутизны (10–15°) западной экспозиции, осложнённый солифлюкционными террасками (точка описания «Ключ_27», рис. 5). Абсолютная высота – 1115 м. Данное урочище похоже на точки наблюдения «Ключ_26» и «Ключ_28», только без явных признаков антропогенного воздействия. Склон покрыт сплошной (проективное покрытие выше 80–90%) горно-тундровой растительностью, представленной мхами, лишайниками и кустарничками. В данном урочище была заложена закопушка. Фация, где был сделан почвенный разрез, выделяется относительно слабым проявлени-

4.1. Вид на эрозионную форму рельефа

4.2. Следы солифлюкционного течения почвенной массы в борту оврага

4.3. Следы солифлюкционного течения почвенной массы в борту оврага



4.4. Ледяные кристаллы в грунте

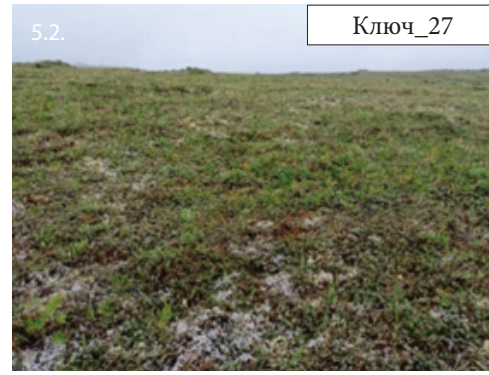
Рис. 4 / Fig. 4. Высокая активность процессов овражной эрозии (4.1.) в условиях развития многолетнемёрзлых пород (об их наличии свидетельствуют следующие признаки: 4.2. и 4.3. – следы криогенных деформаций почвенной массы, 4.4. – ледяные кристаллы в грунте) / High activity of gully erosion processes (4.1.) in the conditions of the development of permafrost rocks (the following signs indicate their presence: 4.2. and 4.3. – traces of cryogenic deformations of the soil mass, 4.4. – ice crystals in the ground).

Источник: фото авторов

ем солифлюкции в сравнении с окружающими его участками. Мощность торфо-растительного слоя составляет 8–10 см. С глубины 23 см наблюдаются признаки криотурбации. На глубине 60 см вскрываются многолетнемерзлые породы.

3. Эрозионные формы рельефа протяжённостью от нескольких десятков метров до полукилометра, выработанные в склоне северо-северо-восточной экспозиции (точки описания «Ключ_04», «Ключ_05»). Данные эрозионные формы имеют преимущественно U-образный профиль, а борта и местами днища задернованы (рис. 6.1–6.2). Отмечается наличие вершинного перепада (рис. 6.3). Борта эрозионных форм осложнены солифлюкционными терраскими, в борту одной из них (в приустьевой части) произведена расчистка (рис. 6.4, «Ключ_05»), в которой отмечаются признаки криотурбации. Многолетнемёрзлые породы в

5.1. Почвенный разрез



5.2. Обзорное фото урочища, в котором сделан почвенный разрез

5.3. Грунт, скованный многолетней мерзлотой

Рис. 5 / Fig. 5. Почвенный разрез вулканических почв и природно-ландшафтные условия их формирования / Soil section of volcanic soils and natural landscape conditions for their formation

Источник: фото авторов

видимой части почвенного разреза не были обнаружены.

Эрозионная сеть на ненарушенных рекреационной нагрузкой участках. Наряду с придорожными формами линейной эрозии (рис. 4), отмечаются и другие их аналоги, по-видимому, имеющие в основном естественное происхождение, но отличающиеся значительно большей протяжённостью и другим типом поперечного профиля (рис. 6), что свидетельствует о более раннем их развитии. Представляется, что их развитие обусловлено преимущественно триггерной ролью процессов криогенеза. Криогенные процессы нарушают целостность растительного покрова, что снижает его теплоизоляционную функцию, способствуя увеличению мощности сезонно-талого слоя. Идущее за этим неравномерное снижение кровли мерзлоты уменьшает монолитность почвогрунтов. В результате формируются понижения, по

6.1–6.2. Общий вид естественной эрозионной сети

6.3. Вершинный перепад

6.4. Почвенный разрез в устьевой части эрозионной формы рельефа

Рис. 6 / Fig. 6. Эрозионная сеть и признаки геокриологических условий, влияющих на её развитие / Erosion network and signs of geocryological conditions (6.4) affecting its development

Источник: фото авторов

которым закладывается эрозионная сеть. В результате дальнейшего развития эрозионной сети происходит растепление почвогрунтов и дальнейшая деградация льдистых пород, что наиболее заметно в бортах эрозионных форм. Этот процесс происходит до того момента, пока система не придёт к динамическому равновесию. Эрозионные формы имеют преимущественно U-образный поперечный профиль, что свидетельствует о замедлении глубинной и усилении боковой эрозии. Тем не менее рост некоторых

из них продолжается, т. к. наблюдаются выраженные на местности вершинные перепады.

Эрозионная сеть на нарушенных рекреационной нагрузкой участках. Антропогенное влияние представлено механическим воздействием не только туристов, но и моторизированных транспортных средств, нарушающих почвенно-растительный покров вдоль грунтовых дорог, проложенных стихийно. В ходе механического воздействия происходит уплотнение почвогрунтов, нарушаются теплоизолирующие свойства растительного покрова, формируется колея, концентрирующая поверхностный сток. Следы механического воздействия автомобильного транспорта имеют не только линейную, но зачастую и площадную ориентацию в связи с необходимостью объезда формирующихся эрозионных врезов. Ширина таких участков может достигать нескольких десятков метров. Механические нарушения дневной поверхности активизируют эрозионные процессы, а локализация стока формирует овраги, имеющие V-образный профиль, глубиной до 3–4 м. Это свидетельствует о значительной скорости их врезания. Овраги имеют незначительную протяжённость – от десятков до первых сотен метров. Часто они заканчиваются слепым устьем со следами инфильтрации влаги вглубь, в толщу грунта, а наиболее крупные из них – суффозионными воронками.

Заключение

На основе собранных полевых данных и их последующего анализа, сформулированы следующие выводы:

1) выявлены морфологические различия между эрозионными формами естественного происхождения и их аналогами антропогенного генезиса, возникающими вблизи грунтовых дорог;

2) установлено наличие льдистых пород в бортах форм линейной эрозии, что свидетельствует об их термоэрозионном происхождении и о чрезвычайно высокой уязвимости вулканических (по существу – криовулканических) ландшафтов рассматриваемого района к механическим воздействиям. Данное обстоятельство требует картографирования криовулканических ландшафтов для реализации мероприятий по охране природы;

3) механические нарушения, вызванные, в первую очередь, моторизированными транспортными средствами, нарушают не только водно-физические характеристики почвогрунтов (за счёт их уплотнения), но и теплоизоляционные свойства растительного покрова. В условиях наличия многолетнемёрзлых пород указанные изменения вызывают не только линейную концентрацию поверхностного стока, но и нарушение теплообмена на таких участках поверхности, что способствует деградации льдистых пород и развитию термоэрозии;

4) для эрозионных форм, приуроченных к грунтовым дорогам, рекомендуется проводить противоэрозионные мероприятия в форме их водоотведения (обустроенные канавы), а также осуществлять поверхностное закрепление грунта (посев морозостойких многолетних трав, имеющих мощную корневую систему из числа типичных для горно-луговой зоны Камчатки). Для повышения эффективности противоэрозионных мероприятий рекомендуется использование геоматов;

5) необходимо упорядочить передвижение туристов на уязвимом участке (от стоянки «Столик» до выхода дороги на платообразную поверхность Ушковского дола) в форме его линейной локализации вдоль грунтовой дороги, но в обход участков с активным развитием эрозионных процессов;

6) на период противоэрозионного обустройства рассматриваемой территории, а также для проведения в её пределах рекультивационных мероприятий рекомендуется запретить передвижение транспортных средств выше стоянки «Столик»;

7) для управления неблагоприятными процессами необходимы пространственная оценка эрозионной опасности и анализ ландшафтной приуроченности разных форм линейной эрозии, что позволит выработать более детальные рекомендации, адаптировав их к условиям конкретным урочищ.

Статья поступила в редакцию 15.09.2022

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов А. А. Гиличинский Д. А. Геокриологические условия района Ключевской группы вулканов (Камчатка) // Криосфера Земли. 2008. Т. 12. № 1. С. 29–40.
2. Абрамов А. А. Закономерности формирования геокриологических условий районов активного вулканизма (на примере района Ключевской группы вулканов): дис. … канд. геол.-мин. наук. М., 2009. 112 с.
3. Андреев В. И. Мёрзлые толщи в районе Толбачинского извержения // Вопросы географии Камчатки: сборник / отв. ред. В. Н. Виноградов и др. Вып. 8. Петропавловск-Камчатский,1982. С. 98–99.
4. Бакалин В. А., Ветрова В. П. Взаимосвязь растительности и мерзлоты в зоне спорадического распространения многолетней мерзлоты на Камчатке // Экология. 2008. № 5. С. 338–346.
5. Беленикин В. В., Пулькова А. С. Сравнительная характеристика физико-механических свойств андезито-базальтов вулканов Зимина и Камень // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 20. № 2. С. 184–192.
6. Гришин С. Ю. Влияние на растительность извержения группы Туйла на Ключевской сопке (Камчатка) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2007. № 10. С. 9–16.
7. Гришин С. Ю. Растительность субальпийского пояса Ключевской группы вулканов. Владивосток: Дальнаука, 1996. 153 с.
8. Давыдова В. О., Щербаков В. Д., Плечов П. Ю. Оценки времени смешения магм в системе вулкана Безымянный (Камчатка) по данным диффузионной хронометрии // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2018. № 4. С. 52–58.
9. Захарихина Л. В., Литвиненко Л. В. Генетические и геохимические особенности почв Камчатки. М.: Наука, 2011. 246 с.
10. Казаков Н. В. Некоторые особенности почвообразования в контактной зоне кедрового и ольхового стлаников в горном тундролесье Камчатки // Вестник Камчатской региональной ассоциации Учебно-научный центр. Серия: Науки о Земле. 2009. № 1 (13). С. 75–82.
11. Кузьмина Е. Ю., Овчаренко М. С., Нешатаева В. Ю. Ценотическая роль мохообразных в горно-тундровых сообществах урочища Синий Дол (Кроноцкий государственный заповедник, Восточная Камчатка) // Новости систематики низших растений. 2015. Т. 49. С. 345–359.

12. Некрасов Т. Л., Кораблев А. П. Влияние вулканических пеплопадов на видовое разнообразие сосудистых растений в лиственничных лесах Ключевской группы вулканов (Камчатка) // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2019. № 4 (56). С. 63–72.
13. Нешатаева В. Ю., Вяткина М. П., Нешатаев В. Ю. и др. Горно-тундровая растительность вулканических плато в Ключевской группе вулканов (геоботаническая, бриофлористическая и лихенобиотическая характеристика) / В. Ю. Нешатаева, М. П. Вяткина, В. Ю. Нешатаев, И. В. Чернядьева, Д. Е. Гимельбрант, В. А. Бакалин, Е. С. Кузнецова // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: доклады VI научной конференции / отв. ред. А. М. Токранов. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 2006. С. 108–145.
14. Познанин В. Л. Природа овражной термоэрозии: автореферат дис. ... док. геогр. наук. М., 1995. 33 с.
15. Познанин В. Л. Эрозионные процессы в криолитозоне // Пространство и Время. 2012. № 1 (7). С. 127–132.
16. Совершенствование технологий рекультивации ландшафтов на склонах в условиях Крайнего Севера / Н. Б.Пыстина, К. Л. Унанян, Е. Е. Ильякова, Н. С. Хохлачев, В. А. Лужков // Арктика: экология и экономика. 2017. № 2 (26). С. 27–34.
17. Тюрин А. Н. Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых природных территорий в Камчатском крае // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. 2018.Т. 4 (70). № 2. С. 169–180.
18. Глубинное строение Ключевской группы вулканов и проблема магматических очагов / Утнасин В. К., Абдурахманов А. И., Аносов Г. И., Балеста С. Т., Будянский Ю. А., Мархинин Е. К., Федорченко В. И. // Советская геология. 1974. № 2. С. 36–54.
19. Шляхов С. А., Гришин С. Ю., Круголь К. С. Почвы субальпийского пояса вулкана Ключевская сопка // Вестник КрасГАУ. 2011. № 7 (58). С. 52–57.

REFERENCES

1. Abramov A. *Zakonomernosti formirovaniya geokriologicheskikh uslovii ugrozy primeneniya vulkanizma (na territorii klyuchevskoi gruppy vulkanov): dis. … kand. geol.-min. nauk* [Patterns of formation of geocryological conditions of the threat of volcanism (on the territory of the Klyuchevskaya group of volcanoes): Cand. Sci. thesis in Geological-Mineralogical sciences]. Moscow, 2009. 112 p.
2. Abramov A. A., Gilichinsky D. A. [Geocryological conditions of the region of the Klyuchevskaya group of volcanoes (Kamchatka)]. In: *Kriosfera Zemli* [Cryosphere of the Earth], 2008, vol. 12, no. 1, pp. 29–40.
3. Andreev V. I., Vinogradov V. N., et al., eds. [Frozen thicknesses in the area of the Tolbachik eruption]. In: *Voprosy geografii Kamchatki: sbornik. Vip. 8* [Questions of geography of Kamchatka: collection. Iss. 8]. Petropavlovsk-Kamchatsky, 1982. P. 98–99.
4. Bakalin V. A., Vetrova V. P. [Relationship between plants and permafrost in the zone of sporadic permafrost in Kamchatka]. In: *Ekologiya* [Ecology], 2008, no. 5, pp. 338–346.
5. Belenikin V. V., Pulkova A. S. [Comparative characteristics of the physical and mechanical properties of andesite-basalts of the Zimina and Kamen volcanoes]. In: *Vestnik RUDN. Seriya: Inzhenernye issledovaniya* [Bulletin of RUDN University. Series: Engineering research], 2019, vol. 20, no. 2, pp. 184–192.
6. Grishin S. Yu. Influence on vegetation of Tuila group eruption on Klyuchevskaya Sopka (Kamchatka)]. In: *Vestnik KRAUNTS. Nauki o Zemle* [Bulletin of KRAUNC. Earth Sciences], 2007, no. 10, pp. 9–16.

7. Grishin S. Yu. *Rastitel'nost subal'piiskogo poyasa Klyuchevskoi gruppy vulkanov* [Vegetation of the subalpine belt of the Klyuchevskaya group of volcanoes]. Vladivostok, Dalnauka Publ., 1996. 153 p.
8. Davydova V. O., Shcherbakov V. D., Plechov P. Yu. [Estimates of the mixing time of magmas in the system of the Bezymyanny volcano (Kamchatka) according to diffusion chronometry]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4. Geologiya* [Bulletin of Moscow University. Series 4. Geology], 2018, no. 4, pp. 52–58.
9. Zakharikhina L. V., Litvinenko L. V. *Geneticheskie i geokhimicheskie osobennosti pochv Kamchatki* [Genetic and geochemical features of the soils of Kamchatka]. Moscow, Nauka Publ., 2011. 246 p.
10. Kazakov N. V. [Some features of soil formation in the contact zone of Siberian pine and alder dwarf forests in the mountain tundra forest of Kamchatka]. In: *Vestnik Kamchatskoi regional'noi assotsiatsii Uchebno-nauchnyi tsentr. Seriya: Nauki o Zemle* [Bulletin of the Kamchatka Regional Association Educational and Scientific Center. Series: Earth Sciences], 2009, no. 1 (13), pp. 75–82.
11. Kuzmina E. Yu., Ovcharenko M. S., Neshataeva V. Yu. [Coenotic role of bryophytes in the mountain tundra communities of the Sini Dol tract (Kronotsky State Reserve, Eastern Kamchatka)]. In: *Novosti sistematiki nizshikh rastenii* [News of taxonomy of lower plants], 2015, vol. 49, pp. 345–359.
12. Nekrasov T. L., Korablev A. P. [Influence of volcanic ashfalls on the species diversity of vascular plants in the larch forests of the Klyuchevskaya group of volcanoes (Kamchatka)]. In: [Bulletin of the Tver State University. Series: Biology and ecology], 2019, no. 4 (56), pp. 63–72.
13. Neshataeva V. Yu., Vyatkina M. P., Neshataev V. Yu., Chernyadeva I. V., Gimelbrant D. E., Bakalin V. A., Kuznetsova E. S. [Mountain tundra vegetation of volcanic plateaus in the Klyuchevskaya group of volcanoes (geobotanical, bryofloristic and lichenobiotic characteristics)]. In: Tokranov A. M., ed. *Sokhranenie bioraznoobraziya Kamchatki i prilegayushchikh morei: doklady VI nauchnoi konferentsii* [Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas: reports of the 4th scientific conference]. Petropavlovsk-Kamchatsky, Kamchatpress Publ., 2006, P. 108–145.
14. Poznanin V. L. *Priroda ovrazhnoi termoerozii: avtoreferat dis. ... dok. geogr. nauk* [Nature of ravine thermal erosion: Dr. Sci. thesis in Geographical sciences]. Moscow, 1995. 33 p.
15. Poznanin V. L. [Erosion processes in permafrost]. In: *Prostranstvo i Vremya* [Space and Time], 2012, no. 1 (7), pp. 127–132.
16. Pystina N. B., Unanyan K. L., Ilyakova E. E., Khokhlachev N. S., Luzhkov V. A. [Improvement of landscape reclamation technologies on slopes in the conditions of the Far North]. In: *Arktika: ekologiya i ekonomika* [Arktika: ecology and economy], 2017, no. 2 (26), pp. 27–34.
17. Tyurin A. N. [The current state and prospects for the development of specially protected natural areas in the Kamchatka Territory]. In: *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya* [Scientific notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. Geography. Geology], 2018, vol. 4 (70), no. 2, pp. 169–180.
18. Utnasin V. K., Abdurakhmanov A. I., Anosov G. I., Balesta S. T., Budyanskij Yu. A., Marhinin E. K., Fedorchenko V. I. [Deep structure of the Klyuchevskaya group of volcanoes and the problem of magma chambers]. In: *Sovetskaya geologiya* [Sovietskaya Geologiya], 1974, no. 2, pp. 36–54.
19. Shlyakhov S. A., Grishin S. Yu., Krugol K. S. [Soils of the subalpine zone of the Klyuchevskaya Sopka volcano]. In: *Vestnik KrasGAU* [Bulletin KrasGAU], 2011, no. 7 (58), pp. 52–57.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кузьмичев Иван Сергеевич – магистрант кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: pilot238@mail.ru

Медведков Алексей Анатольевич – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: a-medvedkov@bk.ru

Петр Владимирович Скроб – магистрант кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: 89164632678@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ivan S. Kuzmichev – Master's Degree Student, Department of Physical Geography of the World and Geoecology of the Geographical Faculty, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: pilot238@mail.ru

Alexey A. Medvedkov – Cand. Sci. (Geography), Assoc. Prof., Department of Physical Geography of the World and Geoecology of the Geographical Faculty, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: a-medvedkov@bk.ru

Pyotr V. Skrob – Master's Degree Student, Department of Physical Geography of the World and Geoecology of the Geographical Faculty, Lomonosov Moscow State University;
e-mail: 89164632678@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

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

FOR CITATION

Kuzmichev I. S., Medvedkov A. A., Skrob P. V. The development of gully erosion processes in volcanic landscapes of the Klyuchevskoy Nature Park. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2022, no. 3, pp. 44–59.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-44-59

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И БИОГЕОГРАФИЯ ЛАНДШАФТОВ

УДК 574 : 911.5
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-60-73

ТЕРИОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ВОСТОЧНОГО САЯНА

Данилов Ф. А., Преловский В. А.

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, д. 1, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Разработка схемы териогеографического районирования нагорья Восточный Саян.
Процедура и методы. На основании обобщения накопленных авторами материалов и имеющихся литературных источников по распространению и экологии млекопитающих на территории Восточного Саяна проведено териогеографическое районирование территории. Для выявления видового состава и распространения мелких млекопитающих Восточного Саяна применялись стандартные методы учёта ловчими канавками длиной 20 м с двумя конусами и плашками-давилками, выставленными точечно или в линию с интервалом 5 м. Учёты крупных (копытные, хищники) и скрытно живущих видов млекопитающих проводили визуальными наблюдениями, исследовали местность для выявления следов их жизнедеятельности, применяли фотоловушки марок Bushnell, KeepGuard, Reconyx, проводили опрос охотников и обрабатывали данные по зимним маршрутным учётам (ЗМУ). В процессе районирования использованы данные об ареалах 78 видов млекопитающих, относящихся к 6 отрядам. Для определения степени сходства сообществ млекопитающих по видовому составу использовался коэффициент Жаккара.
Результаты. Выделено 6 териогеографических районов различных по площади и видовому разнообразию. Наибольшее разнообразие характерно для районов, выполняющих роль зоогеографических барьеров между западно-таёжными и восточно-таёжными фаунами и между центрально-азиатскими степными и восточно-таёжными фаунами. Наименьшее видовое разнообразие характерно для внутренних районов, куда не проникают виды, находящиеся на периферии ареалов. Неоднородность териофауны и изменение видового разнообразия в долготном и широтном направлениях говорят о сложных исторических процессах заселения нагорья. Значительная вытянутость Восточного Саяна с северо-запада на юго-восток, высокое разнообразие и мозаичность ландшафтов наряду с историческими особенностями формирования экосистем и их компонентов обусловливают сложное строение фауны и гетерогенный характер её составных элементов.

© CC BY Данилов Ф. А., Преловский В. А., 2022.

Теоретическая и/или практическая значимость. Проведённое териогеографическое районирование позволяет выявить особенности сходства и различия слагающих фаун, а также современное распространение млекопитающих в условиях сложного расчленённого горного рельефа и высотной поясности Восточного Саяна. Результаты районирования могут быть использованы при формировании природоохранной политики в трансграничном регионе.

Ключевые слова: Восточный Саян, млекопитающие, териофаунистичекое районирование, коэффициент Жаккара, видовое разнообразие

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания (АААА-А21-121012190059-5).

THERIOGEOGRAPHICAL ZONING OF THE EASTERN SAYAN

F. Danilov, V. Prelovsky

V. B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Ulan-Batorskaya ul. 1, Irkutsk 664033, Russian Federation

Abstract

Aim. We report the development of a scheme for theriogeographical zoning of the Eastern Sayan highlands.

Procedure and methods. Based on the generalization of the accumulated materials and available literary sources on the distribution and ecology of mammals on the territory of the Eastern Sayan, we have performed a theriogeographical zoning of the territory. The species composition and distribution of small mammals in the Eastern Sayan have been identified using standard methods of counting, with trapping grooves 20 m long with two cones and crushing dies set pointwise or in a line with an interval of 5 m. Large (ungulates, predators) and secretly living species of mammals have been counted using visual observations; the area has been examined to identify traces of their vital activity; Bushnell, KeepGuard, and Reconyx camera traps have been used; hunters have been interviewed; and data have been processed using winter route counts (WRCs). In the process of zoning, we have used data on the ranges of 78 species of mammals belonging to 6 orders. To determine the degree of similarity of mammalian communities in terms of species composition, use has been made of the Jaccard index.

Results. Six theriogeographical regions are identified, differing in area and species diversity. The greatest diversity is characteristic of areas that act as zoogeographical barriers between the western taiga and eastern taiga faunas and between the Central Asian steppe and eastern taiga faunas. The smallest species diversity is characteristic of inland regions, where species located on the periphery of their ranges do not penetrate. The heterogeneity of the theriofauna and the change in species diversity in the longitudinal and latitudinal directions indicate complex historical processes of settlement in the highlands. Significant elongation of the Eastern Sayan from northwest to southeast, and high diversity and mosaic nature of landscapes, along with the historical features of the formation of ecosystems and their components, determine the complex structure of the fauna and the heterogeneous nature of its constituent elements.

Theoretical and/or practical significance. Theriogeographical zoning makes it possible to reveal similarities and differences in the constituent faunas, as well as the modern distribution of

mammals in the conditions of a complex dissected mountainous relief and altitudinal zonality of the Eastern Sayan. The results of zoning can be used in the formation of environmental policy in the transboundary region.

Keywords: Eastern Sayan, mammals, theriogeographical zoning, Jaccard index, species diversity

Acknowledgments. This work was supported within the framework of the state task (Registration No. AAAA-AAAA-A21-121012190059-5).

Введение

Чрезвычайно сложный и разнообразный рельеф Восточного Саяна сформировался в результате продолжительных действий эндогенных и экзогенных процессов, охватывающих последние 20 млн лет [4; 10]. Специфическое сочетание геоморфологических и климатических факторов обусловили главные черты современных ландшафтов нагорья. В силу чего сформировался сложный и пёстрый растительный покров высотной поясности: лесостепной, горно-таёжной, подгольцовый, гольцовый и нивальной, последовательно сменяющих друг друга по мере возрастания высот [15]. В свою очередь это предопределило высокое и неоднородное видовое разнообразие териофауны нагорья. Несмотря на длительность изучения территории, до сих пор остаются необобщёнными вопросы о видовом разнообразии Восточного Саяна, исторических процессах формирования териофауны и её современного состояния. Териогеографическое районирование во многом зависит от качественного синтеза имеющейся информации по этим вопросам и позволяет установить общие закономерности и условия распространения на столь неоднородной и обширной территории.

Для выявления видового состава и распространения мелких млекопитающих Восточного Саяна применялись стандартные методы учёта ловчими канавками длиной 20 м с двумя конусами и плашками-давилками, выставленными точечно или в линию с интервалом 5 м. Всего отработано более 740 конусо/суток и около 2400 ловушко-суток. В общей сложности отловлено 196 мелких млекопитающих. Применяемые методики на больших пространствах не оказывают особого влияния на динамику численности животных и позволяют провести сравнительный анализ оригинальных материалов с имеющимися литературными данными.

Для сбора сведений о крупных (копытные, хищники) и скрытно живущих видах млекопитающих проводили визуальные учёты, исследовали местность для выявления следов их жизнедеятельности, применяли фотоловушки марок Bushnell, KeepGuard, Reconyx, проводили опрос охотников и обрабатывали данные по зимним маршрутным учётам (ЗМУ). Было заложено 15 площадок ЗМУ протяжённостью от 3 до 8 км и пройдено около 380 км основных маршрутов и более 140 км дополнительных.

Для определения степени сходства сообществ млекопитающих по видовому составу использовался коэффициент Жаккара, основанный на анализе качественных данных:

$$Kj = \frac{c}{a+b-c} \times 100,$$

где:

a – количество видов на 1-й пробной площадке;

b – количество видов на 2-й пробной площадке;

c – количество видов общих для 1-й и 2-й площадок.

При териогеографическом районировании наиболее часто применяются 2 подхода: фауно-генетический и ландшафтно-зональный. В первом случае используются индивидуальные понятия (фауна, фаунистический комплекс), а во втором – типологические категории (сообщество, животное население), что и определяет существенную разницу в подходах районирования территории. В работе Ю.И. Чернова [23] более подробно показаны сильные и слабые стороны обоих подходов, и мы полностью согласны с его мнением, что при подробном зоогеографическом районировании требуется достаточно обоснованный синтез историко-регионального и зонально-типологического подходов. Поэтому большинство зоогеографов считает, что при выделении регионов высокого ранга (царства, подцарства, области) нужно обязательно учитывать исторический фактор (этапы эволюции фаун), а при выделении более дробных единиц (провинции, округа, районы) требуется учёт ландшафтно-зональных особенностей территории [14]. Данный компромисс позволяет хоть и условно, но довольно наглядно провести районирование территории.

На основании собранных материалов учётов млекопитающих и литературных источников по распространению млекопитающих Восточного Саяна [1–3; 8; 9; 12–13; 18; 20; 22; 26–28] было проведено териогеографическое районирование, позволяющее выявить сходство и различия слагаемых территорию фаун, а также современное распространение млекопитающих сложного в зоогеографическом плане региона.

Характеристика районов нагорья Восточный Саян

В уже ставших классическими схемах зоогеографического районирования Палеарктики [5; 17; 19] исследуемая территория входит в обширную Европейско-Сибирскую подобласть, которая, в свою очередь, делится на ряд провинций, границы которых чаще всего связаны с природными зонами (тундра, тайга, степи и пр.).

В очерке зоогеографического районирования СССР [11] приводится уже более подробное зонирование территории с выделением районов и подрайонов. Согласно этому районированию территория исследования входит в Бореально-лесную подобласть Палеарктики, провинцию Таёжных лесов Восточно-таёжного округа Алтай-Саянского района. Всю территорию Восточного Саяна мы включаем в Восточно-Алтайский подрайон, охватывающий также восточную часть Алтая, Кузнецкий Алатау, Западный Саян. При видимой на первый взгляд высокой доле сходства этих горных районов всё же наблюдается их определённая уникальность и неповторимость териофауны, что подтверждается в более позднем териологическом районировании Алтае-Саянской горной области [24]. Возможно, это связанно с накопленными сведениями по систематике, палеонтологии и распространению млекопитающих. К сожалению, в данном районировании

затронута лишь незначительная часть Восточного Саяна, что не даёт возможности оценить общие закономерности деления на всей его территории.

Избранный нами ландшафтно-зональный подход базируется на изучении териофауны, т. е. совокупности млекопитающих, связанных общностью местообитаний и разнообразными отношениями друг с другом и с компонентами растительного сообщества. Полученные сведения о видовом разнообразии и распространении млекопитающих в пределах нагорья позволили выделить 6 териогеографических районов разных по площади, но единых по историческим процессам формирования фауны млекопитающих в течение длительной геологической эпохи и напрямую связанной с процессами рельефообразования и формированиями высотной поясности (рис. 1).

Манско-Бирюсинский район занимает северо-западную часть нагорья и представлен сравнительно невысокими хребтами с относительно плоскими вершинами, достигающими высоты до 2300 м н. у. м. Доминирующее положение занимает горно-таёжный пояс, выше 1500–1700 м – подгольцовый и гольцовый пояса. В фауне района высокую долю занимают западнопалеарктические виды. В пределах района восточные границы ареалов отмечаются у белозубки сибирской *Crocidura sibirica*, прудовой ночницы *Myotis dasycneme*, рыжей вечерницы *Nyctalus noctula*, полевой мыши *Apodemus agrarius*. В данном районе отсутствуют представители высокогорий – большеухая полёвка *Alticola macrotis*, ирбис *Uncia uncia*, сибирский козел *Capra sibirica* и прочие.

Удинско-Бельский район представляет высокогорную часть нагорья с резко расчленённым рельефом, где также преобладает горно-таёжный пояс, но выше 1700–1800 м. широко распространены подгольцовый и гольцовый пояса. Вдоль северного макросклона Восточного Саяна проходит южная граница крупнозубой бурозубки *Sorex daphaenodon*. Восточная граница ареалов отмечается у 2-х западнопалеарктических видов – тёмной *Microtus agrestis* и европейской рыжей *Clethrionomys [Myodes] glareolus* полёвок.

Китойский район характеризуется резко-расчленённым альпинотипным рельефом с коническими или пирамидальными вершинами, лишёнными растительности и состоящими из каменистых россыпей. Горно-таёжный пояс распространён в пределах 1600–1900 м по долине р. Китой и её притоков. Подгольцовый и гольцовый пояса широко распространены. В силу суровых условий и относительно невысокого разнообразия местообитаний в данном районе отмечается упрощённая структура фаунистических комплексов и низкая плотность большинства видов копытных и хищных таёжной зоны. Фауна высокогорий представлена тундряной бурозубкой *Sorex tundrensis*, северной пищухой *Ochotona hyperborea* и большеухой полёвкой *Alticola macrotis*. Наличие разобщённых популяций сибирского козла привлекает сюда ирбиса. В данном районе как нигде больше отмечаются огромные каменистые пустоши, где отсутствуют какие-либо животные.

Окинский район представляет собой сложный горный массив, глубоко расчленённый речными долинами

Рис. 1 / Fig. 1. Териогеографическое районирование Восточного Саяна. Цифрами на карте отмечены районы: 1 – Манско-Бирюсинский, 2 –Удинско-Бельский, 3 –Китойский, 4 – Окинский, 5 – Большесаянский, 6 – Тункинский / Theriogeographical zoning of the Eastern Sayan. The numbers on the map show the districts: 1 – Mansko-Biryusinsky, 2 – Udinsko-Belsky, 3 – Kitoysky, 4 – Okinsky, 5 – Bolshesayansky, and 6 – Tunkinsky

Источник: составлено автором

и окружённый горными хребтами с высотами более 3000 м. Лесостепной пояс занимает высоты 1450–1600 м и приурочен к долинам рек. Горно-таёжный пояс поднимается на высоту 1600–1800 м, выше него хорошо выражен подгольцовый пояс (примерно до 2000 м). В свою очередь, гольцовый пояс расположен в пределах 1900–2400 м, выше этих отметок распространён нивальный пояс. Расположенный в глубине нагорья район изолирован от западно-палеарктических и дауро-монгольских видов млекопитающих. В лесостепной пояс не проникают характерные для Большесаянского и Тункинского районов степные виды млекопитающих, что указывает на его обеднённую структуру. Не отмечен в районе и целый ряд бурозубок: крупнозубая, равнозубая *Sorex isodon*, плоскочерепная *Sorex robaratus* и крошечная *Sorex minutissimus*, но, возможно, это связанно со слабой изученностью территории.

Большесаянский район – наивысшая часть нагорья Восточного Саяна с крутосклонным островершинным рельефом альпийского облика. Лесостепной пояс на южном склоне распространён на высоте 1650–1900 м, но местами поднимается до 2400 м, на северном склоне – 1300–1500 м. Горно-таёжный пояс достигает верхнего предела распространения на высоте около 2200 м, вдаваясь отдельными языками до высоты 2400 м [23]. Верхняя граница подгольцового пояса фиксируется на высотах 2000–2700 м. Гольцовый пояс в зависимости от локальных особенностей представлен на высотах 1900–2700 м на северном и 2100–2900 м на южном склонах [21]. Нивальный пояс венчает вершины горного массива на высотах 2600–3491 м. Расположение горного массива в переходной зоне между центральноазиатской степью и сибирской тайгой предопределяет его барьерную роль для целого ряда видов млекопитающих, а в зоне контакта происходит их смешение и взаимопроникновение, что отражается на высоком разнообразии и пестроте фаунистических комплексов практически всех вертикальных поясов южного склона [6; 13; 20].

Южные остепнённые склоны горного массива Мунку-Сардык являются северным пределом для ареалов зайца-толая *Lepus tolai*, тувинской *Alticola tuvinicus* и монгольской полёвок *Microtus mongolicus*, монгольского сурка *Marmota sibirica*, солонгоя *Mustela altaica* и манула *Felis manul* [28]. По высокогорным зонам Большесаянского и отчасти Удинско-Бельского, Китойского и Окинского териологических районов проходит северная граница ареалов ирбиса, красного волка *Cuon alpinus*, сибирского козла. Только в высокогорье Большого Саяна отмечается архар *Ovis ammon*.

Тункинский район охватывает одноименную рифтовую долину, протянувшуюся в субширотном направлении более чем на 200 км, представляющую собой сочетание низких равнин в межгорных котловинах и разделяющих их поднятий в виде низкогорных отрогов [25]. Экосистемы района испытывают наибольшее антропогенное воздействие, большие площади открытых пространств используются под выпас и сенокошение. Несмотря на прямой контакт с лесостепной зоной Большесаянского района, Тункинский район заметно беднее степными видами, и их разнообразие снижается

с запада на восток от Мондинской к Быстринской котловине. Здесь отсутствуют заяц-толай, тувинская и монгольская полёвки, отмечаются редкие встречи солонгоя и манула. Примерно до начала 1970-х гг. в районе п. Монды обитал монгольский сурок, но в дальнейшем был полностью истреблён охотниками [12]. По сведениям В. Дыбовского и В. Годлевского [8], во второй половине XIX в. длиннохвостый суслик *Spermophilus undulatus* не встречался в долине Иркута от его устья до пос. Тунка и лишь выше по течению был довольно обычен, откуда, видимо, произошло его дальнейшее расселение в соседние котловины, чему могло способствовать их хозяйственное освоение. В то же время границы ареала барабинского хомячка *Cricetulus barabensis* не выходят за пределы Мондинской котловины. Для амурской ночницы в Тункинской котловине проходит западная граница ареала [3].

Для определения степени сходства сообществ млекопитающих по видовому составу использовался коэффициент Жаккара. При сравнении общности фаун млекопитающих между териогеографическими районами, прослеживается снижение доли общих видов с запада на восток (*табл. 1*). Относительно невысокий показатель сходства Манско-Бирюсинского и Большесаянского районов (65%) связан с их разобщённостью и высоким участием в фауне первого европейских видов и дауро-монгольских видов – в фауне второго. Самый высокий показатель степени общности характерен для Удинско-Бельского и Китойского районов (85%), где доминируют типичные таёжные виды млекопитающих. Невысокие показатели Окинского

Таблица 1 / Table 1

Сходство териофаун исследуемых териогеографических районов / Similarity of theriofauna of the studied theriogeographical regions

Вид	Манско-Бирюсинский	Удинско-Бельский	Большесаянский	Китойский	Окинский	Тункинский
Манско-Бирюсинский	X	76	65	70	69	72
Удинско-Бельский	50	X	76	85	80	69
Большесаянский	48	52	X	80	75	75
Китойский	47	52	53	X	78	75
Окинский	44	47	48	46	X	78
Тункинский	48	46	51	48	46	X

Примечание: в верхнем правом углу матрицы – коэффициент сходства Жаккара; в нижнем левом углу – число общих видов в районах.

Источник: составлено авторами

и Тункинского районов с Манско-Бирюсинским также связаны с отсутствием целой группы западно-палеарктических видов. При этом Окинский район тяготеет к Удинско-Бельскому и Китойскому районам, в то время как Тункинский район, несмотря на отсутствие целого ряда видов из Монголии, показывает высокую степень сходства с Большесаянским районом, что, видимо, связано с общей историей длительного развития территории.

Характеристика видового разнообразия млекопитающих

В настоящее время на территории нагорья обитает 78 видов млекопитающих, относящихся к 6 отрядам: насекомоядные – 11 видов, рукокрылые – 11 видов, зайцеобразные – 4 вида, грызуны – 27 видов, хищные – 17 видов, парнокопытные – 8 видов. Из 78 отмеченных видов млекопитающих 72 вида относят к автохтонным видам, 3 вида были интродуцированны (обыкновенный бобр *Castor fiber*, ондатра *Ondatra zibethicus*, американская норка *Neovison vison*) и 3 вида (домовая мышь *Mus musculus*, серая *Rattus norvegicus* и чёрная *Rattus rattus* крысы) проникли благодаря хозяйственной деятельности человека.

Наибольшим видовым разнообразием отличаются Большесаянский и Манско-Бирюсинский районы, играющие барьерную роль в распространении млекопитающих (*табл. 2)*. В свою очередь, находящийся в глубине территории Окинский район характеризуется самым низким видовым разнообразием, но, вполне возможно, это отчасти связано со слабой его изученностью.

Таблица 2 / Table 2

Таксономический состав териофауны горных областей Восточного Саяна / Taxonomic composition of the theriofauna of Eastern Sayan mountainous areas

Отряды / Териогеографические районы Восточного Саяна	Манско-Бирюсинский	Удинско-Бельский	Китойский	Окинский	Большесаянский	Тункинский
Насекомоядные – Insectivora	10	10	8	6	9	7
Рукокрылые – Chiroptera	10	6	7	6	5	8
Зайцеобразные– Lagomorpha	2	3	3	3	4	3
Грызуны – Rodentia	21	18	15	15	21	19
Хищные – Carnivora	12	14	16	12	16	14
Парнокопытные – Artiodactyla	4	6	7	7	8	5
Всего видов:	59	57	56	49	63	56

Источник: составлено авторами

Согласно проведённому нами фаунногенетическому анализу [по 16] современная фауна млекопитающих Восточного Саяна представлена 16 фаунулами, численность которых варьируется от 1 до 12 видов [7]. К наиболее представительным фаунулам (от 7 до 11 видов) относятся: группа голарктических арктобореальных видов, палеарктические элементы темнохвойной тайги, элементы степных южнопалеарктических и центральноазиатских видов, элементы восточноазиатских и южнопалеарктических видов, обладающих способностью к полёту. Эндемичных видов млекопитающих не выявлено. Фауно-генетический состав конкретных фаун районов изменяется с запада на восток и с юга на север.

В Красную книгу РФ[1], МНР[2] и региональные Красные книги включены 18 видов млекопитающих, численность которых сократилась из-за прямого преследования человеком или сужения местообитаний вследствие хозяйственного преобразования территории.

[1] Красная книга Российской Федерации. Животные. М.: ФГБУ ВНИИ Экология, 2021. 1128 с.

[2] Монгол улсын Улаан Ном (Mongolian Red Book). Улаанбаатар: Адмон принт, 2013. 535 с.

Заключение

Териофауна Восточного Саяна отличается высоким разнообразием и пространственной неоднородностью состава, что во многом связанно с историческими процессами заселения территории и специфическими природно-климатическими условиями. Изучение современного состояния отдельных видов млекопитающих и их исторически сложившихся комплексов позволило выделить 6 районов, различающихся по площади и видовому разнообразию. Высоким разнообразием отличаются районы, выполняющие роль зоогеографических барьеров Манско-Бирюсинский и Большесаянский, а наименьшим характеризуется внутренний район – Окинский.

Проведённое териогеографическое районирование Восточного Саяна позволяет выявить особенности сходства и различия слагающих его фаун, а также современное распространение млекопитающих, что может послужить в дальнейшем для формирования природоохранной политики в регионе и развития регионального каркаса особо охраняемых природных территорий.

Статья поступила в редакцию 05.04.2022

ЛИТЕРАТУРА

1. Аннотированый список млекопитающих / В. В. Виноградов, Б. К. Кельбешеков, В. В. Кожечкин, А. М. Хританков // Труды государственного заповедника «Столбы». 2010. Вып. 18. С. 185–195.
2. Бадмаев Б. Б. О находке алтайской пищухи (*Ochotona alpina* Pallas, 1773) в Тункинском хребте (Восточный Саян) // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. 2008. Вып. 4. С. 148–150.
3. Ботвинкин А. Д. Летучие мыши в Прибайкалье (биология, методы наблюдения, охрана). Иркутск: Время странствий, 2002. 194 с.
4. Возраст формирования и деструкции мезозойско-кайнозойской поверхности выравнивания в Восточном Саяне / А. В. Аржанникова, М. Жоливе, С. Г. Аржанников, Р. Вассалло, А. Шове // Геология и геофизика. 2013. Т. 54 (7). С. 894–905.

5. Гептнер В. Г. Общая зоогеография. М.; Л.: Биомедгиз.1936. 548 с.
6. Данилов Ф. А., Преловский В. А. Закономерности вертикального распространения млекопитающих горного массива Мунку-Сардык // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 37. С. 28–41.
7. Данилов Ф. А., Преловский В. А. Фауногенетический анализ млекопитающих Восточного Саяна // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 2-1 (104). С. 106–108.
8. Дыбовский В., Годлевский В. Материалы для зоогеографии Восточной Сибири // Известия Сибирского отделения Императорского русского географического общества. 1872. Т. 3. № 1. С. 11–24.
9. Ефанова Н. А. Спелеофауна рукокрылых западных отрогов Восточного Саяна и восточных склонов Кузнецкого Алатау: автореф. … канд. биол. наук. Красноярск, 2004. 26 с.
10. Зятькова Л. К. Структурная геоморфология Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. 215 с.
11. Кузнецов Б. А. Очерк зоогеографического районирования СССР. М.: Изд-во Моск. общества испытателей природы, 1950. 176 с.
12. Литвинов Н. И. Некоторые особенности териофауны южной части Байкальской котловины // Зоологические исследования в Восточной Сибири: сб. науч. трудов. Иркутск: ИСХИ, 1992. С. 35–45.
13. Литвинов Н. И., Базардорж Д. Млекопитающие Прихубсугулья (Монгольская Народная Республика). Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1992. 136 с.
14. Лопатин И. К. Зоогеография. Минск: Вышэйшая школа, 1989. 318 с.
15. Малышев Л. И. Высокогорная флора Восточного Саяна. М.; Л., 1965. 367 с.
16. Матюшкин Е. Н. Смешанность териофауны Уссурийского края: её общие черты, исторические корни и современные проявления в сообществах среднего Сихотэ-Алиня // Исследования по фауне Советского Союза (млекопитающие). Т. 13. М.: МГУ, 1972. С. 86–144.
17. Мензбир М. А. Орнитологическая география Европейской России. Ч. 1. М.; Л.: Биомедгиз, 1934. 109 с.
18. Попов В. В. Животный мир Тункинского национального парка. Иркутск: Время странствий, 2015. 94 с.
19. Семенов-Тян-Шанский А. П. Пределы и зоогеографические подразделения Палеарктической области для наземных сухопутных животных на основании географического распределения жесткокрылых насекомых. М.; Л.: Изд. АН СССР. 1936. 16 с.
20. Сравнительный анализ сообществ мелких млекопитающих высотных поясов южного склона хребта Мунку-Сардык (Монголия) / Ю. Н. Литвинов, С. А. Абрамов, Н. В. Лопатина, С. Шар, И. В. Моролдоев // Сибирский экологический журнал. 2021. Т. 28. № 2. С. 187–197.
21. Суворов Е. Г., Китов А. Д. Ландшафтная структура Юго-Восточной части Восточного Саяна // География и природные ресурсы. 2013. № 4. С. 107–114.
22. Фауна млекопитающих Республики Бурятия / Н. Г. Борисова, А. В. Абрамов, А. И. Старков, Г. И. Бороноева, А. А. Дагдунова // Фауна и экология млекопитающих Забайкалья (Труды Зоологического института РАН). 2001. Т. 288. С. 3–95.
23. Чернов Ю. И. Экология и биогеография. Избранные работы. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 580 с.
24. Швецов Ю. Г., Литвинов Ю. Н. Районирование Алтае-Саянской горной области по териологическим признакам // Сибирский экологический журнал. 1996. № 2. С. 183–186.

25. Щетников А. А., Уфимцев Г. Ф. Структура рельефа и новейшая тектоника Тункинского рифта (Юго-Западное Прибайкалье). М.: Научный мир, 2004. 160 с.
26. Юдин Б. С., Галкина Л. И., Потапкина А. Ф. Млекопитающие Алтае-Саянской горной страны. Новосибирск: Наука, 1979. 296 с.
27. Юдин Б. С., Николаев В. В. Сообщества мелких млекопитающих (*Micromammalia*) вертикальных поясов центральной части Восточного Саяна (Тофалария) // Фауна и систематика позвоночных Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. С. 81–92.
28. A field guide to the mammals of Mongolia / N. Batsaikhan, R. Samiya, S. Shar, S. R. King. London: ZSL, 2010. 307 p.

REFERENCES

1. Vinogradov V. V., Kelbeshekov B. K., Kozhechkin V. V., Khritkov A. M. [Annotated list of mammals]. In: *Trudy gosudarstvennogo zapovednika 'Stolby'* [Works of the state reserve 'Stolby'], 2010, iss. 18, pp. 185–195.
2. Badmaev B. B. [On the discovery of Altai food (Ochotona alpina Pallas, 1773) in the Tunkinsky Range (the Eastern Sayan)]. In: *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, geografiya* [Vestnik Buryat State University. Biology, geography], 2008, iss. 4, pp. 148–150.
3. Botvinkin A. D. *Letuchie myshi v Pribaikal'ye (biologiya, metody nablyudeniya, okhrana)* [Bats in Baikal (biology, methods of observation, protection)]. Irkutsk, Vremya stranstvii Publ., 2002. 194 p.
4. Arzhannikova A. V., Zholivet M., Arzhannikov S. G., Vassallo R., Shove A. [Age of formation and destruction of the Mesozoic-Cenozoic leveling surface in the Eastern Sayan]. In: *Geology and Geophysics* [Geology and Geophysics], 2013, vol. 54 (7), pp. 894–905.
5. Geptner V. G. *Obshchaya zoogeografiya* [General zoogeography]. Moscow, Leningrad, Biomedgiz Publ., 1936. 548 p.
6. Danilov F. A., Prelovsky V. A. [Patterns of the vertical distribution of mammals in the Munku-Sardyk mountain range]. In: *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle* [Bulletin of Irkutsk State University. Series: Earth Sciences], 2021, vol. 37, pp. 28–41.
7. Danilov F. A., Prelovsky V. A. [Faunogenetic analysis of mammals of the Eastern Sayan]. In: *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatelskii zhurnal* [International Scientific Research Journal], 2021, no. 2-1 (104), pp. 106–108.
8. Dybovsky V., Godlevsky V. [Materials for the zoogeography of Eastern Siberia]. In: *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya Imperatorskogo russkogo geograficheskogo obshchestva* [Proceedings of the Siberian Branch of the Imperial Russian Geographical Society], 1872, vol. 3, no. 1, pp. 11–24.
9. Efanova N. A. *Speleofauna rukokrylykh zapadnykh otrogov Vostochnogo Sayana i vostochnykh sklonov Kuznetskogo Alatau: avtoref. … kand. biol. nauk* [Speleofauna of bats in the western spurs of the Eastern Sayan and the eastern slopes of the Kuznetsk Alatau: abstract of Cand. Sci. thesis in Biological Sciences]. Krasnoyarsk, 2004. 26 p.
10. Zyatkova L. K. *Strukturnaya geomorfologiya Altae-Sayanskoi gornoi oblasti* [Structural geomorphology of the Altai-Sayan mountain region]. Novosibirsk, Nauka. Sib. otd-niye Publ., 1977. 215 p.
11. Kuznetsov B. A. *Ocherk zoogeograficheskogo raionirovaniya SSSR* [Essay on the zoogeographic zoning of the USSR]. Moscow, Izd-vo Mosk. obshchestva ispytatelei prirody Publ., 1950. 176 p.
12. Litvinov N. I. [Some features of the theriofauna of the southern part of the Baikal basin].

In: *Zoologicheskie issledovaniya v Vostochnoi Sibiri* [Zoological research in Eastern Siberia]. Irkutsk, ISHI Publ., 1992. P. 35–45.
13. Litvinov N. I., Bazardorzh D. *Mlekopitayushchie Prikhubsugul'ya (Mongol'skaya Narodnaya Respublika)* [Mammals of the Khubsugul region (Mongolian People's Republic)]. Irkutsk, Izd-vo Irkut. un-ta Publ., 1992. 136 p.
14. Lopatin I. K. *Zoogeografiya* [Zoogeography]. Minsk, Vysheyshaya shkola Publ., 1989. 318 p.
15. Malyshev L. I. *Vysokogornaya flora Vostochnogo Sayana* [Alpine flora of the Eastern Sayan]. Moscow, Leningrad, 1965. 367 p.
16. Matyushkin E. N. [Mixing of the theriofauna of the Ussuri region: its common features, historical roots and modern manifestations in the communities of the middle Sikhote-Alin]. In: *Issledovaniya po faune Sovetskogo Soyuza (mlekopitayushchie). T. 13* [Research on the fauna of the Soviet Union (mammals). Vol. 13]. Moscow, MGU Publ., 1972. P. 86–144.
17. Menzbir M. A. *Ornitologicheskaya geografiya Evropeiskoi Rossii. Ch. 1* [Ornithological geography of European Russia. Part 1]. Moscow, Leningrad, Biomedgiz Publ., 1934. 109 p.
18. Popov V. V. *Zhivotnyi mir Tunkinskogo natsionalnogo parka* [Fauna of the Tunkinsky National Park]. Irkutsk, Vremya stranstviy Publ., 2015. 94 p.
19. Semenov-Tyan-Shansky A. P. *Predely i zoogeograficheskie podrazdeleniya Palearkticheskoi oblasti dlya nazemnykh sukhoputnykh zhivotnykh na osnovanii geograficheskogo raspredeleniya zhestkokrylykh nasekomykh* [Limits and zoogeographic divisions of the Palearctic region for terrestrial land animals based on the geographical distribution of beetles]. Moscow, Leningrad, Izd. AN SSSR Publ., 1936. 16 p.
20. Litvinov Yu. N., Abramov S. A., Lopatina N. V., Shar S., Moroldoev I. V. [Comparative analysis of small mammal communities of the southern slope of the Munku-Sardyk ridge (Mongolia)]. In: *Sibirskii ekologicheskii zhurnal* [Siberian Ecological magazine], 2021, vol. 28, no. 2, pp. 187–197.
21. Suvorov E. G., Kitov A. D. [Landscape structure of the South-Eastern part of the Eastern Sayan]. In: *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and natural resources], 2013, no. 4, pp. 107–114.
22. Borisova N. G., Abramov A. V., Starkov A. I., Boronoeva G. I., Dagdunova A. A. [Mammal fauna of the Republic of Buryatia]. In: *Fauna i ekologiya mlekopitayushchikh Zabaikalya (Trudy Zoologicheskogo instituta RAN)* [Fauna and ecology of mammals in Transbaikalia (Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences)], 2001, vol. 288, pp. 3–95.
23. Chernov Yu. I. *Ekologiya i biogeografiya. Izbrannye raboty* [Ecology and biogeography. Selected works]. Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdanii KMK Publ., 2008. 580 p.
24. Shvetsov Yu.G., Litvinov Yu. N. [Zoning of the Altai-Sayan Mountain Region according to theriological signs]. In: *Sibirskii ekologicheskii zhurnal* [Siberian Ecological Journal], 1996, no. 2, pp. 183–186.
25. Shchetnikov A. A., Ufimtsev G. F. *Struktura rel'efa i noveishaya tektonika Tunkinskogo rifta (Yugo-Zapadnoe Pribaykal'e)* [Relief Structure and Recent Tectonics of the Tunka Rift (Southwestern Baikal Region)]. Moscow, Scientific world, 2004. 160 p.
26. Yudin B. S., Galkina L. I., Potapkina A. F. *Mlekopitayushchie Altae-Sayanskoi gornoi strany* [Mammals of the Altai-Sayan mountain country]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1979. 296 p.
27. Yudin B. S., Nikolaev V. V. [Communities of small mammals (Micrommalia) of the vertical belts of the central part of the Eastern Sayan (Tofalaria)]. In: *Fauna i sistematika pozvonochnykh Sibiri* [Fauna and systematics of vertebrates in Siberia], Novosibirsk, Nauka Publ., 1977. P. 81–92.
28. Batsaikhan N., Samiya R., Shar S., King S. R. *A field guide to the mammals of Mongolia*. London, ZSL, 2010. 307 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Данилов Фирс Александрович – аспирант лаборатории физической географии и биогеографии Института географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук;
e-mail: danilovfirsaleks@mail.ru

Преловский Владимир Александрович – кандидат географических наук, старший научный сотрудник Института географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук;
e-mail: amadeo81@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Firs A. Danilov – Postgraduate Student of the Laboratory of Physical Geography and Biogeography, V. B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences;
e-mail: danilovfirsaleks@mail.ru

Vladimir A. Prelovskiy – Cand. Sci. (Geography), Senior Researcher, V. B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences;
e-mail: amadeo81@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Данилов Ф. А., Преловский В. А. Териогеографическое районирование Восточного Саяна // Географическая среда и живые системы. 2022. № 3. С. 60–73.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-60-73

FOR CITATION

Danilov F. A., Prelovsky V. A. Theriogeographical zoning of the Eastern Sayan. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2022, no. 3, pp. 60–73.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-60-73

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА И РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 628.4.02
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-74-89

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ К РАЗДЕЛЬНОМУ СБОРУ ОТХОДОВ

Примак Е. А., Иванова Е. А., Кадина А. Ю., Грязнова Е. А.

Российский государственный гидрометеорологический университет
192007, г. Санкт-Петербург, ул. Воронежская, д. 79, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Оценить готовность населения к селективному сбору отходов.

Процедура и методы. Проведён социально-экологический опрос методом социологического исследования и сбора первичной информации посредством анкетирования респондентов. Использованы методы статистического анализа социологических данных. Выполнена оценка готовности населения к введению раздельного сбора отходов.

Результаты. Анализ проведённого опроса респондентов выявил сильные и слабые стороны в системе управления обращения с твёрдыми коммунальными отходами в России, Молдавии и Киргизии. Определены факторы, положительно и отрицательно влияющие на готовность населения к раздельному сбору ТКО. Результаты социально-экологического опроса в целом свидетельствуют о готовности населения к введению селективного сбора отходов.

Теоретическая и/или практическая значимость. Полученные результаты могут быть использованы при разработке региональных и муниципальных программ в области обращения с отходами, в т. ч. с твёрдыми коммунальными отходами; могут быть применены в качестве рекомендаций при внедрении раздельного сбора отходов.

Ключевые слова: обращение с отходами, селективный сбор отходов, социологическое исследование, социально-экологический опрос, управление отходами

© CC BY Примак Е. А., Иванова Е. А., Кадина А. Ю., Грязнова Е. А., 2022.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE PREPAREDNESS OF THE POPULATION FOR SEPARATE WASTE COLLECTION

E. Primak, E. Ivanova, A. Kadina, E. Gryaznova

Russian State Hydrometeorological University
ul. Voronezhskaya 79, St. Petersburg 192007, Russian Federation

Abstract

Aim. We assess the readiness of the population to the separate collection of waste.

Methodology. A socio-ecological survey is conducted by the method of sociological research and the method of collection of primary information through a questionnaire of respondents. Use is also made of the methods of statistical analysis of sociological data. The readiness of the population to introduce separate collection of waste is assessed.

Results. The analysis of the performed survey of respondents reveals strengths and weaknesses in the management system for solid municipal waste in Russia, Moldova and Kyrgyzstan. The factors that positively and negatively affect the readiness of the population for separate collection of garbage are identified. The results of the socio-environmental survey in general indicate the readiness of the population to introduce selective waste collection.

Research implications. The results can be used in the development of regional and municipal waste management programs, including with solid municipal waste. Recommendations are outlined for the implementation of separate waste collection.

Keywords: waste management, separate waste collection, sociological research, socio-ecological survey, waste management

Введение

Решение проблемы образования твёрдых коммунальных отходов (ТКО) в первую очередь заключается в минимизации образования отходов. В тех случаях, когда отходов нельзя избежать, вторым вариантом должно быть восстановление материалов и энергии из отходов, а также их переработка в пригодные для использования изделия. Переработка и оптимизация в области управления отходами приводит к существенной экономии ресурсов.

На сегодняшний день низкая эффективность осуществляемых мер в рамках реализации мероприятий, направленных на регулирование системы обращения с ТКО, приводит к загрязнению воздуха, воды и почвы. Открытые и несанкционированные свалки способствуют загрязнению окружающей среды и могут стать причиной инфекции и передачи болезней.

Управление ТКО затрагивает каждого человека в мире, независимо от того, занимаются ли люди собственными отходами самостоятельно или правительство предоставляет услуги по управлению отходами своим гражданам. В связи с быстрым ростом населения и урбанизацией ежегодное производство отходов с уровня 2016 г. увеличится на 70% до 3,40 млрд т в 2050 г. [8; 10]. Следовательно, одним из главных решений по сокращению образования и накопления отходов является повторное их использование.

Использование вторичных ресурсов позволит комплексно решить проблему отходов, т. е. обеспечить производство сырьём, увеличить выпуск продукции [1; 9]. Сложностью на пути

создания отрасли по переработке ТКО является отсутствие в нашей стране системы раздельного сбора отходов, являющейся важным условием для глубокого рециклинга [3]. Качество коммунальных отходов остаётся очень низким. Хотя, по оценкам специалистов, 60–80% морфологического состава ТКО представляет собой потенциальное сырье для использования в промышленности или компостирования [4].

В 28 странах – членах Европейского Союза – применяются различные системы сбора отходов, в т. ч. те, которые позволяют использовать отходы повторно. В большей части стран внимание уделяется селективному сбору отходов в зависимости от его морфологического состава: макулатуры, стекла, пластика, металла и органических отходов [5; 11–13]. Хотя разница между собранными объёмами этих 5 фракций и общим значением собранных перерабатываемых отходов невелика. В среднем в европейских столицах показатель сбора отходов указанных фракций на душу населения составляет 80 кг (при этом 108 кг собирается по всем фракциям), что составляет около 19% от общего поступления ТКО[1].

Преимущество системы раздельного сбора отходов заключается в том, что сокращается рост полигонов и свалок, уменьшается количество отходов потребления и производства, улучшается экологическая ситуация.

[1] Исследование систем раздельного сбора отходов в столицах 28 государств – членов Европейского Союза [Электронный ресурс]. URL: https://rsbor.ru/enciklopediya-resursosberezheniya/issledovanie-sistem-razdelnogo-sbora-otxodov-v-stoliczax-28-gosudarstv-chlenov-evropejskogo-soyuza (дата обращения: 01.06.2022).

Система управление отходами в СССР

В России система раздельного сбора, накопления и переработки отходов началась ещё в СССР с 1930-х гг. и продолжалась вплоть до распада Советского Союза. Домохозяйства и предприятия активно собирали макулатуру, стекло и металлолом, поскольку была создана специальная производственная инфраструктура для сбора и промышленной переработки основных видов вторичного сырья по всей стране. Система морального и материального стимулирования функционировала для всех отраслей обращения с отходами. Стоит также отметить, что именно стимулирование населения к сбору отходов позволило решить много задач, а именно сократить энергетические затраты при производстве целлюлозы с помощью вторичного сырья и уменьшить использование химических реактивов. В результате были созданы предприятия, работавшие только на вторсырье. Более того, потребители регулярно посещали центры по переработке стекла, чтобы сдать стеклянные бутылки.

Вследствие этого, в Советском Союзе достаточно эффективная и надёжная централизованная система управления отходами была создана даже раньше, чем во многих европейских странах.

В 1990-х гг., после распада Советского Союза, большинство социальных программ, включая переработку отходов, потерпели крах. Поскольку субсидии и официальная поддержка были отменены, система сбора металлолома, макулатуры, переработанного текстиля и стекла была упразднена. На замену компактным и централи-

зованным комплексам по переработке и сортировке отходов пришло образование большого количества мелких предприятий, решающих частные вопросы на местном уровне. В связи с этим практически все полигоны были заполнены несортированными и непереработанными отходами [6].

В СССР работали десятки тысяч пунктов сбора отходов, тысячи предприятий промышленной переработки основных видов вторсырья, но данная стратегия не получила широкого распространения и развития в Российской Федерации.

За прошедшие три десятилетия постсоветские государства создали собственные системы и институциональные механизмы регулирования обращения с ТКО. Имея в своей основе советский методологический базис, характеристики сферы обращения с отходами в каждой стране, тем не менее, к настоящему времени значительно отличаются [7].

Система управление отходами в России, Молдавии и Киргизии

В современных условиях рынок переработки отходов в Российской Федерации развит слабо, приводимые в отдельных информационных источниках значения данного показателя 17,6% от общей массы образования выглядят завышенными. Общее количество обработанных ТКО в РФ в 2020 г. составило 18702,2 млн т (38,5% от общей массы образованных ТКО), что на 3% больше, чем в 2019 г. Общее количество обезвреженных ТКО в России в 2020 г. составило 1491,6 тыс. т (3% от общей массы образованных ТКО). Общее количество утилизированных ТКО в 2020 г. составило 1761,9 тыс. т (4% от общей массы образованных ТКО), что на 34% меньше, чем в 2019 г. Общая масса ТКО, захороненных в 2020 г., составила 36097,4 млн т. По данным консалтинговой группы «Текарт» до 80–90% мусора вывозится на свалки, а сжигается или уничтожается иными способами примерно 2–3%.

С 2019 г. в рамках реализации национального проекта «Экология» началась реформа отрасли обращения с отходами, в т. ч. с твёрдыми коммунальными отходами. По данным Счётной палаты РФ, более 90% ТКО отправляется на полигоны, при этом вторичных ресурсов перерабатывается около 7%. Учитывая, что ежегодно на территории страны образуется порядка 60 млн т ТКО, трансформация сферы обращения с отходами имеет стратегическое значение[1].

В 2020 г. на территории страны было образовано 48462,0 тыс. т ТКО, что на 21% ниже уровня 2019 г. (61147,6 млн т) [2].

Согласно ч. 1 ст. 24.6 Федерального закона № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» сбор, транспортирование, обработка, утилизация, обезвреживание, захоронение твёрдых коммунальных отходов на территории субъекта Российской Федерации обеспечиваются одним или несколькими региональными операторами в соответствии с региональной программой в области обращения с отходами и территориальной схемой обращения с отходами.

[1] Единая концепция обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области (с возможностью разделения потоков ТКО) [Электронный ресурс]. URL: https://spb-neo.ru/upload/docs/Единая концепция текст_приложения_20.02.2022.pdf (дата обращения: 01.06.2022).

В Республике Молдове система управления отходами развита слабо. Так, около 3 млн граждан ежегодно производят около 2,5 млн т отходов, большая часть которых не перерабатывается, а отправляется на полигоны.

На территории Молдавии нормативно-правовая база в области обращения с отходами является несовершенной, закон от 29.07.2016 № 209 «Об отходах» является устаревшим и требует современных методов и принципов в сфере обращения с отходами. На сегодняшний день сбор и удаление отходов являются одной из основных экологических проблем в стране. В период с 2010 г. по 2020 г. Молдавия не добилась конкретных результатов в области обращения с отходами. Общий объём отходов только возрастает, а количество его повторного использования не меняется. Наличие 80% несанкционированных свалок размещения отходов не даёт возможности учёта объёма отходов и их дальнейшей утилизации[1].

Закон от 13.11.2001 № 89 «Об отходах производства и потребления» является основным законом Киргизской Республики, определяющим государственную политику в области обращения с отходами производства и потребления и регулирующим отношения, возникающие в процессе жизненного цикла отходов, а также государственного управления, надзора и контроля в области обращения с отходами. Изучение данного документа позволяет сделать выводы, что в настоящее время он устарел и многие его положения не актуальны, либо противоречат тем законодательным актам, которые были разработаны и приняты ранее. Стоит также отметить, что в Киргизии общий объём накопленных и образующихся отходов увеличивается с каждым годом, растут площади земель, отведённых под захоронение отходов, и это на фоне слабо развитой системы сокращения образования и повторного использования отходов, внедрения малоотходных технологий.

Результаты готовности населения к раздельному сбору отходов

Несмотря на почти пятилетний опыт попыток внедрения раздельного накопления и сбора отходов в Российской Федерации, лишь небольшая доля населения охвачена данной инфраструктурой раздельного сбора отходов. Меры по вовлечению и информированию населения следует признать недостаточными.

Для того чтобы оценить готовность населения к селективному сбору отходов, было проведено социально-экологическое исследование методом сбора первичной информации посредством анкетирования респондентов (населения). К преимуществам данного метода можно отнести:

1. оперативность получения информации;

2. возможность проведения сравнительных исследований (в пространстве и во времени);

3. относительная простота и оперативность в подготовке интервьюеров и анкетёров: обычно достаточно лишь одного занятия с интервьюерами или анкетёрами[2].

[1] Фомин И. Управление твердыми отходами в период COVID-19 [Электронный ресурс] // Экономическое обозрение. 2021. № 12. URL: http://logos.press.md/1370_07_1/ (дата обращения: 01.06.2022).

[2] Рахманова Ю. В. Методы социологического исследования: учебное пособие. СПб.: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2021. 124 с.

Опрос проводился письменно с помощью онлайн-сервиса Google Forms для создания форм обратной связи, тестирования и опросов. Анкетирование предусматривало заочное взаимодействие исследователя с респондентом. Чтобы минимизировать систематические ошибки, была выдержана структура анкеты, самым тщательным образом продуманы все вопросы, а также правильно выполнена верстка анкеты. Анкета включает в себя 15 вопросов (табл. 1) как открытого, так и закрытого типов. Большую часть опросного листа составляют основные вопросы, т. е. вопросы, посвящённые теме ис-

Таблица 1 / Table 1

Анкета опроса о готовности населения к раздельному сбору отходов / Survey questionnaire on the preparedness of the population to collect waste separately

№ вопроса	Вопрос
1.	Укажите Ваш пол.
2.	Укажите Ваш возраст.
3.	Укажите Ваш уровень образования: – дошкольное образование; – общее образование (школа, гимназия, лицей и т. п.); – среднее профессиональное образование (колледж, техникум и т. п.); – высшее образование (бакалавриат, специалитет, магистратура); – подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура, докторантура и т.п.).
4.	Укажите Вашу страну, населённый пункт.
5.	Слышали ли Вы о раздельном сборе мусора? (Да, нет).
6.	Готовы ли Вы поддержать нововведение по раздельному сбору мусора? (Да, нет). Если да, то на какие фракции отходов Вы готовы разделять? – пищевые отходы; – стекло; – пластик; – металл; – макулатура (картон, бумага); – текстиль; – другие фракции – укажите.
7.	Разделяете ли Вы мусор в домашних условиях? (Да, нет).
8.	Если да, то на какие фракции отходов Вы готовы разделять? – пищевые отходы; – стекло; – пластик; – металл; – макулатура (картон, бумага); – текстиль; – другие фракции – укажите.
9.	Как Вы считаете, возможно ли приобщить население к раздельному сбору мусора? (Да, нет).

Окончание табл. 1

№ вопроса	Вопрос
10.	Куда Вы выбрасываете мусор? – в мусоропровод; – в мусорный контейнер; – в пункт сбора (сортировочную станцию) – другие – укажите.
11.	Организованы ли контейнерные площадки для раздельного сбора мусора в месте Вашего проживания? (Да, нет).
12.	Знаете ли Вы о точках раздельного сбора мусора в вашем городе? (Да, нет).
13.	Готовы ли Вы отвозить отсортированные отходы в специальные пункты сбора отходов? (Да, нет).
14.	Знаете ли Вы, что происходит с мусором после того, как он попадает в пункт сортировки мусора? (Да, нет).
15.	Насколько эффективной, по Вашему мнению, является система обращения с ТКО в Вашем населенном пункте? (Шкала от 1 до 5, где 1 – очень неэффективна, 5 – очень эффективна).

Источник: составлено авторами

следования. Но есть и вспомогательные вопросы, задача которых – способствовать получению достоверной и полной информации по основным вопросам. Первые 4 вопроса анкеты позволили составить социально-демографический портрет респондентов.

В социально-экологическом опросе, который проводился в апреле 2022 г., приняли участие 652 чел. из разных стран. Больше всего респондентов пришлось на Россию – 398 чел. (61%), из них 85% женщин и 15% мужчин, затем Молдавия – 202 чел. (31%), из них 80% женщин и 20% мужчин, Киргизия – 52 чел. (8%), из них 77% женщин и 23% мужчин. Как уже отмечено ранее, большинство респондентов, принявших участие в опросе, были женщины – 83%, мужчин всего 17%.

Все респонденты были разделены на 5 возрастных категорий: подростковый возраст (10–15 лет); юношество (16–20 лет); ранняя взрослость (21–40 лет); средняя взрослость (41–59 лет) и период поздней взрослости (60 лет и старше)[1]. Данное разделение на возрастные категории позволяет выделить те группы населения, на которые следует обратить особое внимание и сделать акцент на дополнительную работу в области экологического просвещения.

Анализ таблицы 2 позволяет сделать вывод, что больше всего в опросе приняла участие молодежь из России – 267 чел., из Молдавии – 74 чел., из Киргизии – 23 чел., которые составляют основную часть трудоспособного населения. Вероятно, это связано с тем, что люди данной возрастной категории являются свободными пользователями различных интернет-ресурсов и готовы активно выражать свою гражданскую позицию.

Из всех опрошенных респондентов всего 9 чел. не слышали о существовании раздельного сбора отходов: 1 чел.

[1] Хилько М. Е. Возрастная психология: учебное пособие для вузов / 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2022. 201 с.

Таблица 2 / Table 2

Распределение респондентов по возрастным категориям / Distribution of respondents by age

Возраст, лет	Страны		
	Россия, чел.	Молдавия, чел.	Киргизия, чел.
10–15	2	16	0
16–20	52	65	17
21–40	267	74	23
41–59	74	39	11
60 и старше	3	8	1

Источник: данные авторов

Таблица 3 / Table 3

Информированность респондентов о раздельном сборе отходов / Awareness of respondents about separate waste collection

Возраст, лет	Россия, чел.		Молдавия, чел.		Киргизия, чел.	
	Да	Нет	Да	Нет	Да	Нет
10–15	2	0	15	1	0	0
16–20	52	0	63	2	15	2
21–40	265	2	73	1	22	1
41–59	74	0	39	0	11	0
60 и старше	3	0	8	0	1	0

Источник: данные авторов

в возрасте от 10 до 15, 4 чел. – от 16 до 20 лет, 4 чел. – от 21 до 40 лет (*табл. 3*). Высокий уровень информированности респондентов о раздельном сборе отходов позволяет сделать вывод о качественной просветительской работе, которая охватывает все возрастные группы населения, направленной на ознакомление жителей о необходимости селективного сбора отходов.

Анализ таблицы 4 показал, что более 90% респондентов в каждой возрастной группе опрашиваемого населения из России, Молдавии и Киргизии выразили свою готовность к поддержке повсеместного введения раздельного сбора ТКО.

На основании данных о готовности к поддержке введения раздельного сбора отходов были выделены основные компоненты морфологического состава отходов (рис. 1), на которые население готово разделять образующийся мусор. Стоит отметить, что респонденты всех стран ответили, что готовы разделять отходы. Пластик, макулатуру и стекло готовы разделять около 90% населения, пищевые отходы готовы сортировать около 70% населения, меньше всего жители готовы раздельно собирать металл и текстиль – 55% и 45% соответственно.

В рамках проводимого исследования респондентам был задан вопрос о том,

Таблица 4 / Table 4

Готовность населения к поддержке нововведения по раздельному сбору отходов / Preparedness of the population to support the innovation of separate waste collection

Возраст, лет	Россия, чел.		Молдавия, чел.		Киргизия, чел.	
	Да	Нет	Да	Нет	Да	Нет
10–15	2	0	16	0	0	0
16–20	50	2	60	5	16	1
21–40	260	7	73	1	23	0
41–59	70	4	36	3	11	0
60 и старше	3	0	8	0	1	0

Источник: данные авторов

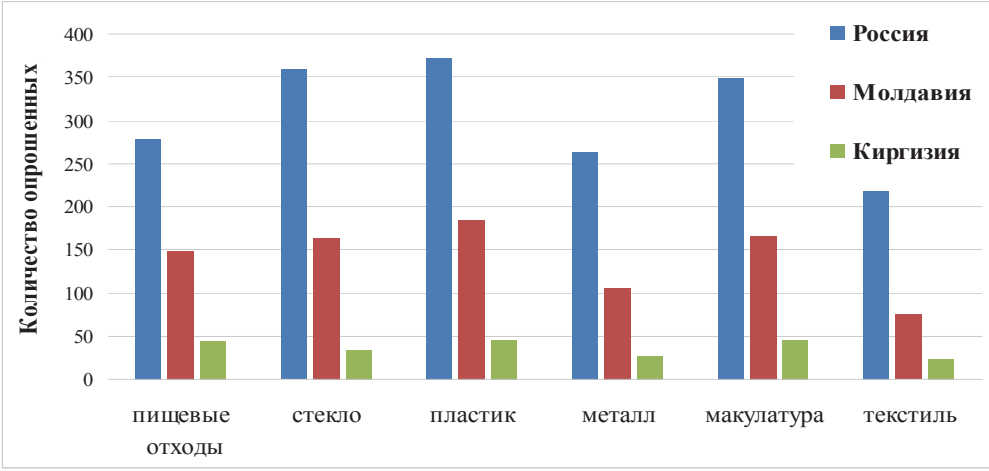


Рис. 1 / Fig. 1. Готовность населения к разделению отходов по морфологическому составу / Preparedness of the population to separate wastes by morphological composition

Источник: данные авторов

разделяют ли они мусор в домашних условиях. По результатам анкетирования выявлено, что большинство респондентов из России, Молдовы и Киргизии ответили положительно (*табл. 5*).

Анализ результатов, представленных в таблице 6, показал, что большинство респондентов (в России – 89%, Молдавии – 91%, Киргизии – 94%) считают, что население можно приобщить к раздельному сбору отходов. Высокий процент положительных ответов позволяет предложить органам государственной власти, органам местного самоуправления принять дополнительные меры по привлечению населения к селективному сбору отходов.

По результатам ответов на вопрос, куда анкетируемые в основном выбрасывают отходы, можно сделать вывод о том, что в России, Молдавии и Киргизии большинство населения выбрасывают ТКО в мусорные контейнеры и только немногие отвозят мусор в пункты сортировки отходов (сортировочные станции) (рис. 2).

Таблица 5 / Table 5

Сортирование отходов респондентами в домашних условиях / Waste sorting by respondents at home

Возраст, лет	Россия, чел.		Молдавия, чел.		Киргизия, чел.	
	Да	Нет	Да	Нет	Да	Нет
10–15	1	1	8	8	0	0
16–20	23	29	28	37	3	14
21–40	175	92	45	29	14	9
41–59	48	26	25	14	7	4
60 и старше	2	1	4	4	0	1

Источник: данные авторов

Таблица 6 / Table 6

Оценка возможности приобщения населения к раздельному сбору мусора / Assessment of the possibility of introducing the population to separate waste collection

Возраст, лет	Россия, чел.		Молдавия, чел.		Киргизия, чел.	
	Да	Нет	Да	Нет	Да	Нет
10–15	2	0	13	3	0	0
16–20	51	1	61	4	17	0
21–40	230	37	67	7	22	1
41–59	68	6	36	3	9	2
60 и старше	3	0	7	1	1	0

Источник: данные авторов

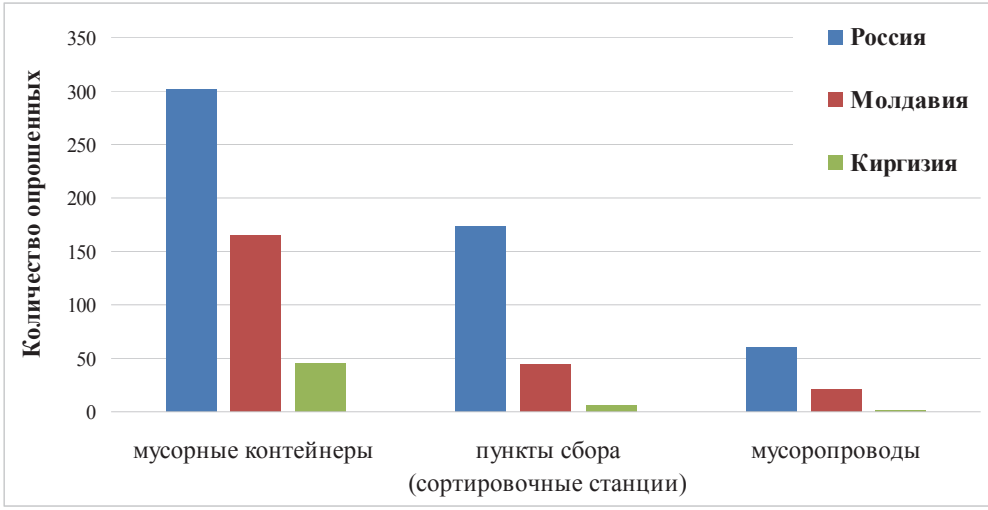


Рис. 2 / Fig. 2. Места сбора отходов у респондентов / Sites of waste collection from respondents

Источник: данные авторов

Анализ данных об обустройстве контейнерных площадок баками для раздельного сбора отходов позволяет сделать вывод, что места сбора отходов не оборудованы для селективного сбора отходов (*табл. 7*). Наличие на контейнерных площадках только баков для смешанных отходов снижает уровень готовности населения к селективному сбору отходов.

Анализ информированности респондентов о точках раздельного сбора отходов показал, что в России большинство анкетируемых знают адреса пунктов приёма отходов (*табл. 8*). В Молдавии и Киргизии низкая информированность населения о точках раздельного сбора – большинство респондентов ответили «нет». Среди опрошенных наибольшая информированность о точках раздельного сбора отходов выявлена у респондентов в возрасте от 21 до 40 лет.

Оценка готовности респондентов к вывозу отсортированных отходов в специальные пункты сбора отходов представлена в таблице 9. В России и Киргизии ответы на данный вопрос распределились в равном процентом соотношении (50%). В Молдавии 60% респондентов не готовы самостоятельно вывозить отсортированные отходы в специальные мусоросборные пункты. Таким образом, можно сделать

Таблица 7 / Table 7

Обустройство контейнерных площадок для раздельного сбора отходов / Arrangement of container sites for separate waste collection

Возраст, лет	Россия, чел.		Молдавия, чел.		Киргизия, чел.	
	Да	Нет	Да	Нет	Да	Нет
10–15	1	1	10	6	0	0
16–20	30	22	24	42	2	15
21–40	109	158	30	44	8	15
41–59	24	50	19	20	1	11
60 и старше	1	2	4	4	0	1

Источник: данные авторов

Таблица 8/ Table 8

Информированность респондентов о точках раздельного сбора отходов по возрастным категориям / Awareness of the population about the points of separate waste collection by age

Возраст, лет	Россия, чел.		Молдавия, чел.		Киргизия, чел.	
	Да	Нет	Да	Нет	Да	Нет
10–15	0	2	10	6	0	0
16–20	30	22	30	35	3	14
21–40	202	65	33	41	10	13
41–60	43	31	21	18	3	8
60 и старше	2	1	4	4	0	1

Источник: данные авторов

Таблица 9 / Table 9

Готовность респондентов к вывозу отсортированных отходов в специальные пункты сбора отходов / Respondents' preparedness to take sorted waste to special collection points

Возраст, лет	Россия, чел.		Молдавия, чел.		Киргизия, чел.	
	Да	Нет	Да	Нет	Да	Нет
10–15	2	0	9	7	0	0
16–20	25	27	23	42	7	10
21–40	145	122	35	39	16	7
41–59	31	43	12	27	4	7
60 и старше	0	3	1	7	0	1

Источник: данные авторов

вывод, что, несмотря на информированность о местах раздельного сбора отходов, население не готово самостоятельно отвозить свои отходы в специальные пункты сбора отходов. В первую очередь, это связано с низким уровнем мотивации у жителей, отсутствием времени на самостоятельный вывоз ТКО и слаборазвитой инфраструктурой селективного сбора отходов (пункты сбора расположены далеко от места жительства).

Респондентам также был задан вопрос, как они оценивают существующую систему обращения с ТКО. Для оценки эффективности данной системы была предложена балльная шкала от 1 до 5, где 1 – «очень неэффективна», 2 – «неэффективна», 3 – «умеренно эффективна», 4 – «эффективна», 5 – «очень эффективна» (рис. 3).

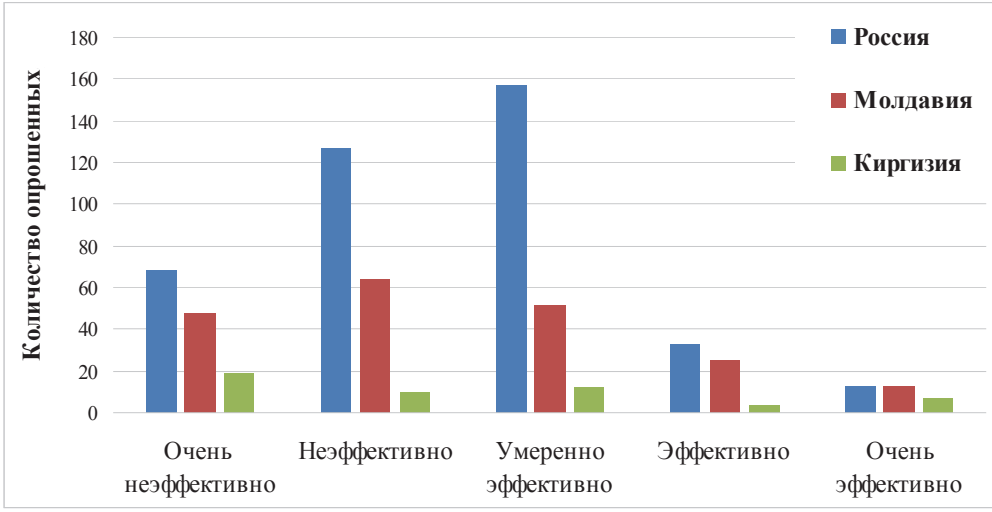


Рис. 3 / Fig. 3. Оценка эффективности системы обращения с ТКО респондентами / Evaluation of the effectiveness of the system of solid municipal waste management

Источник: данные авторов

Большинство анкетируемых из России (40% респондентов) оценивает современную систему обращения с отходами как «умеренно эффективную», при этом 49% респондентов оценивают как «очень неэффективна» и «неэффективна». Вполне вероятно, что через несколько лет этот процент уменьшится, т. к.в последние годы активно проводится в большом количестве комплекс мероприятий по улучшению сферы обращения с отходами: усовершенствование нормативно-правовой базы, введение института региональных операторов. Стоит отметить, что опрашиваемые из Молдавии и Киргизии в основном оценивают систему обращения с отходами в своих странах как «очень неэффективна» и «неэффективна».

Одной из задач исследования также был поиск возможных закономерностей и связей возможного влияния социально-демографических характеристик на распределение ответов о готовности к селективному сбору отходов. Как показали расчёты соответствующих коэффициентов корреляции, переменные не коррелируют между собой – коэффициент корреляции по модулю меньше 0,1, статистическая связь отсутствует.

Заключение

Проведённый социально-экологический опрос показал высокий процент готовности жителей к сортировке ТКО и понимания необходимости внедрения селективного сбора отходов. Осознание населением возможности влиять на состояние окружающей среды, участвовать в реальном ресурсосбережении позволяет сделать селективный сбор отходов наиболее эффективным и полным.

В ходе исследования были получены результаты, раскрывающие основные проблемы, с которыми жители рассматриваемых стран сталкиваются при селективном сборе отходов: отсутствие контейнерных площадок для раздельного сбора отходов, отсутствие мотивации к самостоятельному вывозу отсортированных отходов в специальные пункты сбора ТКО.

Стоит отметить, что закономерностей между полом и возрастом анкетируемых, уровнем их образования и готовностью к раздельному сбору отходов не выявлено. Независимо от пола, возраста, уровня образования население готово сортировать отходы. Полученный результат свидетельствует о том, что экологическое просвещение в области обращения с ТКО грамотно организовано и охватывает все слои населения.

Для достижения 100% готовности населения к раздельному сбору отходов органам государственной власти, органам местного самоуправления рекомендуется: увеличить количество баков для раздельного сбора отходов, развивать сеть пунктов селективного сбора отходов, организовать мобильные пункты приёма сортированных отходов для труднодоступных районов, материально и морально стимулировать население к раздельному сбору отходов, проводить эколого-просветительскую работу с населением по вопросу разумного потребления товаров и услуг.

Статья поступила в редакцию 28.07.2022

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ состояния и предпосылки создания комплексных систем обращения твёрдых бытовых и производственных отходов в Приморском крае / Э. А. Арустамов, С. Р. Гильденскиольд, П. М. Крылов, Т. И. Крылова // Отходы и ресурсы (электронный научный журнал). 2020. № 7(3). URL: https://resources.today/PDF/08INOR320.pdf (дата обращения: 28.08.2022). DOI: 10.15862/08INOR320
2. Журавлев Д. А., Магарил Е. Р. Экстерналии переработки отходов: влияние на качество жизни // Система управления экологической безопасностью: материалы XVI международной научно-практической конференции. Екатеринбург, 19–20 мая 2022 г. Екатеринбург: Издательство УрФУ, 2022. С. 3–7.
3. Каплина С. П., Семенова М. В., Каманина И. З. Эколого-экономическая эффективность новой системы управления твёрдыми коммунальными отходами в г. Дубна Московской области // Географическая среда и живые системы. 2018. № 2. С. 51–58. DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-51-58
4. Мочалова Л. А., Полежаева М. В. Обоснование основных принципов управления процессом обращения с твёрдыми коммунальными отходами // ЭТАП: Экономическая Теория, Анализ, Практика. 2020. № 5. С. 108–123. DOI: 10.24411/2071-6435-2020-10047
5. Обращение с твёрдыми коммунальными отходами: Россия на фоне мира / Говорушко С. М., Лазарев С., Петухов В. И., Зелинская Е. В. // Астраханский вестник экологического образования. 2021. № 2 (61). С. 4–31.
6. Сираждинов Р. Ж. Исследование опыта Советского Союза в управлении отходами производства и потребления // Вестник университета. 2021. № 3. С. 5–13. DOI: 10.26425/1816-4277-2021-3-5-13
7. Сравнительная оценка системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами в Беларуси, России и Казахстане / А. Ю. Скриган, И. В. Шилова, И. С. Мельникова, А. В. Щур // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. Т. 25. № 3. С. 353–365. DOI 10.22363/2313-2310-2017-25-3-353-365
8. Транспортно-логистическое обоснование выбора мест размещения объектов системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами (на примере Приморского края) / Волкова И. Н., Крылов П. М., Семина И. А., Сергушко С. В., Сидоров В. П. // Географическая среда и живые системы. 2020. № 2. С. 113–128. DOI: 10.18384/2712-7621-2020-2-113-128
9. Шилкина С. В. Управление пластиковыми отходами: российский и зарубежный опыт // Отходы и ресурсы (электронный научный журнал). 2022. № 9(1). URL: https://mir-nauki.com/PDF/10ECOR122.pdf (дата обращения: 30.08.2022). DOI: 10.15862/10ECOR122
10. Эколого-экономическая оценка использования энергетического ресурса твёрдых коммунальных отходов в инновационных технологиях / Лыков И. Н., Логинов А. А., Стрельцов А. Б., Голофтеева А. С. // Modern Science. 2019. № 9-2. С. 28–32.
11. Mesjasz-Lech A. Municipal Urban Waste Management – Challenges for Polish Cities in an Era of Circular Resource management // Resources. 2021. № 10 (6). P. 55–73. DOI: 10.3390/resources10060055
12. Rada E. C., Cioca L. Optimizing the Methodology of Characterization of Municipal Solid Waste in EU under a Circular Economy // Energy Procedia. 2017. № 119. P. 72–85. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.07.050
13. Sileryte R., Wandl A., Timmeren A. The responsibility of waste production: Comparison of European waste statistics regulation and Dutch National Waste Registry // Waste Management. 2022. № 151. P. 171–180. DOI: 10.1016/j.wasman.2022.07.022

REFERENCES

1. Arustamov E. A., Gildenskiold S. R., Krylov P. M., Krylova T. I. [Analysis of the state and prerequisites for the creation of integrated systems for the treatment of solid domestic and industrial waste in the Primorsky Krai]. In: *Otkhody i resursy (elektronnyy nauchnyy zhurnal)* [Waste and resources (electronic scientific magazine)], 2020, no. 7 (3). Available at: https://resources.today/PDF/08INOR320.pdf (accessed: 28.08.2022). DOI: 10.15862/08INOR320
2. Zhuravlev D. A., Magaril E. R. [Externalities of waste processing: impact on the quality of life]. In: *Sistema upravleniya ekologicheskoi bezopasnostyu: materialy XVI mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Yekaterinburg, 19–20 maya 2022 g.* [Ecological safety management system: materials of the 16th International Scientific and Practical Conference. Yekaterinburg, May 19–20, 2022]. Yekaterinburg, IzdatelstvoUrFU Publ., 2022. P. 3–7.
3. Kaplina S. P., Semenova M. V., Kamanina I. Z. [Ecological and economic efficiency of the new municipal solid waste management system in Dubna, Moscow region]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [Geographical environment and living systems], 2018, no. 2, pp. 51–58. DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-51-58
4. Mochalova L. A., Polezhaeva M. V. [Substantiation of the basic principles of managing the process of handling solid municipal waste]. In: *ETAP: Ekonomicheskaya Teoriya, Analiz, Praktika* [STAGE: Economic Theory, Analysis, Practice], 2020, no. 5, pp. 108–123. DOI: 10.24411/2071-6435-2020-10047
5. Govorushko S. M., Lazarev S., Petukhov V. I., Zelinskaya E. V. [Solid municipal waste management: Russia against the backdrop of the world]. In: *Astrakhanskii vestnik ekologicheskogo obrazovaniya* [Astrakhan Bulletin of Ecological Education], 2021, no. 2 (61), pp. 4–31.
6. Sirazhdinov R. Zh. [Study of the experience of the Soviet Union in the management of production and consumption waste]. In: *Vestnik universiteta* [Bulletin of the University], 2021, no. 3, pp. 5–13. DOI: 10.26425/1816-4277-2021-3-5-13
7. Skrigan A. Yu., Shilova I. V., Melnikova I. S., Shchur A. V. [Comparative assessment of the solid municipal waste management system in Belarus, Russia and Kazakhstan]. In: *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost zhiznedeyatelnosti* [RUDN Journal of Ecology and Life Safety], 2017, vol. 25, no. 3, pp. 353–365. DOI: 10.22363/2313-2310-2017-25-3-353-365
8. Volkova I. N., Krylov P.M., Semina I. A., Sergushko S. V., Sidorov V. P. [Transport and logistics justification for choosing a place to hide waste from the rescue system with municipal solid waste (on the territory of the Primorsky Krai)]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [Geographical environment and living systems], 2020, no. 2, pp. 113–128. DOI: 10.18384/2712-7621-2020-2-113-128
9. Shilkina S. V. [Plastic waste management: Russian and foreign experience]. In: *Otkhody i resursy (elektronnyi nauchnyi zhurnal)* [Waste and resources (electronic scientific journal)], 2022, no. 9 (1). Available at: https://mir-nauki.com/PDF/10ECOR122.pdf (accessed: 30.08.2022). DOI: 10.15862/10ECOR122
10. Lykov I. N., Loginov A. A., Streltsov A. B., Golofteeva A. S. [Ecological and economic assessment of the use of the energy resource of solid municipal waste in innovative technologies]. In: *Modern Science,* 2019, no. 9-2, pp. 28–32.
11. Mesjasz-Lech A. Municipal Urban Waste Management – Challenges for Polish Cities in an Era of Circular Resource management. In: *Resources*, 2021, no. 10 (6), pp. 55–73. DOI: 10.3390/resources10060055
12. Rada E. C., Cioca L. Optimizing the Methodology of Characterization of Municipal Solid Waste in EU under a Circular Economy. In: *Energy Procedia*, 2017, no. 119, pp. 72–85. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.07.050

13. Sileryte R., Wandl A., Timmeren A. The responsibility of waste production: Comparison of European waste statistics regulation and Dutch National Waste Registry. In: *Waste Management,* 2022, no. 151, pp. 171–180. DOI: 10.1016/j.wasman.2022.07.022

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Примак Екатерина Алексеевна – кандидат географических наук, доцент кафедры прикладной и системной экологии экологического факультета Российского государственного гидрометеорологического университета;
e-mail: ekaterinaprimak@yandex.ru

Иванова Елизавета Алексеевна – магистрант кафедры прикладной и системной экологии экологического факультета Российского государственного гидрометеорологического университета;
e-mail:lizok.sb@yandex.ru

Кадина Анастасия Юрьевна – магистрант кафедры прикладной и системной экологии экологического факультета Российского государственного гидрометеорологического университета;
e-mail: kadina1998@mail.ru

Грязнова Елизавета Антоновна – бакалавр института гидрологии и океанологии экологического факультета Российского государственного гидрометеорологического университета;
e-mail: eai.linna.17@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ekaterina A. Primak – Cand. Sci. (Geography), Assoc. Prof., Department of Applied and Systems Ecology, Faculty of Ecology, Russian State Hydrometeorological University;
e-mail: ekaterinaprimak@yandex.ru

Elizaveta A. Ivanova – Master's Degree Student, Department of Applied and Systems Ecology, Faculty of Ecology, Russian State Hydrometeorological University;
e-mail: lizok.sb@yandex.ru

Anastasia Yu. Kadina – Master's Degree Student, Department of Applied and Systems Ecology, Faculty of Ecology, Russian State Hydrometeorological University;
e-mail: kadina1998@mail.ru

Elizaveta A. Gryaznova – Bachelor, Institute of Hydrology and Oceanology, Faculty of Ecology, Russian State Hydrometeorological University;
e-mail: eai.linna.17@gmail.com

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Примак Е. А., Иванова Е. А., Кадина А. Ю., Грязнова Е. А. Сравнительная оценка готовности населения к раздельному сбору отходов // Географическая среда и живые системы. 2022. № 3. С. 74–89.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-74-89

FOR CITATION

Primak E. A., Ivanova E. A., Kadina A. Yu., Gryaznova E. A. Comparative assessment of the preparedness of the population for separate waste collection. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2022, no. 3, pp. 74–89.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-74-89

УДК 556
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-90-101

УДЕЛЬНАЯ ВОДОЁМКОСТЬ ВВП. ИТОГИ ВОДНОЙ СТРАТЕГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2020 ГОДА

Несмелов Н. М.

Государственный университет «Дубна»
141982, г. Дубна, ул. Университетская, д. 19, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Получить показатели удельной водоёмкости валового внутреннего продукта (ВВП) Российской Федерации, её федеральных округов и подвести итоги «Водной стратегии РФ на период до 2020 года».

Процедура и методы. Изучена удельная водоёмкость ВВП и валового регионального продукта (ВРП) как показателя экономической эффективности использования воды в России. Проведено сравнение планируемого результата показателя, подписанного Президентом в 2009 г., с фактическими результатами и успехами федеральных округов РФ, а также рассмотрены наиболее водоёмкие отрасли экономики. Основные методы исследования, использованные в работе: вычисление удельной водоёмкости ВВП, анализ литературных и статистических источников (водосборники, базы данных ЕАИС ГМВО и Росстата).

Результаты. Выявлено, что показатели удельной водоёмкости ВВП РФ снижались на всём временном отрезке «Водной стратегии РФ на период до 2020 года». Целевой результат 1,4 $м^3$ / тыс. руб. был досрочно достигнут в 2012 г. и продолжил снижение вплоть до 0,71 $м^3$ / тыс. руб. в 2020 г., что является перевыполнением плана почти в 2 раза. Данный результат достигнут совместными усилиями всех федеральных округов России, благодаря модернизации и эффективному использованию водохозяйственного комплекса. Все 8 федеральных округов завершили «Водную стратегию РФ в период до 2020 года» с положительным результатом, показав сокращение показателя удельной водоёмкости валового регионального продукта (ВРП) вплоть до 48%. Самыми водоёмкими отраслями оказались «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», «Рыболовство, рыбоводство» и «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство».

Теоретическая и/или практическая значимость. Анализ показателя удельной водоёмкости ВВП показывает, эффективны ли меры, принятые в «Водной стратегии РФ на период до 2020 года», исследование водоёмкости отраслей экономики – самые водоёмкие отрасли экономики, а оценка удельной водоёмкости ВРП – федеральные округа с недостаточно эффективным водопользованием. Это важный этап для последующего решения задач по модернизации водохозяйственного комплекса Российской Федерации.

Ключевые слова: удельная водоёмкость, общий объём водозабора, внутренний валовый продукт, валовый региональный продукт, водная стратегия, водные ресурсы, водопользование

© CC BY Несмелов Н. М., 2022.

WATER INTENSITY OF GDP. RESULTS OF THE WATER STRATEGY IN THE RUSSIAN FEDERATION FOR THE PERIOD UP TO 2020

N. Nesmelov

Dubna State University
ul. Universitetskaya 19, Dubna 141982, Russian Federation

Abstract

Aim. We obtain indicators of the specific water intensity of gross domestic product (GDP) in the Russian Federation and its federal districts and summarize the results of the "Water Strategy of the Russian Federation for the period up to 2020".

Methodology. The paper examines the specific water intensity of GDP and gross regional product (GRP) as an indicator of the economic efficiency of water consumption in Russia. The planned result of the indicator signed by the president in 2009 is compared with the actual results and successes of the federal districts of the Russian Federation, and the most water-intensive sectors of the economy are also considered. The research relies on such methods as calculation of the specific water intensity of GDP and analysis of literary and statistical sources (catchments anddatabases of the UAIS GMVO and Rosstat).

Results. It is found out that the indicators of the specific water intensity of the GDP of the Russian Federation decreased throughout the time period of the "Water Strategy of the Russian Federation for the period up to 2020". The target result is 1.4 m^3 / thousand rubles. It was achieved ahead of the schedule in 2012 and continued to decline up to 0.71 m^3 / thousand rubles in 2020, which is almost a two-fold over-fulfillment of the plan. This result was achieved by the joint efforts of all federal districts of Russia thanks to the modernization and efficient use of the water management complex. All eight federal districts completed the "Water Strategy of the Russian Federation until 2020" with a positive result, showing a reduction in the specific water intensity of gross regional product (GRP) up to 48%. The most water-intensive industries were "Production and distribution of electricity, gas and water", "Fishing, fish farming" and "Agriculture, hunting and forestry".

Research implications. The analysis of the indicator of the specific water intensity of GDP shows whether the measures taken in the "Water Strategy of the Russian Federation for the period up to 2020" are effective. The analysis of the water intensity of economic sectors reveals their most water-intensive sectors of the economy, and the analysis of the specific water intensity of GRP identifies federal districts with insufficiently efficient water use. This is an important stage for the subsequent solution of the tasks of modernization of the water management complex of the Russian Federation.

Keywords: water intensity, total water consumption, gross national product, gross regional product, Water strategy, water resources, water use

Введение

Вода используется на всех этапах хозяйственной деятельности и является неотъемлемой частью жизни Земли, а вся система обеспечения жизни человека построена на использующих воду технологиях [5, с. 8]. На фоне роста городов и сопутствующих экологических проблем, связанных с источниками пресной воды, актуальность этого исследования также обусловлена и тем, что подошёл к концу

принятый во внимание период подписанного в 2009 г. Президентом России документа стратегического планирования «Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года», в котором был расписан план по развитию водного хозяйства, разработана стратегия и дан курс на достижение требуемых показателей.

Россия – вторая в мире страна по объёму водных ресурсов, и в ней как никогда остро встают проблема экологически и экономически устойчивого водного хозяйства, а также проблема нерационального использования водных ресурсов [6, с. 594]. Этот вопрос напрямую связан с такими видами антропогенного воздействия, как загрязнение, неграмотно управляемые элементы системы водоснабжения и т. д.

Однако, помимо проблем, большой объём пресных вод несёт огромный потенциал экономического развития, а общий водозабор на все нужды является главной составляющей водохозяйственного комплекса страны.

Если забираемая из водоёма вода не возвращается в её первоначальном количестве и качестве, это может привести к истощению используемых рек, озёр и снижению уровня грунтовых вод. Устойчивое развитие в данных сферах способствует эффективному и экологическому использованию водных ресурсов.

Дать социально-экономическую оценку использованию водных ресурсов помогает такой параметр, как удельная водоёмкость внутреннего валового продукта (ВВП), она же и один из важных параметров «Водной стратегии РФ на период до 2020 года». Большой пласт экономических разработок в данной сфере принадлежит директору Института водных проблем РАН В. И. Данилову-Данильяну [8, с. 498].

В 2013 г. безусловная значимость индикатора удельной водоёмкости ВВП была отмечена международным сообществом, он был включён в руководство по отчётности в области устойчивого развития[1].

С. В. Ясинский, М. В. Сидорова и И. А. Вишневская, рассматривая ситуацию по водоёмкости России на начальный исследуемый период «Водной стратегии РФ», отмечали, что на 2007 г. величина показателя водоёмкости 2,4 м^3 / тыс. руб. оценивается как недопустимо высокая [12, с. 70].

Рассмотрим, что же такое удельная водоёмкость ВВП и ВРП, её составляющие, каких успехов удалось достичь в рамках этих показателей к 2020 г. в России и её федеральных округах.

Удельная водоёмкость ВВП Российской Федерации до 2020 г.

Удельная водоёмкость – это экономический показатель эффективного использования водных ресурсов. Удельная водоёмкость ВВП – показатель эффективности по стране в целом, который высчитывается по формуле (1), т. е. отношение общего объёма водозабора к валовому внутреннему продукту.

$$w = D / GDP \quad (1)$$

где:

w – удельная водоёмкость ВВП страны;

D – общий объём водозабора страны;

[1] Руководство по отчётности в области устойчивого развития G4 [Электронный ресурс]. URL: https://www.ecp.ru/sites/default/files/download/stakeholder/Russian-G4-Part-Two.pdf (дата обращения: 15.05.2022).

GDP – валовый внутренний продукт страны.

Источник: [13, с. 3060]

Удельная водоёмкость ВВП не только показывает эффективность и степень рациональности использования водных ресурсов внутри страны, но и учитывает общие потери при транспортировке, а также развитость водосберегающего комплекса [1, с. 3].

Подсчёт статистических данных по России является не только ознакомлением с текущей гидроэкономической ситуацией в стране, но и вступительным этапом в исследовании показателя. Основные данные по объёму водозабора были получены из статистического сборника «Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2017 году»[1], а финальные данные за 2019 и 2020 г. были опубликованы в государственном докладе Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации[2] (рис. 1).

В «Водной стратегии РФ» данные удельной водоёмкости ВВП указаны в ценах 2007 г. Это означает, что в исследовании потребуется значения последующих годов приводить в ценах 2007 г. с учётом инфляции. Эти данные собирает Федеральная служба го-

[1] Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2017 году: стат. сб. / под ред. Н. Г. Рыбальского, В. А. Омельяненко и А. Д. Думнова. М.: НИА-Природа, 2018. 230 с.

[2] О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году. Государственный доклад. М.: Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова, 2021. 1000 с.

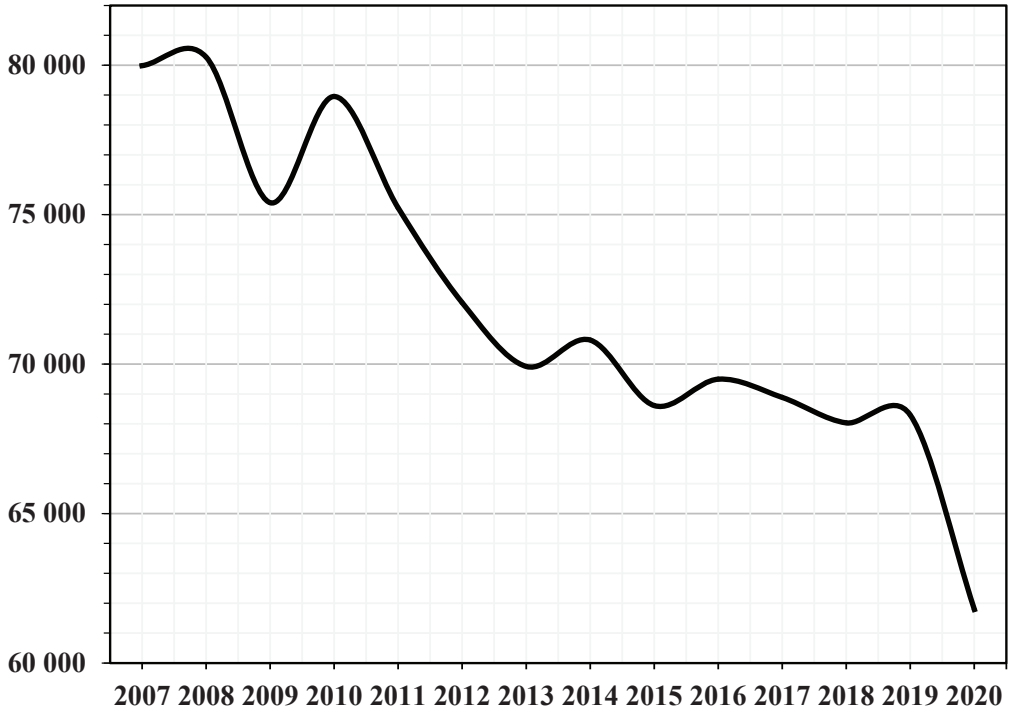


Рис. 1 / Fig. 1. Динамика общего объёма водозабора Российской Федерации за 2007–2020 гг. (млн м^3) / Dynamics of the total volume of water consumption in the Russian Federation for 2007–2020 (million m^3)

сударственной статистики (Росстат). Росстат для подсчёта инфляции предлагает индексы физического объёма валовой добавленной стоимости (индексы-дефляторы), которые высчитываются комплексным анализом изменения цен на товары и услуги [2, с. 9]. Показатель ВВП РФ (в текущих ценах) за 2007 г. равен 33247,5 млрд руб., его и необходимо перемножать на дефляторы ВВП с 2008 по 2020 г., т. е. результат каждого предыдущего года на индекс-дефлятор следующего (*табл. 1*).

Таблица 1 / Table 1

Индекс физического объёма валовой добавленной стоимости к предыдущему году за 2008–2020 гг. в Российской Федерации, в % / Volume index of gross value added to the previous year for 2008–2020 of the Russian Federation in percent

Год	Процент
2008	118,0
2009	102,0
2010	114,2
2011	115,9
2012	108,3
2013	104,8
2014	107,5
2015	107,2
2016	102,8
2017	105,3
2018	110,0
2019	103,3
2020	100,6

Источник: составлено автором

По вышеуказанной методике получены данные и составлен график динамики ВВП России в ценах 2007 г. за 2007–2020 гг. (рис. 2).

По формуле (1) произведены вычисления с учётом выше указанных данных и получена удельная водоёмкость ВВП за исследуемый период 2007–2020 гг. (в ценах 2007 г.). Результаты изображены на графике динамики и сопоставлены с целевым значением в «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года» – 1,4 $м^3$ / тыс. руб. (рис. 3) [4, с. 5].

Проанализировав график и целевое значение к 2020 г., можно однозначно сказать, что планируемая цель в России достигнута. Более того, задача по целевому значению показателя была выполнена уже к 2012 г.

Удельная водоёмкость ВРП федеральных округов Российской Федерации

У каждого федерального округа на начало исследуемого периода разные исходные данные. Огромную роль играет исторически сложившаяся экономика: каким-то регионам достались более развитые отрасли с низким общим водозабором и высоким валовым региональным продуктом (ВРП), а другим, например, – сельское хозяйство, которое требует для поливов и орошения большого объёма воды, а ВРП, напротив, небольшое. Также не последнюю роль играет количество населения, насколько они обеспечены центральным водоснабжением, какая на территории средняя температура, климат и уровень осадков [10, с. 73].

Для анализа локальных успехов необходимо определить удельную водоёмкость ВРП федеральных округов, которая рассчитывается по формуле (2) – отношение общего объёма водозабора федерального округа к ВРП федерального округа [11, с. 148].

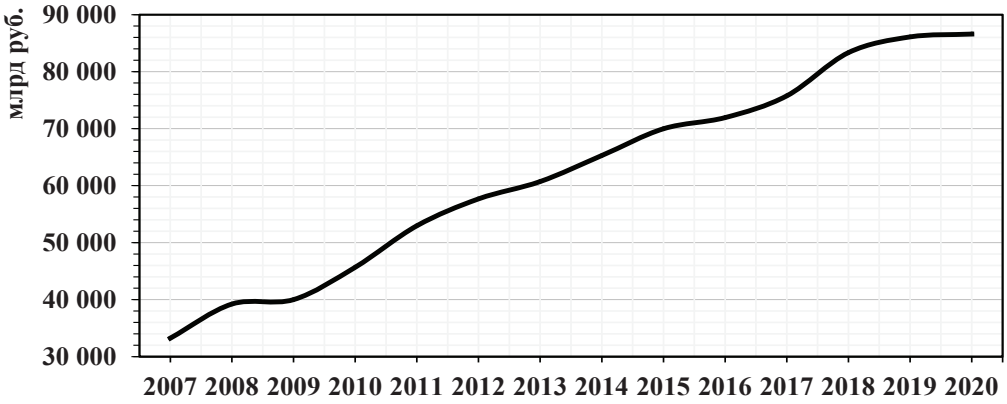


Рис. 2 / Fig. 2. Динамика ВВП Российской Федерации в ценах 2007 г. за 2007–2020 гг. (млрд руб.) / Dynamics of GDP in the Russian Federation in 2007 prices for 2007–2020 (billion rubles)

Источник: составлено автором

Рис. 3 / Fig. 3. Динамика удельной водоёмкости ВВП РФ с 2007 по 2020 гг. и сравнение с «Водной стратегией РФ на период до 2020 года» ($м^3$ / тыс. руб.) / Dynamics of water intensity of GDP in the Russian Federation from 2007 to 2020 and comparison with the "Water Strategy of the Russian Federation for the period up to 2020" (m^3 / thousand rubles)

Источник: составлено автором

$w = D / GDP$ (2)

где:

w – удельная водоёмкость ВРП федерального округа;

D – общий объём водозабора федерального округа;

GDP – валовый региональный продукт федерального округа.

Для составления динамики по каждому федеральному округу был проведён анализ ВРП с учётом индексов-дефляторов, как и в случае с показателем ВВП в «Водной стратегии РФ» значения приведены к ценам 2007 г. Состав федеральных округов определён перечнем субъектов за 2022 г., за исключением республики Крым (показатели Крыма с 2015 г. отнесены к Южному федеральному округу).

Далее проиллюстрирован график динамики, который из-за большого диапазона значений имеет логарифмическую шкалу удельной водоёмкости ВРП и включает в себя данные с 2007 по 2020 г. по 8 федеральным округам (рис. 4).

Самые высокие показатели водоёмкости у Северо-Кавказского, Южного и Северо-Западного федеральных округов. На гистограмме изображено в процентах снижение показателя удельной водоёмкости ВРП по разным федеральным округам с 2010 по 2020 гг. (рис. 5).

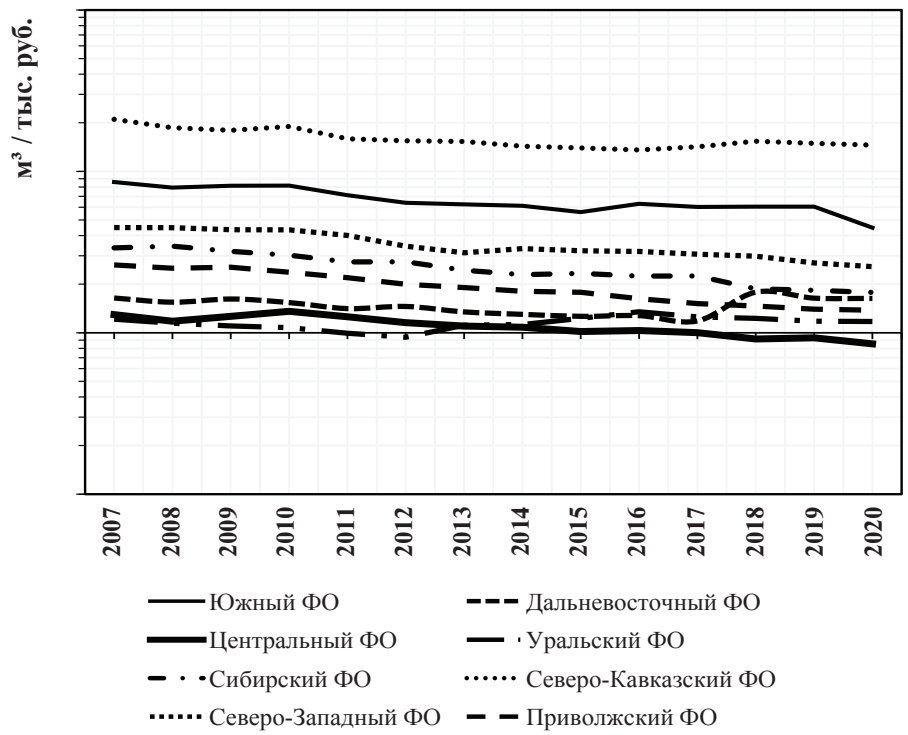


Рис. 4 / Fig. 4. Динамика удельной водоёмкости ВРП федеральных округов РФ с 2007 по 2020 гг. и сравнение с «Водной стратегией РФ» ($м^3$ / тыс. руб.) / Dynamics of water intensity of GDP in the Russian Federation from 2007 to 2020 and comparison with the "Water Strategy of the Russian Federation for the period up to 2020" (m^3 / thousand rubles)

Источник: составлено автором

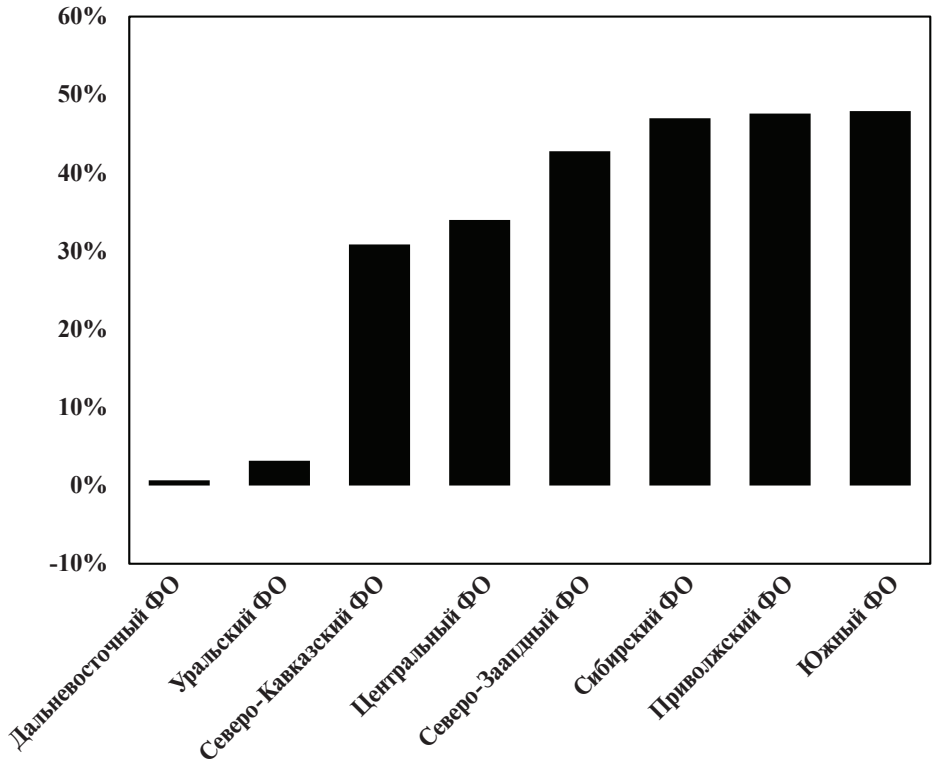


Рис. 5 / Fig. 5. Гистограмма понижения показателя удельной водоёмкости ВРП в федеральных округах РФ с 2007 по 2020 г. / Histogram of the decline of water intensity of GRP in the federal districts of Russian Federation from 2007 to 2020

Источник: составлено автором

Наименьший прогресс в снижении водоёмкости показали Дальневосточный и Уральский федеральные округа, но если рассмотреть их результат на 2020 г., то станет понятно, что их значения и так достаточно низкие – 1,63 м^3 / тыс. руб. и 1,17 м^3 / тыс. руб. соответственно.

Удельная водоёмкость ВВП по отраслям экономики

Опираясь на данные «Единой автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов» (ЕАИС ГМВО) и Росстата, были получены показатели общего объёма водозабора и ВВП по отраслям экономики. В состав участников ведения ГМВО входят различные федеральные службы, собственники водных объектов и водопользователи [9, с. 248–249]. Однако корректные показатели за 2009 г. отсутствуют, а с 2017 г. изменились виды группировки данных «Общероссийского классификатора видов экономической деятельности» (ОКВЭД-2). Для исследования были использованы только показатели за исследуемый период с 2010 по 2016 г. по методике учёта индексов-дефляторов (*табл. 2*).

Наиболее водоёмкими отраслями экономики являются «Производство и распределение электроэнергии, газа

и воды», «Рыболовство, рыбоводство» и «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство».

Отрасль энергетики и добычи сырьевых ресурсов имеет самый высокий показатель удельной водоёмкости ВВП, на 2016 г. он составлял 29,8 м^3 / тыс. руб. Это связано с крупным объёмом добычи сырьевых ресурсов, требующих значимое количество воды и развитой гидроэнергетики, но при этом её низкой стоимостью и небольшими объёмами реализации на внутреннем рынке. Очевиден малый прогресс этих кластеров в снижении показателя удельной водоёмкости, т. к. большинство организаций заняты в Дальневосточном и Уральском федеральных округах.

Второй по убыванию удельной водоёмкости отраслью экономики обладает отрасль «Рыболовство, рыбоводство» на 2016 г. – 16,9 м^3 / тыс. руб., показатель за исследуемый период почти вдвое меньше, чем у энергетики. Её удельная водоёмкость ВВП напрямую связана с занимаемыми площадями и объёмами водоёмов.

Третья водоёмкая отрасль России – сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Большая водоёмкость характерна для сельского хозяйства по всему миру и занимает около 70% общего потребления пресной воды [7, с. 20]. В России же на водоёмкость сельского хозяйства дополнительно влияет физико-географические характеристики регионов (зоны рискованного земледелия и т. п.), а также недостаточный уровень развитости технологий. Её показатель в РФ на 2016 г. составил 8 м^3 / тыс. руб.

За исследуемый период все 3 отрасли показали рост ВВП: «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды» – на 12,2%, «Рыболовство, рыбоводство» – на 38,6% и «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство» – на 15,4%. А показатели объёма водозабора, наоборот, уменьшались на 18,6%, 5,6% и 11,5% соответственно.

Показатели водоёмкости остальных отраслей не требуют подробного рассмотрения, т. к. за исследуемый период ни разу не превышали целевого значения «Водной стратегии РФ».

Заключение

Анализ отношения объёма общего водозабора и ВВП показал, что целевой результат «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года» по показателю удельной водоёмкости ВВП был достигнут досрочно, а итоговое значение превосходит планируемое почти в 2 раза. Следовательно, для водного хозяйства «Водная стратегия РФ» была более чем эффективна в гидроэкономическом плане.

Изучение показателей ВРП и их удельной водоёмкости показало, что Дальневосточный и Уральский федеральные округа практически не снизили показатель удельной водоёмкости ВРП из-за большой доли энергетики в ВРП. Остальные федеральные округа по показателю удельной водоёмкости ВРП к 2020 г. пришли к понижению значения от 30% до 40%.

Оценка водоёмкости отраслей выявила, что самыми водоёмкими являются отрасли «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», «Рыболовство, рыбоводство» и «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство». В исследуемый период ВВП этих трёх отраслей повышался, а

водозабор, напротив, уменьшался, что является положительным изменением. Негативной тенденцией является то, что в энергетике удельное водопотребление снижается в 2 раза медленнее, чем в промышленности в целом [3, с. 43]. Дальнейшее развитие и технологическая модернизация в данных отраслях помогут снизить удельную водоёмкость ВВП и водопотребление в будущем. Этому также способствует общемировая тенденция на снижение количества предприятий-водопотребителей.

Статья поступила в редакцию 25.05.2022

ЛИТЕРАТУРА

1. Абраменко И. П., Ревунов Р. В., Куприянова С. В. Направления совершенствования механизма регионального водопользования в контексте снижения водоемкости валового регионального продукта (на материалах Ростовской области) // Мелиорация и гидротехника. 2020. № 3 (39). С. 304–314.
2. Беляев С. Д. Водная стратегия 2020: цели и результаты // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2022. № 1. С. 5–24.
3. Битюкова В. Р. Промышленное водопотребление как индикатор устойчивого развития: страны, регионы, города // Экология и промышленность России. 2019. Т. 23. № 8. С. 42–49.
4. Гагарина О. В., Ашихмина Н. И. Эколого-географическая характеристика водопользования регионов Камского бассейнового водного управления // Наука Удмуртии. 2021. № 1 (93). С. 3–24.
5. Данилов-Данильян В. И. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России. М.: ЛЕВКО, 2009. 88 с.
6. Кизяев Б. М., Безднина С. Я. Водная стратегия агропромышленного комплекса России на период до 2020 года // Мелиорация и водное хозяйство. 2009. № 2. С. 20–23.
7. Ларионов В. Г., Шереметьева Е. Н. Современное состояние мировых водных ресурсов и основные направления по увеличению их доступности // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2015. Т. 25. № 4. С. 590–596.
8. Лихачева А. Б. Проблема пресной воды как структурный фактор мировой экономики // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2013. Т. 17. № 3. С. 497–523.
9. Недоцуков А. С., Маслов А. И., Федоров В. С. Информационно-технологическая поддержка Государственного мониторинга водных объектов // Научные исследования и инновации. 2020. №. 1. С. 247–253.
10. Рыбкина И. Д., Сивохип Ж. Т. Водные ресурсы российско-казахстанского трансграничного региона и их использование // Юг России: экология, развитие. 2019. № 2. С. 70–86.
11. Фомина В. Ф. Оценка валового регионального продукта – показателя водоресурсной эффективности регионов России // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2020. № 1 (67). С. 139–155.
12. Ясинский С. В., Сидорова М. В., Вишневская И. А. Водная стратегия – приоритет диффузной модели территориального развития России // Международная экономика. 2019. № 1. С. 68–79.
13. Llop M. Decomposing the Changes in Water Intensity in a Mediterranean Region // Water Resources Management: An International Journal. 2019. Vol. 33. P. 3057–3069.

REFERENCES

1. Abramenko I. P., Revunov R. V., Kupriyanova S. V. [Directions for improving the mechanism of regional water use in the context of reducing the water intensity of the gross regional product (on the materials of the Rostov region)]. In: *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Reclamation and hydrotechnics], 2020, no. 3 (39), pp. 304–314.
2. Belyaev S. D. [Water strategy 2020: goals and results]. In: *Vodnoe khozyaystvo Rossii: problemi, tekhnologii, upravlenie* [Water industry of Russia: problems, technologies, management], 2022, no. 1, pp. 5–9.
3. Bityukova V. R. Industrial water consumption as an indicator of sustainable development: countries, regions, cities. In: *Ekologiya i promyshlennost Rossii* [Ecology and industry of Russia], 2019, vol. 23, no. 8, pp. 42–49.
4. Gagarina O. V., Ashikhmina N. I. [Ecological and geographical characteristics of water use in the regions of the Kama Basin Water Administration]. In: *Nauka Udmurtii* [Science of Udmurtia], 2021, no. 1 (93), pp. 3–24.
5. Danilov-Danilyan V. I. *Vodnye resursy mira i perspektivy vodokhozyaystvennogo kompleksa Rossii* [Water resources of the world and prospects for the water management complex in Russia]. Moscow, LEVKO Publ., 2009. 88 p.
6. Kizyaev B. M., Bezdnina S. Ya. [Water strategy of the agro-industrial complex of Russia for the period up to 2020]. In: *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Reclamation and water management], 2009, no. 2, pp. 20–23.
7. Larionov V. G., Sheremetyeva E. N. [The current state of the world's water resources and the main directions for increasing their availability]. In: *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii* [News of Irkutsk State Economic Academy], 2015, vol. 25, no. 4, pp. 590–596.
8. Likhacheva A. B. [The problem of fresh water as a structural factor in the world economy]. In: *Ekonomicheskii zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki* [Economic Journal of the Higher School of Economics], 2013, vol. 17, no. 3, pp. 497–523.
9. Nedotsukov A. S., Maslov A. I., Fedorov V. S. [Information and technological support of State monitoring of water objects]. In: *Nauchnye issledovaniya i innovatsii* [Scientific research and innovations], 2020, no. 1, pp. 247–253.
10. Rybkina I. D., Sivokhip Zh. T. [Water resources of the Russian-Kazakhstan transboundary region and their use]. In: *Yug Rossii: ekologiya, razvitie* [South of Russia: ecology, development], 2019, no. 2, pp. 70–86.
11. Fomina V. F. [Evaluation of the gross regional product as an indicator of the water resource efficiency of Russian regions]. In: *Sever i rynok: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [North and the market: the formation of an economic order], 2020, no. 1 (67), pp. 139–155.
12. Yasinsky S. V., Sidorova M. V., Vishnevskaya I. A. [Water strategy as a priority of the diffuse model of Russia's territorial development]. In: *Mezhdunarodnaya ekonomika* [International Economics], 2019, no. 1, pp. 68–79.
13. Llop M. Decomposing the Changes in Water Intensity in a Mediterranean Region. In: *Water Resources Management: An International Journal,* 2019, vol. 33, pp. 3057–3069.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Несмелов Никита Михайлович – аспирант кафедры экологии и наук о Земле факультета естественных и инженерных наук Государственного университета Дубна;
e-mail: pr3x@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Nikita M. Nesmelov – Postgraduate Student, Department of Ecology and Earth Sciences, Faculty of Natural and Engineering Sciences, , Dubna State University;
e-mail: pr3x@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Несмелов Н. М. Удельная водоёмкость ВВП. Итоги водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года // Географическая среда и живые системы. 2022. № 3. С. 90–101.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-90-101

FOR CITATION

Nesmelov N. M. Water intensity of GDP. Results of the Water Strategy in the Russian Federation for the period up to 2020. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2022, no. 3, pp. 90–101.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-90-101

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ВЫЗОВЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

УДК 911.1
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-102-119

ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ ОТДЕЛЬНЫХ СТРАН МИРА

Обухов П. А.

Независимый исследователь
г. Мытищи, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Оценить направления и динамику энергетического перехода в электроэнергетике ряда зарубежных стран, исходя из тех задач, которые предстоит решить в процессе энергоперехода российской электроэнергетике.

Процедуры и методы. На основе программно-целевого метода выполнено моделирование целевых структур (построение стратегических карт) развития мировой электроэнергетики и электроэнергетики Германии согласно целям «Повестки устойчивого развития» Организации Объединённых Наций. На основе сравнительно-описательного метода проведён анализ соответствия итогов энергоперехода в электроэнергетике отдельных стран критериям ценовой и физической доступности, надёжности электроснабжения, а также уместной возобновляемости и энергоэффективности, которые были заданы на глобальном уровне.

Результаты. Выявлены особенности энергетического перехода в электроэнергетике ряда ведущих индустриальных стран, включая позитивные особенности (снижение удельного топливопотребления и отрицательного воздействия на окружающую среду традиционной электроэнергетики, оптимальное использование энергии ветра и солнца), негативные особенности (безосновательный отказ от развития традиционной энергетики, с проявившейся её деградацией и нарушением системности в электроснабжении, гипертрофированное развитие ветро- и гелиоэнергетики, невзирая на кратное удорожание выработки электроэнергии, ненадёжность и несамодостаточность таких источников в конкретных природно-географических локациях). Тем самым подтверждается обоснованность выбора главных направлений энергоперехода в России, связанных с преимущественным развитием атомной энергетики, в которой обеспечен должный научно-практический задел, достигнут высокий уровень надёжности и безопасности, освоен замкнутый (возобновляемый) топливный цикл.

© CC BY Обухов П. А., 2022.

Теоретическая и/или практическая значимость. Обращается внимание на специфические особенности передачи энергии в отдельных странах, которые должны учитываться при её выполнении в электроэнергетике России.

Ключевые слова: устойчивое развитие, энергетический переход, традиционные виды генерации электрической энергии, замкнутый атомный топливный цикл, возобновляемые источники энергии, энергетический кризис

FEATURES OF ENERGY TRANSITION IN ELECTRICITY POWER INDUSTRY OF SOME COUNTRIES OF THE WORD

P. Obukhov

Independent researcher
Mytishchi, Russian Federation

Abstract

Aim. We assess the directions and dynamics of energy transition in the electric power industry of some foreign countries, based on the tasks to be solved in the process of energy transition in the Russian electric power industry.

Methodology. Using the program-target method, we model target structures (construction of strategic maps) of the development of the world electric power industry and the German electric power industry in accordance with the goals of the "Sustainable Development Agenda" of the United Nations. Use is also made of a comparative descriptive method to analyze the compliance of the results of energy transition in the electric power industry of individual countries with such criteria as price, physical accessibility, reliability of electricity supply, appropriate renewability and energy efficiency, which were set at the global level.

Results. We revealed some features of energy transition in the power industry of a number of leading industrial countries, including positive (specific fuel consumption reduction, decrease in negative impact on the environment of traditional power industry, and optimal use of wind and solar energy) and negative features (groundless refusal to develop traditional energy, with its degradation and disruption of the system in power supply; hypertrophied development of wind and solar energy despite the multiple increase in the cost of electricity generation; and unreliability and lack of self-sufficiency of such sources in specific natural and geographical locations). This confirms the validity of the choice of the main directions in energy transition in Russia, associated with the predominant development of nuclear energy, where proper scientific and practical groundwork is provided, a high level of reliability and safety is achieved, and a closed (renewable) fuel cycle is mastered.

Research implications. Attention is drawn to specific features of energy transition in individual countries that should be taken into account it in the Russian electric power industry.

Keywords: sustainable development, energy transition, traditional types of electric energy generation, closed nuclear fuel cycle, renewable energy sources, energy crisis

Введение

Современный энергетический переход является далеко не первым, поскольку энергопереходы сопровождают и обеспечивают смену каждого из индустриальных укладов. В масштабах мирового хозяйства за последние 200 лет (в электроэнергетике – за

140 лет) произошло несколько энергопереходов, и современный связан со становлением цифровизированной Индустрии 4.0, которая в принципе невозможна без электроэнергетического «покрытия» любой точки хозяйственной деятельности в глобальном масштабе. К тому же характер Индустрии 4.0, глобальный по охвату и активно воздействующий на все компоненты географической среды, предполагает, что в процессе перехода электроэнергетике должны быть приданы свойства нейтральности (чистоты, «зелёности») в части воздействия на окружающую среду, при том, что требование всеобщей доступности (ценовой и физической) электроэнергии для потребителя только усиливается.

К настоящему времени во многих странах мира уже накоплен немалый опыт реализации энергоперехода в электроэнергетике, тогда как России только предстоит войти в него. Единая энергетическая система России, обладая большим запасом прочности с советского периода, только в последние годы потребовала глубокой реновации; наступило время выбора ключевых решений, которые обеспечили бы успех энергоперехода с учётом отечественной специфики. Началом собственно энергоперехода в российской электроэнергетике, по всей видимости, следует считать февраль 2022 г., когда в промышленном режиме на Балаковской АЭС началось использование РЕМИКС-топлива; и это стало практическим подтверждением доступности, воспроизводимости (при замкнутом цикле) и экологичности атомной генерации, которая, по всей видимости, и будет обеспечивать решение главных задач энергоперехода и сообразно развивать иные виды электрогенерации в нашей стране [7]. На каждом этапе энергоперехода в российской электроэнергетике следует как можно более полно учитывать опыт (как позитивный, так и негативный) других стран, прежде всего, вступивших в него в «первых рядах» и испытавших на себе его различные варианты.

Энергопереход: его общее содержание применительно к электроэнергетике

Особенностью современного энергоперехода является его глобальное регулирование на уровне Организации объединённых наций, что предопределяется глобальным характером Индустрии 4.0. В доктринальном документе, принятом Генеральной ассамблеей ООН 25 сентября 2015 г. «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года»[1], определено 17 целей и 169 подцелей (условий, требований) для нового индустриального общества. Основная цель в области энергетики (№ 7) кратко обозначена как «Недорогостоящая и чистая энергия». Рассмотрим детально целевую конструкцию в области энергетики (*табл. 1*).

Целевую структуру современного энергоперехода можно охарактеризо-

[1] Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Резолюция принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года // Организация Объединённых Наций: [сайт]. URL: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=R (дата обращения: 10.07.2022).

Таблица 1 / Table 1

Структура целей устойчивого развития в области энергетики / Structure of sustainable energy development goals

<table>
<tr><td colspan="3">Цель 7 (развёрнуто): обеспечение доступа к недорогим, надёжным, устойчивым и современным источникам энергии для всех
Цель 7 (кратко): недорогостоящая и чистая энергия</td></tr>
<tr><td>Подцель 7.1:
к 2030 г. обеспечить всеобщий доступ к недорогому, надёжному и современному энергоснабжению</td><td>Подцель 7.2:
к 2030 г. значительно увеличить долю энергии из возобновляемых источников в мировом энергетическом балансе</td><td>Подцель 7.3:
к 2030 г. удвоить глобальный показатель повышения энергоэффективности</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ключевое направление достижения цели 7a:
к 2030 г. активизировать международное сотрудничество в целях облегчения доступа к исследованиям и технологиям в области экологически чистой энергетики, включая возобновляемую энергетику, повышение энергоэффективности и передовые и более чистые технологии использования ископаемого топлива, и поощрять инвестиции в энергетическую инфраструктуру и технологии экологически чистой энергетики</td><td>Ключевые выгодоприобретатели от достижения цели 7b:
к 2030 г. расширить инфраструктуру и модернизировать технологии для современного и устойчивого энергоснабжения всех в развивающихся странах, в частности в наименее развитых странах, малых островных развивающихся государствах и развивающихся странах, не имеющих выхода к морю, с учётом их соответствующих программ поддержки</td></tr>
</table>

Источник: Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Резолюция принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года // Организация Объединённых Наций: [сайт]. URL: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=R (дата обращения: 10.07.2022)

вать как состоящую из главного целевого критерия, обязательных и дополнительных требований, а также особых условий. В краткой и развёрнутой формулировках целевого критерия, согласно материалам «Повестки» ООН, имеются некоторые различия: в развёрнутом варианте говорится о «современных» источниках энергии, а в кратком – о «чистых». К «чистым», а также «возобновляемым» в ряде стран (преимущественно – европейских) с определённого времени были приравнены ветро- и гелиогенерация (ВИЭ – возобновляемые источники энергии). К «грязным» были отнесены традиционные виды генерации: на основе нефтепродуктов и угля, атомная энергетика, а также часть гидроэнергетики (относящуюся к «нерусловой»), а в перспективе – и газовая электроэнергетика.

Однако современные технологии позволяют в существенной мере обеспечить нейтральность в отношении окружающей среды традиционных видов электрогенерации за счёт комплекса технологических мероприятий, включая: утилизацию отходящего тепла и снижение тепловых выбросов; улавливание и утилизацию отходящего метана; улавливание и связывание оксидов углерода, оксидов азота, оксидов серы; нейтрализацию и ути-

лизацию зольных выбросов и отходов обогащения твёрдого топлива [1]. Потенциально для традиционной генерации может быть обеспечена нейтральность, превосходящая ВИЭ. Это нашло отражение на рисунке 1, где сделан выбор в пользу именно развёрнутой формулировки цели 7 согласно «Повестки» ООН (в пользу термина «современные технологии»).

Ключевым показателем в составе целевого критерия энергоперехода является невысокая стоимость электроэнергии у потребителя, поэтому уместно определиться в том, насколько недорога электроэнергия в России, вступающая в энергопереход, с одной стороны, и в ряде ведущих индустриальных стран, где решающие шаги к «новой электроэнергетике» уже сделаны, с другой стороны. Ответ на этот вопрос является довольно неожиданным, причём наиболее точно его отражают данные по стоимости электроэнергии низкого напряжения у конечного потребителя (население, социальная сфера и малый бизнес). Именно ценами этой группы потребителей формируется база социальной устойчивости, поощряется первичная предпринимательская активность, стимулируется спрос на ряд важных групп товаров.

Многолетние данные указывают на то, что российские конечные потребители вполне обеспечены недорогой электрической энергией и занимают в этом отношении одну из лучших позиций в мире; а в условиях глобального энергетического кризиса, проявившегося во второй половине 2021 г., российские позиции только упрочились. По состоянию на середину 2022 г. в большинстве европейских стран номинальная стоимость электроэнергии была в несколько раз выше, чем в России (в Германии – выше в 5,4 раз); при том, что потребить электроэнергии на среднюю российскую зарплату можно кратно больше, чем в той же Германии, а также большинстве стран Южной и Восточной Европы. Следует также принять во внимание, что в России намного ниже фискальная нагрузка на начисленную заработную плату, это же относится к социальным отчислениям из зарплаты [2]. Для домохозяйств Японии электроэнергия обходится не менее дорого, чем в зарубежной Европе; а на японскую среднемесячную заработную плату можно потребить электроэнергии примерно столько же, как и на российскую[1]. В США и Канаде в середине 2022 г. цена электроэнергии сохранялась на уровне, который в наибольшей мере продолжал соответствовать критерию «недорогая энергия»[2]. Переходя от оценки ценовой доступности электроэнергии к оценке по паритету покупательной способности (ППТ), можно убедиться, что по состоянию на начало 2022 г. в ценах по ППТ электроэнергия в России не дороже, чем в США, а дешевле она только в Канаде и Норвегии (на 5–10%) [5]. Очевидно, что потребители в России устойчиво обеспечиваются недорогой электроэнергией в полном объёме (за самым редким исключением) и по вполне доступной цене. В процессе начавшегося в России

[1] Gillespie T., Rocha P. A. Europe Power Prices Set to Climb Even Higher After Record Month // Bloomberg: [сайт]. URL: https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-07-29/europe-power-prices-set-to-climb-even-higher-after-record-month (дата обращения: 11.08.2022).

[2] Мировая энергетика [Электронный ресурс]. URL: https://www.eeseaec.org (дата обращения: 17.08.2022).

Рис. 1 / Fig. 1. Целевая структура современного этапа энергоперехода на период с 2016 года до 2030 г. / Target structure of the current stage of energy transition for the period from 2016 to 2030

Источник: составлено автором по материалам резолюции Генеральной ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 г.

энергоперехода это положение, заданное «Повесткой» ООН, должно, безусловно, соблюдаться.

Особенности энергоперехода, выполненного в электроэнергетике Германии

В отличие от России, большинство европейских стран, включая ряд традиционных индустриальных лидеров, таких, как Германия, не представляется возможным отнести к вполне благополучным по критерию «недорогой энергии»; причём вслед за Германией даже более энергообеспеченная Франция фактически покинула зону «недорогой энергии» непосредственно в течение 2022 г.[1]. Причину энергетических проблем Германии можно видеть в активных действиях по энергопереходу, предпринимавшихся последние два десятилетия, которые (что сейчас очевидно) имели неверную общую направленность и выполнялись весьма рискованным образом. Задолго до того, как в рамках ООН были согласованы и приняты цели устойчивого развития для энергетики, в Германии (а вместе с ней в ряде соседних стран) была принята к реализации гораздо более радикальная доктрина, в которой доминировало целеполагание, предусматривающее практически полную замену традиционных видов электрогенерации на так называемые «новые» (они же возобновляемые) виды, а именно ветро- и гелиогенерацию. Было провозглашено априори, что новые виды генерации являются «чистыми и зелёными», а традиционная генерация была отвергнута как таковая (как неисправимо «грязная»). Радикальную направленность энергоперехода для электроэнергетики Германии можно выразить схематично, используя и трансформируя целевую конструкцию, принятую ООН в 2015 г. (рис. 2). Примечательно, что германская целевая модель энергоперехода вполне определилась уже к 2005 г., а к настоящему времени электроэнергетика Германии уже находится в новом (постпереходном) состоянии, которое демонстрирует признаки глубокого системного кризиса.

Электроэнергетика Германии в процессе энергоперехода претерпела радикальные изменения. Ещё на рубеже 90-х гг. прошлого века были ликвидированы 2 восточногерманские АЭС. В «нулевые» годы было принято фатальное решение об отказе от атомной энергетики на перспективу; однако в этот период она лишь немного сократилась до уровня примерно 20 ГВт. На начало 2020 г. числилось всего 8,1 ГВт установленной мощности атомных энергоблоков, а на начало 2022 г. – уже примерно вдвое меньше[2]. В начале февраля 2022 г. Еврокомиссия отказалась от жёсткой антиядерной позиции – атомной энергетики, которой был присвоен статус «климатически дружественной» на обозримый период[3]. Однако в Германии в этом году

[1] Gillespie T., Rocha P. A. Europe Power Prices Set to Climb Even Higher After Record Month // Bloomberg: [сайт]. URL: https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-07-29/europe-power-prices-set-to-climb-even-higher-after-record-month (дата обращения: 11.08.2022).

[2] Энергетический профиль Германии // Мировая энергетика: [сайт]. URL: https://www.eeseaec.org (дата обращения: 17.08.2022).

[3] Таксономия Европейского Союза: Дополнительный закон о климате для ускорения декарбонизации: [Электронный ресурс]. URL: https://ec.europa.eu/info/publications/220202-sustainable-finance-taxonomy-complementary-climate-delegated-act_en (дата обращения: 17.07.2022).

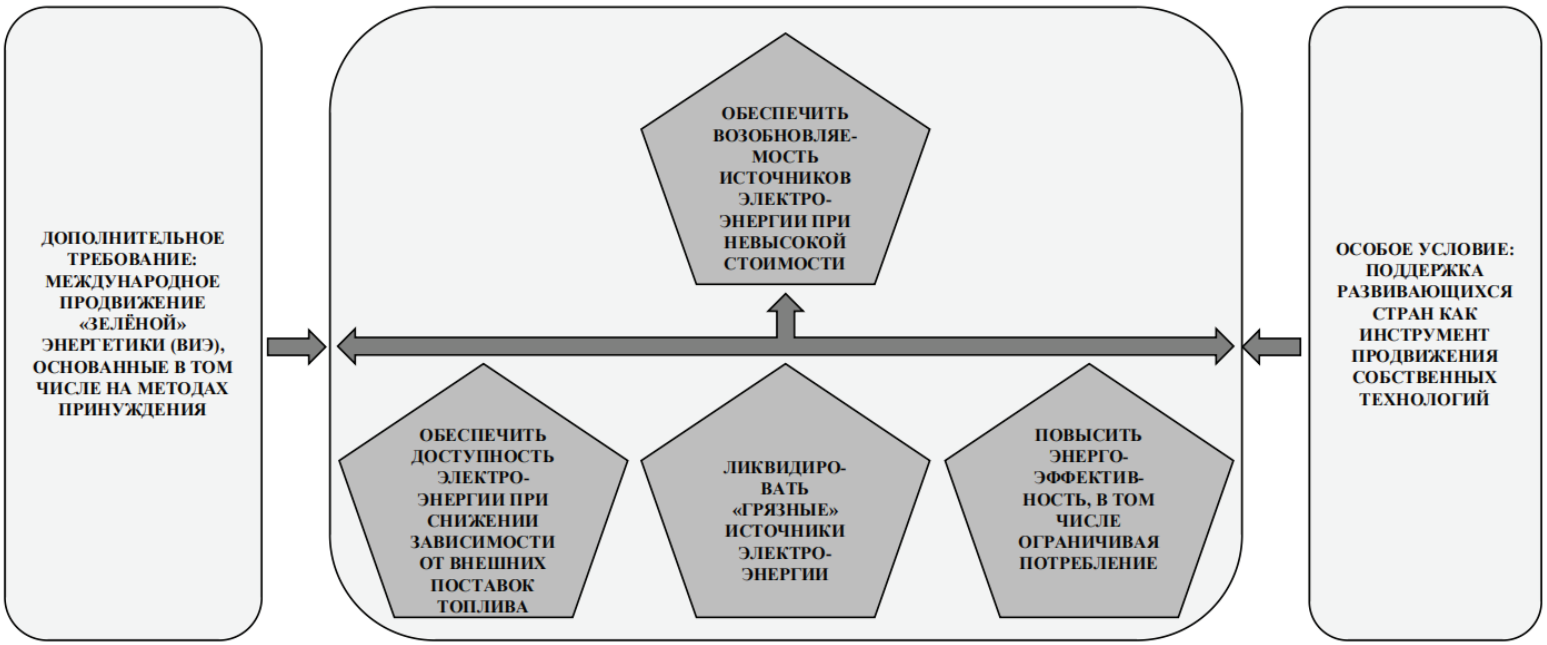


Рис. 2 / Fig. 2. Целевая структура энергоперехода в Германии для периода с 2005 по 2022 г. / Target structure of energy transition in Germany for the period from 2005 to 2022

Источник: составлено автором по Мировая энергетика: [сайт]. URL: https://www.eeseaec.org; Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Резолюция принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года // ООН: [сайт]. URL: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=R (дата обращения: 10.07.2022)

выводятся из эксплуатации последние 3 атомных энергоблока, угольную генерацию предполагается свернуть к 2038 г., газовую – к 2050 г. Сокращение угольной генерации наглядно отражают данные по общему потреблению угля в Германии за этот период: 1991 г. – 407,8 млн т, 2015 г. – 264,2 млн т, 2020 г. – 151,8 млн т[1].

Согласно доктрине энергоперехода как денуклеаризации и декарбонизации, принятой в Германии (и изначально поддержанной Еврокомиссией и многими странами Европы), на смену «грязным» видам электрогенерации приходят ВИЭ, причём в масштабах, которые являются совершенно беспрецедентными, а последствия – настолько противоречивыми, что возникают обоснованные сомнения в их итоговом соответствии как «Повестке» ООН, так и (что действительно парадоксально) целям энергоперехода в какой-либо электроэнергетической системе вообще. Если в 1991 г. в Германии промышленное значение ВИЭ было ничтожно малым, то по состоянию на 2015/2020 гг., установленные мощности ВЭС достигли 44580/62188 мВт, СЭС – 39224/53721 мВт, превысив в совокупности половину от всех установленных мощностей германской электроэнергетики (рис. 3).

Можно утверждать, что к середине 2022 г. энергопереход «по-германски» свершился: ВИЭ получили абсолютный приоритет, как в наращивании

[1] Энергетический профиль Германии // Мировая энергетика: [сайт]. URL: https://www.eeseaec.org (дата обращения: 17.08.2022).

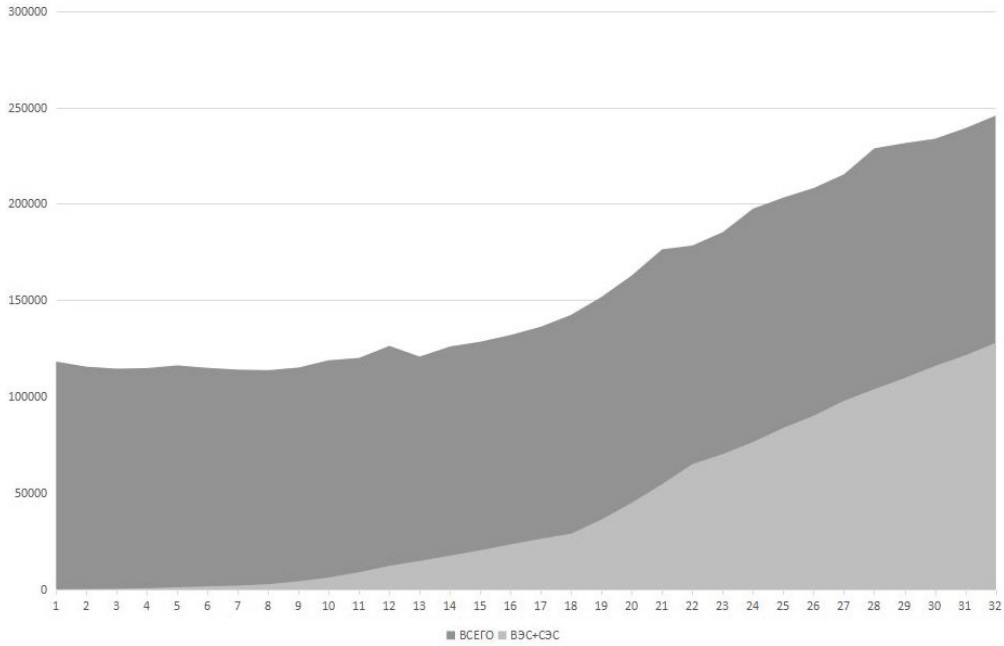


Рис. 3 / Fig. 3. Установленная мощность электростанций Германии за период с 1991 по 2022 гг., МВт / Installed capacity of German power plants for the period from 1991 to 2022, MW

Источник: составлено автором по Мировая энергетика [Электронный ресурс]. URL: https://www.eeseaec.org (дата обращения: 17.08.2022).

мощностей в дальнейшем, так и в доступе к общей сети для отпуска электроэнергии; остающаяся традиционная генерация переориентирована на поддержку ВИЭ. Прямым результатом такого энергоперехода стал беспрецедентный рост цены и существенные ограничения доступа к электроэнергии практически всех категорий потребителей; так что электроэнергетика Германии в её нынешнем состоянии перестала соответствовать критериям, установленным в «Повестке» ООН. ВИЭ-генерация, которой в принципе присуща большая суточная, сезонная и стохастическая нестабильность выдачи мощности, функционирует, как правило, непредсказуемо, а зачастую – хаотично. Коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) ВИЭ весьма невелик даже в лучших географических локациях (с техническим потенциалом ветровой и солнечной энергетики кратно более высоким), а в условиях Германии составляет порядка 24% для ВЭС и только 11% для СЭС [4], тогда как у атомных станций (по данным Всемирной ядерной ассоциации) в среднем по миру – свыше 80%, а на новых блоках в России прогнозируется около 90% [7].

Следствием переориентации энергетики Германии с традиционной электрогенерации на ВИЭ стало снижение числа часов использования установленной мощности электростанций с 5044 в 2003 г. до 2450 в 2020 г., т. е. более чем вдвое, и оно продолжает снижаться. Вот почему в Германии за период 1991–2020 гг. при совокупном росте установленной мощности генерации со 118 ГВт до 234 ГВт (если бы не были досрочно выведены сотни энергоблоков, то рост был бы примерно в 2,5 раза) выработка электроэнергии почти не выросла (с 539 до 573 млрд кВт/ч, соответственно). Фондоотдача отрасли снизилась как минимум вдвое, а с учётом обширных землеотводов под ВИЭ снижение оказалось не менее чем трёхкратным[1].

К началу энергоперехода в Германии возлагались большие надежды на новые недорогие и экологически чистые технологии промышленной аккумуляции электроэнергии, которые позволили бы перераспределять пиковую выработку ВИЭ с мощностями порядка сотен ГВт; но таких аккумуляторов всё ещё нет и не ожидается их развёртывание на обозримую перспективу [7; 8]. Строительство «традиционных» гидроаккумулирующих станций (ГАЭС) в таких масштабах нереально ни по затратам, ни по срокам, ни по экологическим ограничениям [11]. В связи с этим энергосистема Германии, построенная на приоритете ВИЭ, потеряет остатки работоспособности, если в ней не будет компенсирующих мощностей, а это – тепловая генерация, только используемая «на подхвате».

Нельзя обойти вниманием то, что в новой энергосистеме Германии уже пришлось существенно усложнить структуру электропередачи, построив «вторую сеть» по сбору с объектов ВИЭ и передаче электроэнергии в центры потребления. При этом потери электроэнергии в сетях выросли кратно: с 2,50% в 1991 г. до 4,75%[2].

[1] Энергетический профиль Германии // Мировая энергетика: [сайт]. URL: https://www.eeseaec.org/energeticeskij-profil-germanii (дата обращения: 17.08.2022).

[2] Энергетический профиль Германии // Мировая энергетика: [сайт]. URL: https://www.eeseaec.org/energeticeskij-profil-germanii (дата обращения: 17.08.2022).

Разумеется, чем выше потери электроэнергии в сетях, тем выше стоимость электроэнергии у потребителя; однако потери электроэнергии – это ещё и постоянно действующий фактор теплового загрязнения окружающей среды. Во всяком случае, можно констатировать общее снижение энергоэффективности самой электроэнергетической системы, что идёт вразрез с критериями «Повестки» ООН. Немаловажно, что в новой германской энергосистеме из-за неритмичной работы оказывается весьма высоким износ головного оборудования (что ещё более снижает фондоотдачу), критично усложнилась работа диспетчерских служб, упала управляемость и общая надёжность.

Не выдерживает критики представление о «чистоте» ВИЭ, если рассматривать полный жизненный цикл этих технических систем. В Германии как на сами энергопарки, так и на линейные сетевые сооружения было израсходовано сотни миллионов тонн конструктивных материалов: полимеров, чёрных и цветных металлов, бетона и т. д.; в свою очередь, это потребовало колоссальных затрат энергоносителей и было сопряжено с вредным воздействием на окружающую среду. При реконструкции топливной генерации дополнительная потребность в конструктивных материалах всех видов была бы не столь высока и нагрузка на окружающую среду, соответственно, была бы гораздо ниже (вероятнее всего, на порядок). По сравнению с традиционной электроэнергетикой ВИЭ требуют существенного изъятия территориальных ресурсов, причём для ВЭС – не только на суше, но также и на акваториях. Если площади, которые необходимо занять для размещения СЭС, сравнить с землеотводом под мини ТЭЦ (на природном газе), то изъятие территориальных ресурсов будет примерно в 100 раз большим, чем под ТЭЦ [4]. Не столь сложно обосновать «безвредность» освоения ветроэнергетического потенциала, например, малозаселённой Северной Шотландии (как береговой линии, так и собственно моря), который является одним из самых значительных в Европе и оценивается в 36,5 ГВт (порядка 25% всей энергии ветра Европы, не считая России). Однако далеко небесспорно принятое недавно решение германских энергетических властей установить ещё 115 башен ВЭС (общая мощность 1,1 гВт) недалеко от о. Рюген, у побережья Померании с его пляжной курортной зоной и дворцово-парковыми ансамблями, относящимися к всемирному наследию ЮНЕСКО[1].

Очевидно, что энергопереход, совершённый в Германии за последние 20 лет, не привёл к достижению базовых целей, поставленных в «Повестке» ООН, но имел прямо противоположные результаты. Экономика Германии оказалась перегружена непосильными инвестиционными вливаниями в электроэнергетический сектор в ущерб другим секторам, прежде всего инфраструктурным. В самой электроэнергетике инвестиции были израсходованы крайне нерационально, следствием чего стало многократное удорожание электроэнергии у конечного потреби-

[1] Мишнаевский Л. А. Оффшорная ветроэнергетика: проблемы и перспективы [Электронный ресурс] // Чистые технологии для устойчивого будущего Евразии / под ред. Е. Винокурова. URL: https://globalenergyprize.org/ru/wp-content/uploads/2021/12/chistye-tehnologii.pdf (дата обращения: 30.08.2022).

теля. Экологическая нейтральность электроэнергетики также не была достигнута, поскольку жизненный цикл ВИЭ-энергетики сопряжён с некоторыми крайне негативными формами воздействия на географическую среду.

Совершённый в Германии энергопереход правильнее было бы называть не «зелёным», а «эрзац» (нем. *Ersatz* – «неполноценный заменитель») энергопереходом. Остаётся только предполагать, что спустя некоторое время, когда ошибочность «эрзац» решений будет осознана и признана, в Германии вновь будет восстановлена собственная добыча на максимальных уровнях энергетического бурого и каменного угля, и вообще произойдёт полная реабилитация карбоновой электроэнергетики (с современными технологиями улавливания и связывания углерода). Во всяком случае, потенциальные запасы собственного каменного угля в Германии оцениваются в величину порядка 8 млрд т, бурого угля – 34 млрд т, что совокупно приравнивается не меньше чем к 18–20 млрд т нефтяного эквивалента [2]. А это означает, что в перспективе на 30–40 лет (и до 100 лет) Германия могла бы обеспечивать себя первичной энергией за счёт угля примерно на 35% (при ожидаемом снижении численности населения с 83 млн чел. до 71 млн чел. и энергоэффективности, сравнимой с уже достигнутой [3; 10]. За счёт энергии воды, ветра и солнца можно будет покрывать ещё порядка 15% потребности в энергии, ещё 5–10% – за счёт биотоплива и прочих источников[1]. Остальные 40% неизбежно придётся импортировать, и, видимо, это по-прежнему будет природный газ.

Возвращение германской электроэнергетики к традиционной отраслевой структуре можно ожидать не только потому, что в текущем состоянии она является крайне неустойчивой и подверженной множеству рисков (природных, техногенных, социальных, внешнеэкономических и внешнеполитических), но также и потому что, на призывы «делай как я в электроэнергетике» (при видимой поддержке Евросоюза), Германия на деле не получила должных безоговорочных последователей ни в рядах ведущих индустриальных стран самого Евросоюза, ни, за редким исключением, в числе большинства иных крупнейших экономик.

Особые черты энергоперехода в электроэнергетике ряда ведущих индустриальных стран

Как уже отмечалось, последователей «эрзац энергоперехода», подобного тому, который был реализован в электроэнергетике Германии, в мире удаётся найти не так уж много; ветро- и гелиогенерация, как правило, развиваются там и в тех масштабах, где это целесообразно как по экологическим, так и по технико-экономическим критериям, а продуманное включение некоторой доли ВИЭ в общий комплекс генерирующих мощностей не приводит к разбалансировке и деградации электроэнергетических систем. Совокупная доля угольной, углеводородной и атомной генерации во многих европейских странах все последние десятилетия оставалась «традиционно» высокой. В таблице 2 дана качественная оценка

[1] *Прим.:* Это экспертная оценка автора, основанная на представлении об оптимальном вовлечении в хозяйственный оборот внутренних и импортных энергоресурсов.

Таблица 2 / Table 2

Характер энергетического перехода в ряде ведущих стран мира / Nature of the energy transition in a number of leading countries of the world

Страна	Доля угольной, углеводородной и атомной генерации в 2020 г., %		Характер энергетического перехода
	Установленная мощность	Выработка электро энергии	
Германия	45,7	63,7	Радикально зелёный (эрзац энергопереход)
Великобритания	59,7	54,1	Радикально зелёный (эрзац энергопереход)
Франция	59,4	77,2	Умеренно зелёный энергопереход (с тенденциями к восстановлению ведущей роли атомной генерации)
США	77,2	70,2	Эволюционный энергопереход
Мексика	70,7	80,7	Эволюционный энергопереход
Япония	62,9	73,2	Эволюционный энергопереход (с восстановлением атомной генерации)
Китай	61,6	73,7	Эволюционный энергопереход
Индонезия	87,7	88,3	Ранняя стадия эволюционного энергоперехода
Австралия	62,2	81,6	Ранняя стадия радикально зелёного (эрзац энергоперехода)
Индия	61,5	75,0	Эволюционный энергопереход
Египет	91,5	90,0	Ранняя стадия эволюционного энергоперехода
Россия	79,6	80,0	Завершена подготовка к энергопереходу

Источник: Мировая энергетика [Электронный ресурс]. URL: https://www.eeseaec.org (дата обращения: 17.08.2022).

характера энергоперехода для ряда ведущих стран мира, полученная путём сравнительного анализа.

Поскольку энергопереход в Германии является образцом того, как его делать нельзя ни при каких условиях, в таблице 2 (колонка 4) он обозначен как «радикально зелёный» или «эрзац энергопереход». Энергопереход такого же характера, как в Германии, и с такими же негативными последствиями реализован в Великобритании; некоторое различие состоит, пожалуй, только в том, что ветроэнергетика этой островной страны по естественно-природным причинам заметно более эффективна (ветроэнергетический класс местности намного выше), чем в Германии.

Траектория энергоперехода во Франции специфична тем, что буквально в последние год-полтора на

общественно-политическом уровне были предприняты чрезвычайные меры изменить его «эрзац-зелёную» направленность и отвести энергетику «от края пропасти». Для этого потребовалось вернуть лояльное отношение к атомной генерации, которая служила основой энергосистемы Франции, начиная с 70-х гг. прошлого века (нефтяной кризис) и вплоть до начала текущего столетия, развитие которой, по сути, было искусственно стагнировано в 1999 г., новые энергоблоки не закладывались с 2007 г., а на 2024–2026 гг. намечались ликвидационные процедуры применительно к ещё остающимся и вполне работоспособным энергоблокам. Радикальное переоценка путей энергоперехода во Франции произошла в ходе предвыборной компании в феврале 2022 г., когда её президентом было заявлено о «восстановлении контроля над энергетической судьбой Франции». Из этих слов следует, что на ряд лет такой контроль во Франции был потерян, и даже если он будет восстановлен, то с немалым ущербом для общего индустриального потенциала. Начать строить новые атомные энергоблоки Франция будет в состоянии только с 2028 г., приступить к их эксплуатации – только с 2035 г. Восстановить вполне жизнеспособный энергетический профиль в этой стране получится только в 40-е гг. XXI в. Таковы последствия не самого радикального подварианта «эрзац энергоперехода» [9] (самый радикальный, разрушительные последствия которого вообще труднопредсказуемы, в Германии и Великобритании).

В США, ведущей экономике западного мира, в отличие от «радикально зелёной» части Европы традиционная электроэнергетика развивается без каких-либо признаков искусственного давления на неё и находится в тех позициях (а это не менее 70% выдачи электроэнергии в сеть), которые обеспечивают системную устойчивость. К тому же следует учесть, что именно в США технологии ВЭС и СЭС получили достаточно широкое развитие раньше чем где бы то ни было, но для них была предназначена оптимальная ниша (с учётом географических условий этой страны): до 15% установленной мощности, до 10% выработки. Видимо, доля ВИЭ ещё несколько вырастет, но нет никаких оснований ожидать, что эти виды генерации начнут преобладать в электроэнергетике, поскольку им предназначено место дополняющих компонентов, которые повышают общую системную эффективность, но не в ущерб традиционной генерации, росту производительности и мероприятиям по повышению экологической нейтральности, которые являются главными приоритетами энергоперехода. Такой характер энергоперехода вполне может быть определён как «эволюционный».

По эволюционному сценарию осуществляется энергопереход в Мексике, электроэнергетика которой находится в «энергетическом симбиозе» с юго-западными штатами США. Этот же тип энергоперехода (*табл. 2*), реализуется и в большинстве наиболее крупных экономик Азии, разумеется, со своими особенностями в каждой. Индонезия и Египет только вступили на траекторию энергоперехода. Китай и Индия осуществляют энергопереход по очень похожим вариантам эволюционного сценария, в которых ускоренно наращиваются не только ВЭС и СЭС (до

уместного уровня, исходя из природно-географических особенностей) [6], но и приоритетное значение придаётся АЭС, поскольку для этих стран, главных локомотивов экономики текущего столетия, атомная энергетика традиционной пока не является. Для Японии чрезвычайно актуальным является быстрый перезапуск атомной энергетики (с соблюдением самых высоких требований промышленной безопасности, принятых после событий на АЭС «Фукусима-1»). Попытка Австралии пойти по германскому пути (но под «брендом» ВИЭ от корпорации Илона Маска) привела к крайне негативным промежуточным результатам, включая многократный перерасход инвестиций, резкий рост цен на электроэнергию и приостановку деятельности энергорынка[1]. И этот пример только подтверждает вывод о принципиальной пагубности эрзац энергоперехода.

В таблицу 2 не включены те страны, в электроэнергетике которых особо высокую роль играет гидрогенерация, например, таких, как Канада и Бразилия. В этой связи можно говорить об энергопереходе с опорой на гидропотенциал, который, в зависимости от потребностей соответствующих территорий, протекает по специфичным сценариям. Для энергоперехода в Канаде является характерной стабильность этого процесса в течение последних, по крайней мере, 15 лет, благодаря высокой доле выработки электроэнергии на ГЭС: 2005 г. – 59,8%, 2020 г. – 61,9%; прогноз на 2035 г. – 59,1%. И только на 2050 г. ожидается некоторое снижение доли ГЭС в выработке электроэнергии – до 51%. При этом в абсолютном выражении производство электроэнергии на ГЭС за обозримый период вырастет с 360 млрд кВт/ч до 450 млрд кВт/ч. Такая стратегия энергоперехода позволяет поступательно наращивать мощности и выработку электроэнергии ВИЭ – выработка немногим более 20% в 2050 г. (в 2020 – меньше 6%). В электробалансе произойдёт практически полное замещение угольной генерации (в 2050 г. её будет меньше 0,1%), при том, что выработка электроэнергии из природного газа в абсолютном выражении будет довольно стабильной и будет варьироваться в интервале 70–80 млрд кВт/ч[2].

Энергопереход в Бразилии примечателен тем, что «поддерживающая» роль гидроэнергетики в нём ещё более выражена, чем в Канаде. За последние 2 десятилетия среднегодовая выработка электроэнергии ГЭС в Бразилии остаётся на уровне около 400 млрд кВт/ч. Весьма интенсивно развиваются ветроэнергетика и, что характерно, биоэнергетика. Совокупная доля этих двух видов генерации выросла за 20 лет примерно с 5% до 20% всей выработки электроэнергии[3]. Таким образом, можно утверждать, что энергопереход в бразильской электроэнергетике осуществляется вполне рациональным путём: в нём задействованы все доступные природные и технологические возможности, а доля возобновляемых источников получаемой электроэнер-

[1] Энергетическое античудо в Австралии // Институт развития технологий ТЭК: [сайт]. URL: https://irttek.ru/articles/energeticheskoe-antichudo-v-avstralii.html (дата обращения: 30.08.2022).

[2] Энергетический профиль Бразилии // Мировая энергетика: [сайт]. URL: https://www.eeseaec.org/energeticeskij-profil-brazilii (дата обращения: 17.08.2022).

[3] Там же.

гии довольно высока и имеет тенденцию к умеренному увеличению.

Очевидным содержанием энергоперехода, реализуемого в рамках формирования глобальной Индустрии 4.0, является существенная трансформация мировой электроэнергетики на современной технологической основе, однако результаты энергоперехода являются положительными далеко не во всех странах. Некоторые из стран, исторически занимавших лидирующие позиции в электроэнергетике со времён её возникновения (прежде всего, Германия и Великобритания, отчасти – Франция), пришли в конце 2021 г. к системному энергетическому кризису, отрасль утратила свою прежнюю управляемость, надёжность и эффективность; и глубина этого кризиса продолжает увеличиваться. Вместе с тем другие группы стран (США, новые индустриальные страны, но не только) проходят этапы процесса создания современной электроэнергетики вполне уверенно.

Заключение

В российской электроэнергетике к настоящему времени завершена подготовка к энергопереходу, согласно «Повестки устойчивого развития» ООН. Сделаны первые шаги в направлении создания современной, экологически чистой, обеспеченной исходными ресурсами энергетики, способной надёжно снабжать российских потребителей недорогой и доступной электрической энергией. Есть основания полагать, что энергопереход в России будет происходить преимущественно путём расширенного воспроизводства на принципиально новом техническом уровне традиционных видов генерации (при ведущей роли атомной генерации на основе замкнутого топливного цикла). Место в обновлённой российской электроэнергетике таких видов получения энергии, как ветро- и гелиогенерация подлежит уточнению и, вероятно, корректировке во избежание очевидных существенных просчётов, которые были совершены (и продолжают усугубляться) в процессе энергоперехода в Германии, Великобритании и некоторых других странах. Не меньшего внимания заслуживают, разумеется, положительные примеры энергоперехода в таких странах, как Канада, США, Китай, Индия и ряда других. По всей видимости, в процессе энергоперехода российской электроэнергетики на каждом его этапе будет приобретать актуальность позитивный либо негативный опыт тех или иных стран; и уже сейчас имеются основания признать одну часть сценариев энергоперехода недопустимыми в российских условиях, а другую часть – перспективными для углублённого изучения и возможного использования лучших решений.

Статья поступила в редакцию 29.08.2022

ЛИТЕРАТУРА

1. Битюкова В. Р., Дехнич В. С., Петухова Н. В. Влияние ГРЭС на загрязнение воздуха городов России // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2021. № 4. С. 38–51.
2. Букина И. С., Смирнов А. И. Направления налоговой политики России и возможность снижения налоговой нагрузки на отечественных производителей, ориентированных на внутренний рынок // Налоговая политика. 2020. № 4. С. 104–119.

3. Воробьёв Б. М. Германия // Воробьёв Б. М. Уголь мира. Т. III. Уголь Евразии. М.: Горная книга, 2013. С. 49–85.
4. Горячев В. Я., Михайлов С. А., Голобоков С. В. Оптимизация структуры солнечной электростанции // Развивая энергетическую повестку будущего: сб. докладов Международной научно–практической конференции. СПб: ЛЭТИ, 2021. С. 196–201.
5. Долматов И. А., Сасим С. В. Оценка состояния конкуренции на оптовом рынке электроэнергии. Отрасли и межотраслевые комплексы // Проблемы прогнозирования. 2022. № 2. С. 94–104.
6. Нефёдова Л. В., Рафикова Ю. Ю. Статистические оценки климата и ГИС-технологии при анализе рисков в гелиоэнергетике // Энергетическая политика. 2021. № 4 (158). С. 44–53.
7. Рачков В. И., Муравьёв Е. В., Каширский А. А. Сценарии оптимального развития ядерной энергетики России // Белая книга ядерной энергетики / под ред. Е. О. Адамова. М.: НИКИЭТ, 2020. С. 441–447.
8. Сысенко Н. Г., Титков А. А., Рейхерт Н. Д. и др. Об экологичности электромобилей // Инженерный вестник Дона. 2022. № 1. С. 1–9.
9. Шульга И. И. Изображая жертву // Атомная энергия. Атомный эксперт. 2022. № 6 (99). С. 49–55.
10. Ходов Л. Г. Население ведущей страны Западной Европы: естественная убыль, иммиграция // Горизонты экономики. 2020. № 4 (57). С. 91–96.
11. Geographic information system algorithms to locate prospective sites for pumped hydro energy storage / B. Lu, M. Stocks, A. Blakers, K. Anderson // Applied Energy. 2018. № 222. P. 300–312.

REFERENCES

1. Bityukova V. R., Dekhnich V. S., Petukhova N. V. [The impact of a state district power plant on air pollution in Russian cities]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 2021, no. 4, pp. 38–51.
2. Bukina I. S., Smirnov A. I. [Directions of the tax policy of Russia and the possibility of reducing the tax burden on domestic producers focused on the domestic market]. In: *Nalogovaya politika* [Tax policy], 2020, no. 4, pp. 104–119.
3. Vorob'ev B. M. [Germany]. In: Vorob'ev B. M. *Ugol' mira. T. III. Ugol 'Yevrazii* [Coal of the world. Vol. III. Coal of Eurasia]. Moscow, Gornaya kniga Publ., 2013. P. 49–85.
4. Goryachev V. Ya., Mikhailov S. A., Golobokov S. V. [Optimization of the structure of a solar power plant]. In: *Razvivaya energeticheskuyu povestku budushchego: sb. dokladov Mezhdunarodnoi nauchno–prakticheskoi konferentsii* [Developing the energy agenda of the future: a collection of reports of the International Scientific and Practical Conference. St. Petersburg, LETI Publ., 2021. P. 196–201.
5. Dolmatov I. A., Sasim S. V. [Assessment of the state of competition in the wholesale electricity market. Industries and cross-industry complexes]. In: *Problemy prognozirovaniya* [Forecasting problems], 2022, no. 2, pp. 94–104.
6. Nefedova L. V., Rafikova Yu. Yu. Statistical estimates of climate and GIS technology in the analysis of risks in helioenergy]. In: *Energeticheskaya politika* [Energy policy], 2021, no. 4 (158), pp. 44–53.
7. Rachkov V. I., Murav'ev E. V., Kashirsky A. A. [Scenarios for the optimal development of nuclear energy in Russia]. In: Adamov E. O., ed. *Belaya kniga yadernoi energetiki* [White Book of Nuclear Energy]. Moscow, NIKIET Publ., 2020. P. 441–447.
8. Sysenko N. G., Titkov A. A., Reichert N. D., etc. [On the sustainability of electric vehicles]. In: *Inzhenernyi vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don], 2022, no. 1, pp. 1–9.

9. Shulga I. I. [Depicting the victim]. In: *Atomnaya energiya. Atomnyiy ekspert* [Atomic energy. Atomic expert], 2022, no. 6 (99), pp. 49–55.
10. Khodov L. G. Population of the leading country in Western Europe: natural decline, immigration]. In: *Gorizonty ekonomiki* [Horizons of the economy], 2020, no. 4 (57), pp. 91–96.
11. Lu B., Stocks M., Blakers A., Anderson K. Geographic information system algorithms to locate prospective sites for pumped hydro energy storage. In: *Applied Energy*, 2018, no. 222, pp. 300–312.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Обухов Павел Андреевич – кандидат географических наук;
e-mail: obukhov.pa@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTOR

Pavel A. Obukhov – Cand. Sci. (Geography);
e-mail: obukhov.pa@yandex.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Обухов П. А. Особенности энергетического перехода в электроэнергетике отдельных стран мира // Географическая среда и живые системы. 2022. № 3. С. 102–119.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-102-119

FOR CITATION

Obukhov P. A. Features of energy transition in electricity power industry of some countries of the word. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2022, no. 3, pp. 102–119.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-102-119

ИСТОРИЧЕСКАЯ И КУЛЬТУРНАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 379.85
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-120-132

HISTORICAL AND CULTURAL RESOURCES OF THE GANJA-GAZAKH ECONOMIC-GEOGRAPHICAL REGION AND THEIR USAGE EXPEDIENTS

E. Ismayilova

ANAS, Institute of Geography named after acad. H. A. Aliyev
H. Javid Ave 115, Baku AZ1143, Azerbaijan

Abstract

Aim. Historical and cultural resources of the area for tourism purposes are evaluated.

Methodology. Along with the cultural values of any country, historical and cultural resources are fundamental factors proving their historicalness and antiquity. Cultural tourism is one of the most preferable types of tourism in recent years because it has no seasonal character and meets tourists' demand in all seasons. Any tourist visiting the country is willing to get acquainted with its history, antiquity and architectural samples.

The paper relies on historical methods, field investigations, comparative analysis, cartographic and other techniques.

Results. It is feasible to come across several historical and cultural resources in the Ganja-Gazakh economic-geographical region. They include archaeological, architectural and numerous religious monuments. Even among religious monuments, it is possible to encounter not only Islamic monuments but also examples of other religions. This situation, in turn, makes it substantial to use such facilities during the preparation of several tourist routes in the region. Moreover, the preservation of the cultural values belonging to other nations to this day in the economic-geographical region and the survival of their settlements pave the way for the development of ethno-tourism.

Research implications. Some existing historical and architectural examples are scrutinized in the economic-geographical region. Among them, the resources in the original condition are identified and ideas for the development of routes are presented. In this case, the use of international experience plays an important role.

Keywords: tourism, tourism types, Ganja-Gazakh economic-geographical region, tourism potential, historical and cultural resources, cultural tourism, ethnographic tourism

© CC BY E. Ismayilova, 2022.

ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫЕ РЕСУРСЫ ГЯНДЖА-ГАЗАХСКОГО ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Исмаилова Е. А.

Институт географии НАНА имени академика Г. А. Алиева
AZ1143, г. Баку, пр. Г. Джавида, д. 115, Азербайджанская Республика

Аннотация

Цель. Оценить исторические и культурные ресурсы района для использования их в туристических целях.

Процедура и методы. Наряду с культурными ценностями любой страны историко-культурные ресурсы являются одним из фундаментальных факторов, доказывающих её историчность и древность. Культурный туризм в последние годы стал наиболее востребованным видом туризма. Он, не имеющий сезонного характера, способен удовлетворить спрос туристов во все сезоны. Любой турист, посещающий страну, готов познакомиться с её историей, древностью и архитектурными образцами.

При проведении исследований в этом районе использовались исторические, полевые исследования, сравнительный анализ, картографические и другие методы.

Результаты. В Гянджа-Газахском экономико-географическом районе можно найти ряд исторических и культурных ресурсов. Среди них есть археологические, архитектурные, а также ряд религиозных памятников. Даже среди религиозных памятников можно найти примеры, относящиеся к другим религиям, а не только присущие Исламу. Это обусловливает необходимость использования таких объектов при подготовке ряда туристических маршрутов в районе. Сохранение в экономико-географическом районе культурных ценностей, относящихся к иным народам, а также оставшихся от них поселений, открывает путь для развития этнографического туризма. Таким образом, использование историко-культурных ресурсов в Гянджа-Газахском экономико-географическом районе позволяет одновременно добиться развития ряда видов туризма.

Теоретическая и/или практическая значимость. Исследован ряд исторических и архитектурных образцов, существующих в экономико-географическом районе. Среди них были выявлены ресурсы в исходном состоянии и выдвинуты идеи по подготовке маршрутов. В настоящее время важную роль играет использование международного опыта.

Ключевые слова: туризм, виды туризма, Гянджа-Газахский экономико-географический район, туристический потенциал, историко-культурные ресурсы, культурно-познавательный туризм, этнографический туризм

Introduction

From the end of the twentieth century onward, cultural tourism has gained momentum. It is assumed by several researchers that the development of cultural tourism plays a supporting role in achieving sustainable development of tourism in any region. Moreover, resources related to culture and history of the country are not seasonal, unlike recreational tourism, ecotourism and other types of tourism [2, p. 750].

In October of 1999, the Global Code of Ethics for Tourism consisting of 10 principles was adopted by the WTO General Assembly in Santiago, Chile. Four of the 10 principles in the Code "Tourism as an area that uses the cultural heritage of mankind

and contributes to its enrichment" explain the definition of cultural tourism [4, p. 11].

By the 1990s, cultural tourism became a major segment of global tourism, with the United Nations World Tourism Organization (UNWTO) claiming that 40 per cent of international tourists were cultural tourists [6, p. 1]. The WTO emphasizes the contribution of tourism to moral and educational values rather than the related economic benefits. In order to increase the importance of tourism from the point of view of preservation of scientific and cultural heritages, UNESCO supports the leitmotif of 'Science–Culture–Recreation–Travel–Training' as a scientific strategy [5, p. 45].

Cultural tourism resources are attributed to local communities living in that area. Citizens populating this area have rights and duties over those resources. Cultural, heritage and archaeological regions should be taken into consideration when creating political and activity areas in tourism. Such examples should be preserved and passed on to future generations. Monuments, tombs and archaeological sites should always be open to the public, as well as it should be feasible to organize routes and use them for tourism purposes. The revenues from cultural tourism should be invested in reconstruction, restoration and development of facilities. Tourism activity should prevent the degradation of folklore, folk crafts and national customs, and it should support their individual development hindering their standardization.

UNESCO, an international organization with an important role in the protection of cultural heritage, has informed its member countries of the goals related to the development of cultural tourism [8, p. 97].

The number of people participating in cultural tourism is 30% of the world population. Statistically, 20% of those who travel visit world-famous monuments during whereas this figure for those who are only interested in culture is 15%[1].

In order to motivate tourists for cultural and cognitive tourism, the area should have its art, architecture, customs and traditions, music and dance, folk crafts, history, literature, religion, industry and occupation, agriculture, education level, scientific development and national cuisine. Tourists are willing to see the archaeological, cultural and historical monuments, natural monuments distinguished by their exotic landscape, large and small historical cities, the architecture of ancient village houses, museums, theatres, exhibition halls and other social and cultural infrastructure, ethnographic objects, folk crafts, art centers, etc.

There is a need to restore a number of monuments located in our country and to passport them by the state. These monuments should be included in organized excursion routes for both local and foreign tourists. Individuals who want to get acquainted with archaeological monuments, directly participate in research, or conduct any research work and obtain scientific information can participate in this type of tourism. Tours in this direction should be offered to people who are interested in caves, who would like to follow their history more closely, or who would like to go to different areas related to scientific research. It can be noted with great regret that protection of monuments in the country is at a very low level, and this is the reason why there is a need to

[1] Биржаков М. Б., Никифоров В. И. Большой глосарий терминов международного туризма. М.; СПб., 2006. С. 11.

educate local citizens, especially in the districts.

Today, the notion of cultural heritage refers to all assets, whether man-made or natural, tangible or intangible, without limit of time or place, collected or inherited by previous generations and preserved for transmission to future generations [1, p. 2].

Historical and cultural resources

The Ganja-Gazakh economic-geographic region is distinguished by its rich historical and cultural resources. Thus, 1 architectural and 9 archaeological monuments of world importance have been registered in this region. 32 architectural monuments, 259 archaeological monuments, and 5 garden-park, monumental and memorial monuments have been identified as nationally important monuments.

The number of nationwide essential monuments in the economic-geographic region is more and has great potential for the development of domestic tourism (*table 1*). These include 373 architectural, 37 archaeological, 19 garden-park, monu-

Table 1/ Таблица 1

Distribution of historical and cultural monuments in the Ganja-Gazakh economic-geographic region / Распределение памятников истории и культуры в Гянджа-Газахском экономико-географическом районе

	Worldwide known		Nationwide known			Locally known			
	Arxhaeological	Architectural	Arxhaeological	Architectural	Garden-park, monumental memorial monuments	Arxhaeological	Architectural	Garden-park, monumental memorial monuments	Dekorative, applied art monuments
By economic-geographical region	9	1	300	32	5	37	373	19	8
including:									
Ganja city	1	-	12	21	4	-	213	6	1
Gazakh district	2	1	48	3	1	6	41	6	5
Aghstafa district	2	-	36	-	-	1	10	2	-
Tovuz district	-	-	16	2	-	11	32	1	2
Shamkir district	1	-	28	2	-	4	18	-	-
Gadabay district	1	-	79	2	-	5	18	1	-
Dashkasan district	1	-	41	1	-	-	10	1	-
Samukh district	-	-	16	-	-	7	-	-	-
Goygol district	1	-	8	-	-	1	22	-	-
Goranboy district	-	-	16	1	-	2	9	2	-
Naftalan city	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Source: Azərbaycanda təhsil, elm və mədəniyyət, 2017, Bakı, 2017. 506 s.

mental and memorial, and 8 decorative applied art monuments [13, p. 38].

In 2013, within the framework of the project "Protection and promotion of historical and cultural monuments in Azerbaijan: monitoring of the current situation and future tasks" of the Public Union for Helping the Study of Cultural Heritage, the social attitude to cultural heritage was investigated in the Ganja-Gazakh economic-geographical region and discussions aimed at educating the population were held. As a result, 3 examples of cultural heritage related to the economic-geographic region were researched.

Historical and architectural monuments in Ganja-Gazakh economic-geographical region cover different periods. Thus, a temple dating back to the ancient period in the Samukh district, the ruins of the ancient Shatal city fortress stretching back to the 5th–6th centuries in the city of Goranboy, a church (1869) and a castle (1891) in the Dashkasan district, the ruins of the ancient Shamkir city (9th century), the Koroghlu fortress in the Gadabay district (16th century), Topraggala settlement in Tovuz city (3^{d}–7th centuries), and Shekergala temple complex in the Gazakh district (10th century) are attention-grabbing historical and architectural monuments (Fig. 1.) [13].

Goygol district and Ganja city are also included in the areas rich in anthropogenic tourism resources. In Goygol, near the village of Zurnabad, a castle dating back to the 12th century, the Lutheran church in the city (1854), the Imamzade with a blue marble dome located in the city of Ganja, the tomb of Nizami Ganjavi, and the Shah Abbas Mosque (16th century) are substantial monuments [10, p. 187]. During the analysis of these monuments, it was revealed that these monuments differentiate in their antiquity and originality. Therefore, it is possible to add Nizami Ganjavi's mausoleum to the historical and cultural list and the Goygol area to the list of UNESCO as a natural resource.

According to Article 19 of the Law of the Republic of Azerbaijan adopted on April 10, 1998, on "Protection of Historical and Cultural Monuments", the rules and conditions for the use of monuments owned by the state or municipality are defined, and the leasing of immovable monuments of world importance is prohibited[1].

In the territory of the Ganja-Gazakh economic-geographical region, remains of Albanian material and spiritual culture dating back to the era of the IV to V century were discovered. There are several monuments of Albanian culture in the territory of the economic-geographic region. The monument, located in the Chaldash village of Gadabay district, belongs to the material heritage of Caucasian Albania. The roof of this Albanian temple, believed to belong to the 9th–11th centuries, has completely collapsed. Moreover, there is also an ancient Albanian temple on the banks of the Shamkir River in the region (Fig. 1.).

Keshish (Priest) mountain Temple (also, Garaja Temple, David Gareji Temple) is an Albanian monument located on the border of Azerbaijan and Georgia. The location on the border of both countries has made this place as a controversial place.

The area is located at an altitude of 850 m. Although a certain part of the temple complex falls in the Sagarejo district

[1] Law of the Republic of Azerbaijan on the protection of historical cultural monuments. Available at: http://www.e-qanun.az/framework/3526 (accessed: 02.10.2022).

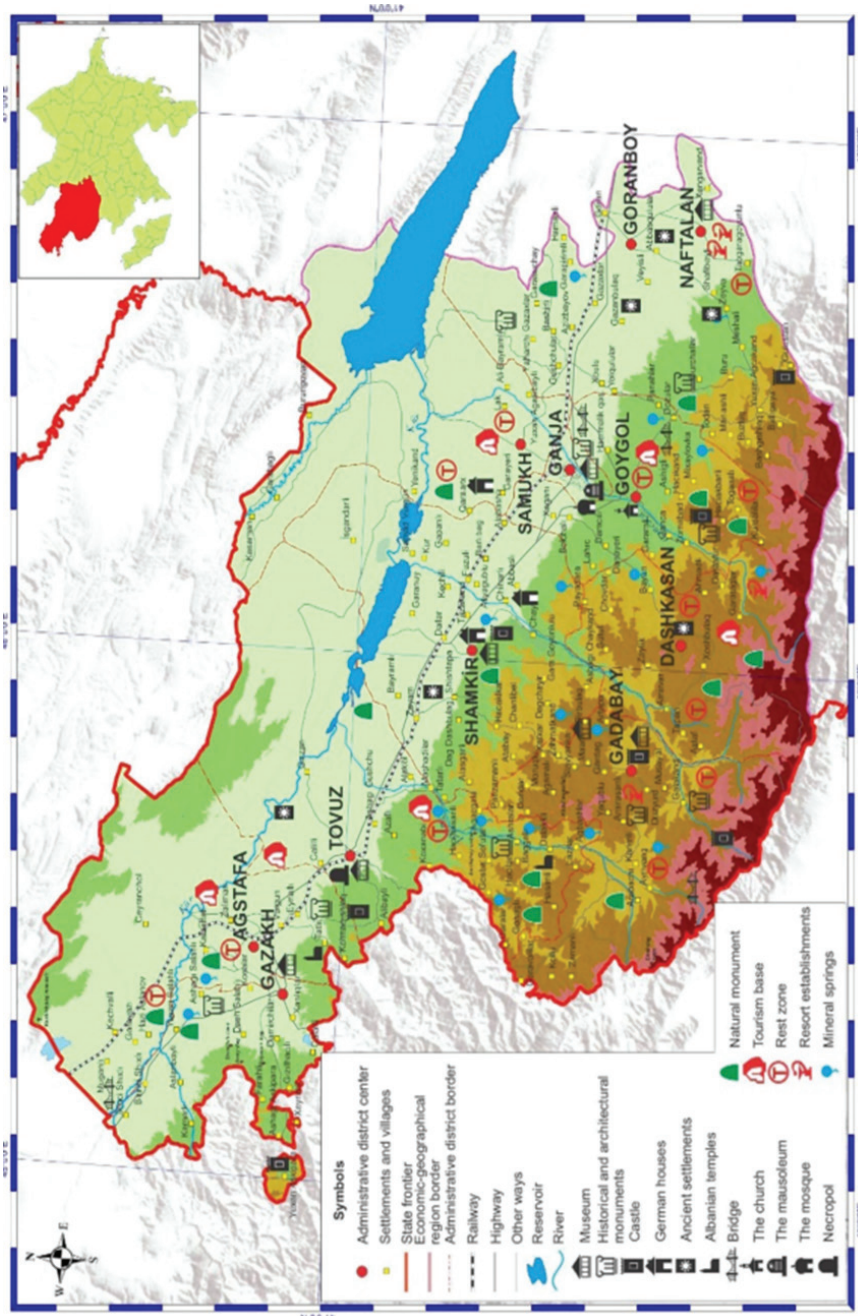


Fig. 1/ Рис. 1. Historical and cultural tourism resources of the Ganja-Gazakh economic-geographic region / Историко-культурные туристические ресурсы Гянджа-Газахского экономико-географического района

Source: developed by the author on the basis of the source Azərbaycan Respublikası Milli Atlası. Dövlət Torpaq və Xəritəçəkmə Komitəsi. Bakı. 2014.

of Georgia, the other part coincides with the territory of the Aghstafa district of our country [10].

The ancient Albanian temple, located in the village of Ashagi Askipara, Gazakh district, was built in the 5^{th}–8^{th} centuries. A large Albanian cross is carved in several places on the walls of the temple, which proves that the temple belongs to Albanians. The Albanian temple in the city of Ganja was built in the 5^{th}–7^{th} centuries and restored in the 17^{th} century. Furthermore, an ancient Albanian temple was discovered in a forested area 3 km away from the Chovdar village of Dashkasan. By means of the remains of the wall, it is revealed that there were auxiliary farm buildings around this monument belonging to the 4^{th}–$5t^{h}$ centuries.

Archaeological tourism means the travel of tourists to places where archaeological excavations are carried out. Tourists interested in archeology spend most of their time in places where historical and cultural resources and architectural examples prevail. These tourists prefer to take part in archaeological expeditions [9, p. 46].

There are adequate potential opportunities for the development of archaeological tourism in the Ganja-Gazakh economic-geographic region. At present, archaeological excavations are being carried out in the area of the Tovuz district at the place called Mintash hill.

From 2009 onwards, with the support of the ANAS Institute of Archeology and Ethnography, archaeological excavations have been conducted in a number of border districts of the country. Gazakh and Agstafa territories were also included among these districts. Archaeological expeditions commenced their research in the village of Chayli in the Gazakh district. Another largest area is the Yastitepe settlement of the Agstafa district.

After the ongoing archaeological excavations, 2 kurgan-type grave monuments were recorded in the territory of Naftalan city and 17 in the territory of Goranboy district. A group of kurgans belonging to the Middle Bronze Age is located in the Khoshbulag plateau of the Dashkasan district. The expedition team of the ANAS Institute of Archeology and Ethnography conducted archaeological exploration research in the city of Ganja and surrounding areas. 62 kurgan-type grave monuments found in the areas starting from the Ganja airport highway to the cemetery called "Yeni Sabzikar" and from the city entrance to the border of the Goygol district were registered by the expedition.

For the development of archaeological tourism in the Ganja-Gazakh economic-geographical region, there is a need to place recognition signs near the monuments, to protect these places by both state authorities and residents, and introduce them to novel tourist routes. Provided that we look over the world practice, general tours are organized to each of these places. In these tours, they are not satisfied with only brief historical and cultural information about the area. At the same time, they create museums related to various topics and exhibit the samples found during the excavation as exhibits.

Within the territory of the economic-geographical region, several tourist routes combining cultural and natural factors were developed. In all seasons of the year, a plethora of tourists travel on the following routes:

1. Ganja-Ashigli-Hajikend;
2. Goygol-Tophasanli-Zurnabad-Shahriyar;
3. Goygol-Koshku-Uchbulag;

4. Goygol-Gushgara-Balchili [12, p. 220].

Provided that we pay attention to international practice, countries create various museums to indicate the development stages of ethnographic tourism. Generally speaking, ethnic factors include studying the customs of other peoples and nations, their history and their standard of living [7, p. 6]. Although the creation of such museums costs small budgets, the income coming from these museums is relatively high. As visual proof of this, the streets, which include the living conditions of people in different periods, their occupations, clothing forms, traditions, and the architectural style of their houses, are often artificially prepared and presented to visiting tourists.

Even though there are such ethnographic museums in several countries of the world, "Golden Street" in the Czech Republic and "Skansen" in Sweden attract more tourists' attention. Small forms of ancient houses were created in these museums, and models were used that included people's occupations and lifestyles of many years ago. It is appropriate to implement such projects, which can be prepared easily and quickly, especially those that require a small budget, in the Ganja-Gazakh economic-geographical region.

Thus, it is possible to attract tourists to Ganja-Gazakh economic-geographical region from several countries of the world. One of the essential reasons why tourists from Germany are attracted to the territory of the Goygol district is the fact that the first German colony was established here in 1817: 194 German families were moved to this district, and until 1930 the region was named Helenendorf[1]. Thus, for many years, this area became one of the primary centers where Germans settled in the Caucasus, and the expansion of the area created the foundation for the formation of surrounding areas such as Annenfeld, known as the current Shamkir district, as well as Tovuz.

The role of Germans in the development of construction and infrastructure of the district and novel economic achievements is undeniable. The conducted studies once again confirm that in addition to the cultural changes as a result of the settlement of Germans in this district, it also affected the construction process of the residents, and the population commenced to build more houses with six basements, attics, and tiled roofs. The preparation of phaetons and various wine samples according to the needs of that period using the available resources was reflected more prominently during different periods.

It is a known fact that France has the first place in the world for the preparation of wines and the use of the right equipment, and for the first time in 1901, wine samples made in the area of Helenendorf were awarded in Paris, the capital of France. These wines were produced under the name of Azerbaijani cognac in the winery built by the Forer brothers in the middle of the 19th century.

Generally, scientific studies conducted prove that despite the fact that there are 348 German houses in the Goygol area, none of these residences is included in the list of the Tourism Agency, and although they have two centuries of history, historical monuments are not protected.

For the first time in the territory of the Republic of Azerbaijan, a church was built by the Germans in 1857 in connection with the Protestant faith. The Lutheran church is considered the most magnificent archi-

[1] Global Report on Food tourism. AM Reports. Vol. 4 / Rifai T., ed. Madrid, World Tourism Organization, 2012. 63 p.

tectural monument built by the Germans in the Caucasus. Several specialists from Germany were invited to the region to investigate the monument. The building currently functions as a Museum of Local History and, in addition to reflecting the way of life of the nationalities in the region, it has exhibits equipment made by them. The church is registered according to the order of the Cabinet of Ministers, and the historical building is protected by the state. In addition to these, 31 monuments are listed in the region, but there are sufficient examples obtained as a result of archaeological excavations and attributed to the Albanian period. In addition to this, there are graves of 37 Austrian citizens in addition to the graves of a number of people who died during World War II. This is one of the potentials that can be used in the development of ritual tourism.

One of the areas that can be used for ethnographic tourism is the Slavyanka village of Gadabay district, which is located approximately 500 km from Baku. In addition to the natural features of the village that attract tourists, the ethnographic potential is also fairly attractive. Currently, 49 families of ethnic Russian origin live in this village, and the streets and architectural styles in the area are reminiscent of Russian culture. Especially, although the presence of baths specific to this culture is among the attention-grabbing factors, most of them have completely lost their original form. It should be noted that the area attracts more domestic tourists. Nevertheless, such places should be introduced to incoming tourists. Thus, the traditions, their clothes, construction styles and kitchen samples of the Malakans who have been living in the village for many years are very exciting for everyone.

"Gourmet" tours are popular for those who are interested in the country's cuisine and its cuisine in the world. With the help of these tours, tourists get acquainted with the culinary culture of the country, its history, and preparation methods and taste unusual dishes and drinks. In the Ganja-Gazakh economic-geographic region, there are culinary types that have historical roots and attract the attention of a number of people with their preparation style. Tourists prefer gastronomic tours due to the following factors: the process of food preparation is realized before their eyes and they get a chance to participate and learn new recipes [15, p. 254].

In connection with the promotion of "Gourmet" tourism, a number of countries organize "class tours" of different forms depending on the duration (1–10 days). The chefs assigned to these tours prepare certain dishes together with the tourists.

Among the countries of the world, Italy, France, Spain, Greece, Belgium, Portugal, the USA (especially the Napa and Sonoma valleys of California), Brazil, Peru, Mexico, the Republic of South Africa, New Zealand, Australia, Chile, Malaysia, Japan, Indonesia, China and Singapore are well known for their cuisine. A number of culinary examples prepared by these countries have been included in the UNESCO World Cultural Heritage List. The conducted studies prove once again that the number of people participating in gastronomic events (festivals, carnivals, etc.) is greater than those participating in culinary fairs, museums and tours [11, p. 8].

On May 16, 2003, the law of the Republic of Azerbaijan on "Legal protection of Azerbaijani folklore samples" was adopted. Folk songs and dance melo-

dies, folk dances, games, ceremonies and holidays, and other moving examples are among the folklore examples protected under Article 2 of the Law[1].

In the Ganja-Gazakh economic-geographical region, several folk crafts are produced. These include graphic arts, paintings, series, shadow painting, tattooing and carving, sculpture, ceramics, clay, mosaic, metalwork, copper and bronze casting, silk weaving, carpet weaving, coppersmithing, jewelry, tanning, embroidery, examples of folklore art such as basketry, baskets, bushes, clothing, ornaments, patterns, musical instruments, engraving, architectural works and other such examples are included as well.

In rural tourism, tourists make a temporary visit to rural areas, participate in various activities there, and make their leisure choices in this direction. Tourists settle in villages or places close to villages and get acquainted with the lifestyle of local citizens, geography, nature, climate, cultivation of agricultural products, culture, and historical and architectural monuments. In certain cases, rural areas are also used as a base for the study of surrounding regions. Due to the mass flow of people during any event (sports games, festivals, carnivals, fairs, etc.), some of the visitors are accommodated in villages near the capital. In addition to solving the housing problem, this means rural exoticism for urban tourists, that is, studying additional places and enjoying nature.

Rural tourism has the characteristics of other types of tourism which include farming, hiking, nature holidays, ecotourism, shopping, boating, cycling and horseback riding, adventure, rafting, sports, thermal tourism, hunting and fishing, crafts, historical and ethnic directions [14, p. 40].

The provision of targeted small loans by the state bodies of the Republic of Azerbaijan can have a positive effect on stimulating the construction of guest houses in rural areas and at the same time improving the infrastructure of villages. In general, rural tourism promotes a healthy lifestyle, living in contact with nature, fostering a love for animals and plants, instilling family values and entrepreneurship, restoring villages, restoring traditions and culture in villages, and can play a bridge role in creating strong ties between urban and rural populations. As a consequence of the development of rural tourism, it is possible to achieve certain changes, such as obtaining novel sources of income, increasing small-scale economic activity, and stimulating mass tourism. The German experience indicates that the rural tourism strategy organized at the level of local communities includes 13 national parks, 90 nature parks, and 4000 settlements where the number of local citizens who use them is 39 million people during the year[2].

The "Spreewald" area of Germany is one of the centers where rural tourism is developed at the highest level. In the settlement where the number of residents is more than 50 thousand, all people have managed to keep the original shape of their houses and use nature to the maximum level. The people who rent out their houses offer local food to the visiting tourists as well as guide them. These local citizens, who still wear their costumes rich in

[1] Law of the Republic of Azerbaijan on legal protection of Azerbaijani folklore samples. Available at: http://www.e-qanun.az/framework/2195 (accessed: 02.10.2022).

[2] Биржаков М. Б., Никифоров В. И. Большой глосарий терминов международного туризма. М.; СПб., 2006. С. 96.

national ornaments, use their language. This means that these people who are able to present their culture lead to the simultaneous development of cultural tourism, ethno-tourism with the difference in their clothes and languages, and rural tourism with the use of nature.

The "Wine Road" tourism route, which partially covers the Ganja-Gazakh economic-geographical region and was developed by the former Ministry of Culture and Tourism, has also special importance. In spite of the fact that it covers regions such as Ganja city, Goygol, Tovuz and Shamkir districts from the western regions, provided that we compare them with the world countries, the promotion of the areas is relatively weaker than that of world countries [3, p. 334]. Principally, when organizing such routes, a tour of the plantations is planned in interaction with local residents. Along with giving foreign tourists the opportunity to explore the surroundings, they learn about the development of winemaking, travel to certain wineries, and get acquainted with the technology of winemaking as well. The most appropriate example of this can be the wine-cognac factories located in Ganja, Goygol and Shamkir districts.

Even though vineyards in the Ganja-Gazakh economic-geographic region have been expanded again in recent years, their area is still small compared to other crops. Goygol, Shamkir, Tovuz, Gazakh and Aghstafa are the main wine-growing regions since grapes are grown in hot climatic and irrigation conditions. Both technical and table grapes are cultivated in these districts. As a consequence of taking tourists to grape plantations, they can participate in the harvesting process and observe the wine being stored in barrels. People taking part in rural tourism in countries around the world even pay certain fees and watch the process of grape harvesting with great interest.

In today's world, in European countries such as Italy, France, and Portugal, this type of tourism is offered to tourists in the form of tours. It is also feasible to encounter tours in this direction in Australia, New Zealand, Hungary, Moldova, various states of the USA, countries located in the south of Africa, and even in neighboring countries Georgia and Turkey. The development of winemaking in these countries is called wine tourism or enotourism[1].

With pre-arranged guides, insightful tours of the vineyards are organized on bicycles or on foot. Various promotional brochures or booklets are also presented, providing basic information, as well as the rules for preparing drinks and storing them in barrels. In most states, participants of such tours opt for spending the night in nearby village houses, and at the end of the tour, locals give small gift bottles of wine to these individuals. In connection with the development of wine tourism, museums and various festivals are organized to attract more tourists to the area.

Conclusion

1. The diversity of cultural tourism resources in the Ganja-Gazakh economic-geographical region, the presence of examples belonging to different periods, as well as the presence of historical and architectural monuments typical of representatives of other nationalities and religions indicate that there are potential opportunities for the development of this type of tourism. However, factoring in the resources in the area, most of the tourists

[1] Биржаков М. Б., Никифоров В. И. Большой глосарий терминов международного туризма. М.; СПб., 2006. С. 32.

travelling to the economic-geographic region do not visit the historically significant areas. The real reasons underlying this situation are the minority of tourism routes and tours covering Ganja-Gazakh economic-geographical region.

2. In addition to this, during the preparation of excursions, the expectation of chronological sequence, giving preference to compactly located areas, simultaneous use of different types of tourism is likely to have a positive effect on the involvement of tourists in this process. Generally speaking, on condition that we pay attention to the monuments and museums located in the territory of the economic-geographic region, it is possible to include most of them in the thematic routes compiled under the same name. The international practice of countries such as Turkey, Greece, Italy, and France proves that tours united under one theme are more easily chosen by tourists.

3. Factors that bring about the destruction of cultural resources include climate, natural disasters, political situation, time criterion and human influence. Cultural resources located in Ganja-Gazakh economic-geographic region also have a number of challenges. Among the problems of the economic-geographical region are the low level of protection of monuments, the bad condition or inadequacy of transport nodes and general infrastructure to historical places, the slow progress of the restoration process and the education of local citizens in this direction.

4. It should be noted that during the operation of such areas, they break down faster, lose their original form, and are in danger of disintegration due to their originality. Such areas need to be constantly monitored and regularly maintained by local government bodies. Monuments located especially in regions and remote mountain villages are exposed to the use of local citizens for various purposes, which indicates the importance of educational work for the protection of cultural resources.

5. Herewith, using historical-architectural examples, it is doable to achieve sustainable tourism development. The cultural resources of the Ganja-Gazakh economic-geographical region provide an opportunity for the development of cultural, historical, event, ethno, gastronomic tourism.

Статья поступила в редакцию 25.07.2022

REFERENCES

1. Almedia C. R., Martins C. J. Research on Cultural tourism and sustainability. IGI Global, 2022. 482 p.
2. Carlsen J. Global wine tourism: research, management and marketing. London, CAB International, 2006. 278 p.
3. Bayramli G. Sustainable development of tourism in Azerbaijan: Current situation, problems and solution. In: *Economic and Social Development: Book of Proceedings*, 2019. P. 332–339.
4. Global Code for Ethics for Tourism. Madrid: World Tourism Organization, 1999. 24 p.
5. Imrani Z. T., Agakishiyeva G. R. Sustainable development of the tourism industry in Azerbaijan. In: *Universidad y Sociedad*, 2021, no. 13 (1), pp. 43–50.
6. Richards G. Resthinking Cultural tourism. Edward Elgar Publishing, Northampton, 2021. 195 p.
7. Котлярова О. В. География туризма и отдыха. Челябинск: УралГУФК, 2008. 228 с.
8. Сущинская М. Д. Культурный туризм. М.: СПбГУЭФ, 2010. 128 с.

9. Харьковская Е. В., Тутаева Г. Н. Проблемы развития археологического туризма в Белгородской области // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2014. № 28. С. 96–99.
10. Abadov M. K. Azərbaycan turizmi və onun inkişaf problemləri. Bakı, Şərq-Qərb, 2014. 248 s.
11. Dərgahov V. S. Rekreasiya-turizm ehtiyatları. Bakı, MBM, 2008. 215 s.
12. Həsənov A. N. Azərbaycanda regional turizmin inkişafı: problemlər və perpektivlər. Bakı, Avropa, 2012. 368 s.
13. Məmmədov Q. Ş. Azərbaycan ekoturizm potensialı: 2 cilddə. Bakı, Şərq-Qərb, 2012. 360 s.
14. Aydın O. AB'de Kırsal Turizmde İlk 5 Ülke ve Türkiye'de Kırsal Turizm. In: *İstanbul: KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2012, 14 (23), ss. 39–46.
15. Pekin F. Çözüm: Kültür turizmi. İstanbul, İletişim yayınları, 2011. 348 s.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Elnara A. Ismayilova – Cand. Sci. (Geography), a researcher at the "Tourism and Recreational Geography" Department of the Institute of Geography named after acad. H.A. Aliyev, Azerbaijan National Academy of Sciences;
e-mail: allaqiyeva@gmail.com

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Эльнара Аршад Исмайлова – кандидат географических наук, научный сотрудник отдела туризма и рекреационной географии Института географии имени академика Г. А. Алиева, Национальной Академии Наук Азербайджана;
e-mail: allaqiyeva@gmail.com

FOR CITATION

Ismayilova E. I. Historical and cultural resources of the Ganja-Gazakh economic-geographical region and their usage expedients. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2022, no. 3, pp. 120–132.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-120-132

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Исмаилова Е. А. Историко-культурные ресурсы Гянджа-Газахского экономико-географического района и их использование // Географическая среда и живые системы. 2022. № 3. С. 120–132.
DOI: 10.18384/2712-7621-2022-3-120-132

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ / GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT AND LIVING SYSTEMS

Рецензируемые научные журналы издаются Московским государственным областным университетом с 1998 г.

В настоящее время выпускается десять журналов: «Географическая среда и живые системы / Geographical Environment and Living Systems» и девять серий журнала "Вестник Московского государственного областного университета": «История и политические науки», «Экономика», «Юриспруденция», «Философские науки», «Русская филология», «Физика-математика», «Лингвистика», «Психологические науки», «Педагогика». Журналы включены в составленный Высшей аттестационной комиссией Перечень ведущих рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук по наукам, соответствующим названию серии. Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

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 сайтах журнала (www.geoecosreda.ru; www.vestnik-mgou.ru).

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ /
GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT AND LIVING SYSTEMS

2022. № 3

Над номером работали:

Литературный редактор С. Ю. Полякова
Переводчик И. А. Улиткин
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)
e-mail: info@vestnik-mgou.ru
сайты: www.geoecosreda.ru; www.vestnik-mgou.ru

Формат 70x108/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Minion Pro».
Тираж 500 экз. Усл. п.л. 8,5, уч.-изд. л. 9.
Подписано в печать: 31.10.2022. Выход в свет: 18.11.2022. Заказ № 2022/10-16.
Отпечатано в МГОУ
105005, г. Москва, ул. Радио, 10А